



NEUROPEDAGOGIK

Asep Supena | Nugraheni Rachmawati | Iis Nurashah
Marlina Eliyanti Simbolon | Adistyana Pitaloka Kusmawati
Linda Zakiah | Yoma Hatima | Liza Murniviyanti
Venni Herli Sundi | Yuli Mulyawati | Maya Muizatil Lutfillah
Fitri Siti Sundari | Winda Amelia | Fridolin Vrosansen Borolla
Nora Surmilasari | Mega Prasrihamni | Nurlinda Safitri
Tunjungsari Sekaringtyas | Zulhendri | Fara Diba Catur Putri

Editor:
Asep Supena



NEUROPEDAGOGIK

UU No 28 tahun 2014 tentang Hak Cipta

Fungsi dan sifat hak cipta Pasal 4

Hak Cipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 huruf a merupakan hak eksklusif yang terdiri atas hak moral dan hak ekonomi.

Pembatasan Pelindungan Pasal 26

Ketentuan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 23, Pasal 24, dan Pasal 25 tidak berlaku terhadap:

- i. Penggunaan kutipan singkat Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait untuk pelaporan peristiwa aktual yang ditujukan hanya untuk keperluan penyediaan informasi aktual;
- ii. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk kepentingan penelitian ilmu pengetahuan;
- iii. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk keperluan pengajaran, kecuali pertunjukan dan Fonogram yang telah dilakukan Pengumuman sebagai bahan ajar; dan
- iv. Penggunaan untuk kepentingan pendidikan dan pengembangan ilmu pengetahuan yang memungkinkan suatu Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait dapat digunakan tanpa izin Pelaku Pertunjukan, Produser Fonogram, atau Lembaga Penyiaran.

Sanksi Pelanggaran Pasal 113

1. Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000 (seratus juta rupiah).
2. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

NEUROPEDAGOGIK

Asep supena
Nugraheni Rachmawati
Iis Nurasiah
Marlina Eliyanti Simbolon
Adistyana Pitaloka Kusmawati
Linda Zakiah
Yoma Hatima
Liza Murniviyanti
Venni Herli Sundi
Yuli Mulyawati
Maya Muizatil Lutfillah
Fitri Siti Sundari
Winda Amelia
Fridolin Vrosansen Borolla
Nora Surmilasari
Mega Prasrihamni
Nurlinda Safitri
Tunjungsari Sekaringtyas
Zulhendri
Fara Diba Catur Putri

Editor: Asep Supena



Cerdas, Bahagia, Mulia, Lintas Generasi.

NEUROPEDAGOGIK

Asep Supena ... [et al]

Editor:

Asep Supena

Desain Cover :

Syaiful Anwar

Sumber :

www.shutterstock.com

Tata Letak :

Werdiantoro

Proofreader :

Tiara Azhari

Ukuran :

vi, 176 hlm, Uk: 15.5x23 cm

ISBN Elektronik:

978-623-02-4994-5

Tahun Terbit Digital :

2022

Hak Cipta 2022, Pada Penulis

Isi diluar tanggung jawab percetakan

Copyright © 2022 by Deepublish Publisher

All Right Reserved

Hak cipta dilindungi undang-undang.

Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari Penerbit.

PENERBIT DEEPUBLISH

(Grup Penerbitan CV BUDI UTAMA)

Anggota IKAPI (076/DIY/2012)

Jl.Rajawali, G. Elang 6, No 3, Drono, Sardonoharjo, Ngaglik, Sleman

Jl.Kaliurang Km.9,3 – Yogyakarta 55581

Telp/Faks: (0274) 4533427

Website: www.deepublish.co.id

www.penerbitdeepublish.com

E-mail: cs@deepublish.co.id

KATA PENGANTAR PENERBIT

Assalamu'alaikum, Wr. Wb

Membaca adalah sarana ekspresi diri dalam berkomunitas serta untuk terus maju menuju pencerdasan dan pencerahan. Ini menjadi sebuah motivasi dan dorongan bagi kami di Penerbit Deepublish untuk ikut berikhtiar dalam mencerdaskan dan memuliakan umat manusia, serta memanfaatkan ilmu pengetahuan dan teknologi untuk menciptakan industri *processing* berbasis sumber daya alam (SDA) Indonesia. Berdasarkan pandangan, sikap dasar, tujuan itu, maka buku yang berjudul NEUROPEDAGOGIK karya Asep Supena, dkk ini diterbitkan.

Kami sadar masih terdapat berbagai kekurangan dalam buku ini. Namun, kami mencoba untuk terus mengembangkan diri, dan mencoba memperkecil kesalahan-kesalahan.

Kami mengucapkan terima kasih kepada penulis buku yang telah memberikan perhatian, kepercayaan, dan kontribusi demi kesempurnaan buku ini. Dan kepada pihak-pihak lainnya yang terus menjadi inspirasi dan memberikan semangat dalam menerbitkan buku yang berkualitas dan bermanfaat.

Dengan dukungan dari pembaca, kami dapat terus memberikan kontribusi bagi upaya mencerdaskan dan memuliakan umat manusia, serta memanfaatkan ilmu pengetahuan dan teknologi. Semoga buku ini dapat memperkaya khazanah dan memberi manfaat bagi para pembaca.

Wassalamu'alaikum, Wr. Wb

Hormat Kami,

Penerbit Deepublish

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR PENERBIT	v
DAFTAR ISI	vi
BAB I NEUROPSYCHOLOGY DAN DAMPAK TERHADAP PEMBELAJARAN.....	1
BAB II EDUCATIONAL NEUROSCIENCE/ NEUROPEDAGOGY/NEUROEDUCATION	16
BAB III STRUKTUR OTAK DAN FUNGSINYA	39
BAB IV SPESIALISASI OTAK DAN PEMBELAJARAN	47
BAB V PEMBELAJARAN DAN MEMORI.....	69
BAB VI <i>ATTENTION</i> DAN <i>EMOTIONAL</i>	104
BAB VII FAKTOR YANG MEMPENGARUHI FUNGSI EKSEKUTIF PADA ANAK USIA SEKOLAH DASAR	120
BAB VIII BAGAIMANA OTAK BERKEMBANG DAN BEKERJA	130
BAB IX DAMPAK NEUROPSIKOLOGI TERHADAP PEMBELAJARAN	143
BAB X DAMPAK NEUROPSIKOLOGI TERHADAP PEMBELAJARAN LEARNING DISABILITIES DISLEKSIA DAN DISALKULIA.....	147

NEUROPSYCHOLOGY DAN DAMPAK TERHADAP PEMBELAJARAN

1.1 Proses Pembelajaran dari Segi Psikologi

Belajar diartikan sebagai proses perubahan tingkah laku sebagai hasil interaksi individu dengan lingkungan. Perubahan perilaku terhadap hasil belajar bersifat berkelanjutan, fungsional, positif, proaktif, dan terarah. Menurut para ahli pendidikan dan psikologi (Johnson, n.d.), proses perubahan perilaku dapat terjadi dalam berbagai kondisi sekaligus belajar adalah proses interaksi antara peserta didik dan pendidik, dengan bahan ajar, metode pengajaran, strategi pembelajaran, dan sumber belajar di lingkungan belajar. Keberhasilan dalam belajar dan dalam proses pembelajaran kemudian dapat dilihat dari derajat keberhasilan pencapaian tujuan pendidikan. Dengan tercapainya tujuan pembelajaran, maka dapat dikatakan bahwa pengajaran guru berhasil.

Dengan demikian, efektifitas pembelajaran dan proses pembelajaran bergantung pada interaksi antar komponen tersebut. Belajar sering diartikan sebagai perubahan seseorang atau siswa dari tidak tahu menjadi tahu, dari tidak mampu menjadi mampu, dari segi pengetahuan, keterampilan dan sikap (Latifah & Sahroni, 2020). Dapat disimpulkan bahwa belajar adalah seperangkat proses kognitif yang mengubah sifat-sifat stimuli lingkungan menjadi kemampuan baru dengan mengolah informasi. Dari segi psikologis, belajar adalah perubahan kedewasaan peserta didik karena belajar, dan dari segi proses merupakan adanya interaksi antara peserta didik dengan pendidik sebagai proses pembelajaran, dan perubahan ini termasuk perubahan tingkah laku yang dipengaruhi oleh ilmu pengetahuan yang diperolehnya dari proses belajar.

Kegiatan pembelajaran dan hasil pelaksanaannya tidak semudah yang dibayangkan, dan banyak guru yang menemui berbagai kesulitan belajar yang dihadapinya. Misalnya, sulit bagi guru untuk memfokuskan siswanya pada mata pelajaran yang diajarkannya. "Perhatian adalah pemusatan atau konsentrasi segala aktivitas individu yang ditampilkan oleh suatu objek atau sekelompok objek". Pembelajaran selalu dilihat dari nilai yang dicapai oleh setiap siswa, seorang siswa dikatakan berprestasi apabila memenuhi standar minimal yang ditetapkan guru dalam kegiatan belajarnya, dan nilai yang tinggi bahkan di atas batas minimal yang ditetapkan oleh guru. Untuk mencapai hasil belajar yang baik dan mencapai nilai yang baik, dalam kegiatan mengajar, setiap guru harus dapat memenuhi syarat belajar dan memungkinkan siswa berhasil dalam belajarnya.

Menurut Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional, pembelajaran adalah proses interaksi antara pendidik dan peserta didik dan sumber belajar yang terjadi dalam suatu lingkungan belajar. Proses pembelajaran dicirikan oleh interaksi edukatif, yaitu interaksi kesadaran akan tujuan. Interaksi ini berakar pada kegiatan belajar-mengajar pendidik (guru) dan siswa, secara sistematis melalui tahapan desain, implementasi, dan evaluasi (Mapman, n.d.). Belajar tidak terjadi begitu saja, melainkan melalui tahapan-tahapan tertentu. Dalam pembelajaran, pendidik mendorong peserta didik untuk belajar dengan baik. Melalui interaksi ini akan menghasilkan proses pembelajaran yang diharapkan efisien. Sebaliknya, banyak juga yang tidak memiliki kendali atas kegiatan belajar yang mengarah pada kinerja yang buruk.

1.2 Neuropsikologi

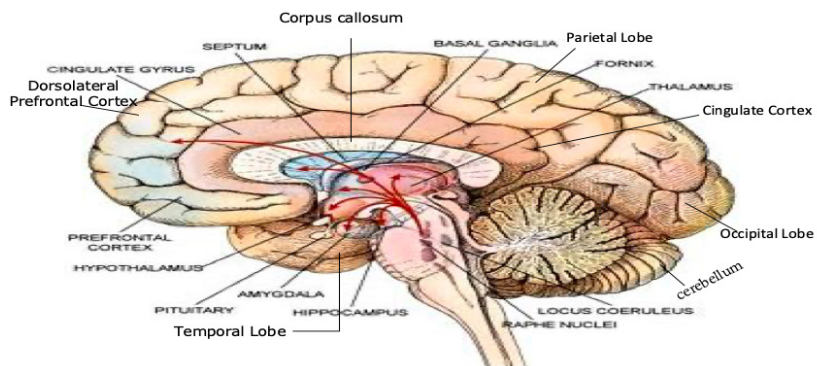
Neuropsikologi adalah ilmu yang mempelajari hubungan antara otak dan perilaku, disfungsi dan perilaku otak, dan melakukan asesmen dan *treatment* untuk perilaku dengan fungsi otak yang terganggu. Sementara asesmen neuropsikologis adalah metode untuk menggambarkan fungsi otak dalam hal kinerja pasien melalui tes standar, telah terbukti menjadi indikator akurat dari hubungan perilaku otak (Nuraeni, 2014). Sebagai ilmu, neuropsikologi dianggap sebagai bagian dari Biopsikologi. Neuropsikologi adalah antarmuka neurologi dan ilmu saraf, didorong oleh perkembangan pesat studi biokimia, fisiologi dan histologi sistem saraf pusat. Neuropsikolog atau ahli saraf berhipotesis bahwa perilaku manusia, kepribadian, proses psikopatologis, dan strategi kognitif dimediasi oleh otak (Fernandez, 2019). Neuropsikologi klinis bertujuan untuk mendiagnosis proses menjembatani kesenjangan antara perilaku.

Neuropsikologi klinis melakukan pengujian dan neuropatologi dan menggunakan sains untuk mengevaluasi kekuatan dan kelemahan kognitif, psikologis dan menentukan hubungannya dengan fungsi otak. Neuropsikolog memainkan banyak peran berbeda. Peran para neurologi adalah

- Membantu menegakkan peraturan dalam melakukan diagnosis tertentu
- Membuat prediksi mengenai prognosis maupun penyembuhannya
- Neurologi memainkan peran penting dalam memberikan intervensi dan rehabilitasi.

Chojak (2018) menjelaskan bahwa perilaku manusia dalam pendekatan neuropsikologis dimaknai sebagai suatu sistem, yaitu ada sistem kognitif, sistem emosi dan sistem eksekutif. Sistem kognitif meliputi pemrosesan informasi, termasuk fungsi reseptif, fungsi memori-belajar-berpikir, dan fungsi ekspresif. Sistem emosi meliputi emosi dan suasana hati (*mood*), motivasi, dan variabel kepribadian. Sistem ketiga, kekuasaan eksekutif, meliputi bagaimana seseorang berperilaku, apakah ia dapat menolong dirinya sendiri, apakah tindakannya memiliki tujuan, dan sebagainya. Neuropsikolog mempelajari dampak kondisi otak, membantu mengidentifikasi jenis disfungsi otak terkait berdasarkan perilaku mereka, menilai konsekuensi cedera otak, dan membantu klien pulih dari dan mengatasi gangguan otak.

Sebagian besar pekerjaan neuropsikolog klinis didasarkan pada pemahaman tentang hubungan antara area otak tertentu dan fungsi psikologis tertentu. Penemuan lokalisasi fungsional otak dalam mengatur perkembangan neuropsikologis otot. Pada awal abad kelima, Alcmacon dari Croton hipotesis bahwa otak adalah aktivitas mental dan memiliki pengaruh yang mengendalikan perilaku manusia (Patten, n.d.). Namun, para filosof kemudian, terutama Aristoteles, meyakini bahwa jantung adalah sumber dari proses mental (ia percaya bahwa fungsi otak adalah radiator untuk mendinginkan darah) (Chojak, 2018).



Gambar 1.
Struktur Otak Manusia (LeDoux, 1996)

1.3 Asesmen neuropsikologis

Asesmen neuropsikologis biasanya memakan waktu beberapa jam untuk diselesaikan dan melibatkan administrasi, penilaian, dan interpretasi tes neuropsikologi tertentu. Setiap tes yang sensitif terhadap kondisi otak dapat dianggap sebagai tes neuropsikologis (Goldstein, 1998). Dalam tes neuropsikologi yang baik, perubahan fungsi otak berkorelasi dengan perubahan hasil tes. Secara tradisional, neuropsikolog telah mempelajari cedera otak individu. Pada tahun-tahun awal, asesmen neuropsikologis digunakan sebagai cara untuk menentukan area otak mana yang terpengaruh oleh kerusakan otak. Dengan memeriksa area defisit fungsional, neuropsikologis akan menyimpulkan ke belakang area otak mana yang terluka.

Dengan munculnya teknologi pencitraan canggih (seperti pemindaian CT, PET, dan MRI) yang secara langsung mengamati struktur otak, tujuan asesmen neuropsikologis menjadi kurang penting. Mengetahui di mana letak kerusakan otak tidak sama dengan mengetahui bagaimana hal itu mempengaruhi kemampuan kognitif pasien. Neuropsikolog menggambarkan defisit fungsional terkait gangguan, mendokumentasikan perubahan fungsi yang terganggu dari waktu ke waktu, dan mengidentifikasi tujuan dan pendekatan untuk layanan rehabilitasi. Selain itu, asesmen neuropsikologis masih dapat berperan dalam mengidentifikasi daerah otak yang terkena cedera, karena tidak semua bentuk cedera otak (misalnya, peregangan aksonal) dapat dengan mudah diidentifikasi dengan teknologi pencitraan (Berry *et al.*, 2019).

1.4 Neuropsikologi dalam Pembelajaran

Kumpulan sel adalah paket neurologis yang saling berhubungan yang dapat diaktifkan oleh stimulasi eksternal atau internal atau kombinasi keduanya. Ketika satu set sel aktif, kita mulai berpikir tentang peristiwa yang diwakili oleh set itu, dan menurut Hebb, kumpulan sel adalah dasar neurologis dari sebuah ide atau pemikiran. Teori-teori Otak Dekade 1990-an merupakan Dekade Otak (*The Decade of the Brain*), di mana banyak penelitian yang berkaitan dengan otak manusia dilakukan. Selama periode ini, beberapa penelitian tentang otak telah ditemukan. Teori belahan bumi adalah salah satu penemuan paling populer pada periode ini. Teori terbaru dikembangkan oleh Ned Herrmann, yang merupakan pengembangan dari Truine Brain Theory dari Maclean dan Teori Otak Kiri dan Otak Kanan dari Sperry (Bahaudin, 1999).

1.4.1 Truine Brain Theory

Truine *Brain Theory* dikembangkan oleh Dr. Paul Maclean, 1990. Neurolog Amerika Paul Maclean adalah pendukung mikrogenesis, dengan alasan bahwa struktur otak manusia mencerminkan evolusi berabad-abad. Maclean percaya bahwa kepala manusia tidak hanya berisi satu otak, tetapi tiga otak. Seperti halnya lapisan situs arkeologi. Setiap otak sesuai dengan tahap evolusi yang berbeda. Setiap otak terhubung dengan dua lainnya, tetapi masing-masing bekerja secara individual dengan “kepribadian” yang berbeda.



Gambar 2. Susunan Otak dalam Teori *Truine Brain*

- Teori *Truine Brain* membagi proses evolusi perkembangan otak menjadi tiga tahap.
- Tahap pertama adalah tahap purbakala. Dikenal sebagai otak reptil primitif (*reptilian brain*). Disebut demikian karena otak terdapat pada reptil yang berkembang dari zaman prasejarah hingga saat ini, seperti kadal dan buaya. Otak reptil terdiri

dari batang otak dan otak kecil (*cerebellum*), yang bertanggung jawab atas perilaku spesifik spesies, yaitu naluri seperti perilaku, kelangsungan hidup, dan agresi. Batang otak dan otak kecil membentuk seluruh otak reptil. Proses tubuh yang terus menerus, seperti pernapasan, detak jantung. Tidur dikendalikan oleh batang otak. Lebih tepatnya, batang otak dikaitkan dengan sistem saraf otonom, bagian dari sistem saraf yang mengatur detak jantung, pernapasan, dan fungsi lain yang tidak memerlukan kontrol sadar karena selalu aktif, bahkan saat tidur.

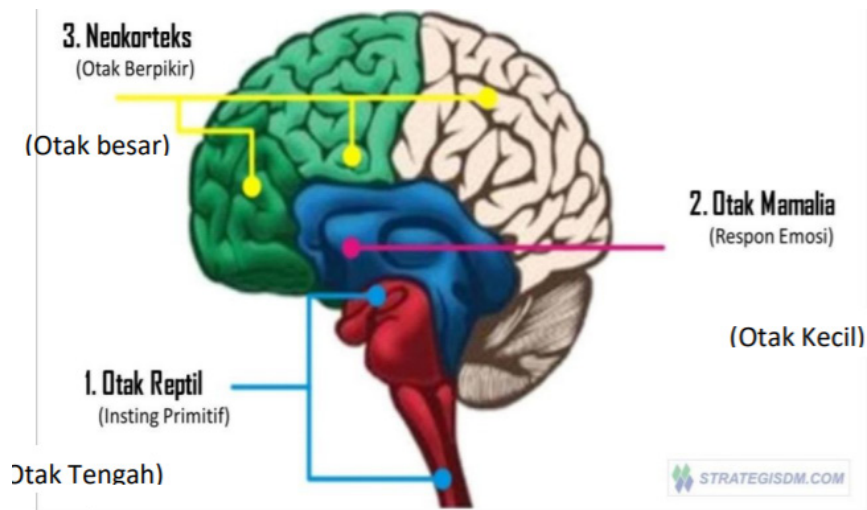
Reptil lebih mementingkan fungsi motorik yaitu kelangsungan hidup dan aktivitas hadapi atau lari. Terletak di dasar otak besar/batang otak, otak reptil adalah pusat perilaku sensorik dan naluriah, bertugas mengatur kebutuhan dasar seperti kelangsungan hidup, reproduksi, dan perawatan diri. Otak reptil juga mengontrol fungsi tubuh seperti detak jantung, pernapasan paru-paru, dan termoregulasi. Aktivitas otak pada reptil meliputi: naluriah, respons spontan seperti berlari saat dikejar anjing, takut, stres, merasa terancam, marah, kurang tidur atau lelah fisik. Efek dari kondisi di atas adalah: agresi, dominasi, pencarian jodoh, seks, paksaan, paksaan, keserakahan, dan lainnya.

- Tahap kedua atau disebut dengan tahap Paleo Mamalia, karena seiring berjalannya waktu, jenis-jenis mamalia (mamalia) juga berkembang. Maclean percaya bahwa kebanyakan mamalia dengan sistem limbik lahir setelah sistem reptil. Otak mamalia asli pada dasarnya adalah otak reptil ditambah sistem limbik. Sistem limbik terdiri dari hippocampus, thalamus dan amygdala yang bertanggungjawab atas suasana hati dan naluri emosional (perilaku yang berhubungan dengan makanan, seks, dan kompetisi). Emosi ini adalah fungsi individu dan spesies dalam pelestarian diri. Sistem ini mampu belajar karena mengandung memori emosional yang dikenal sebagai *emotion-laden memory*. Fungsi terakhir dari sistem limbik berkaitan dengan rasa sakit dan kesenangan, yaitu penghindaran rasa sakit dan pengulangan kesenangan. Otak mamalia lebih fokus pada aktivitas seperti perasaan, emosi, memori, kekebalan. Sistem limbik memainkan peran penting dalam mengatur 3 emosional dan kognitif. Fungsinya dijelaskan lebih jelas sebagai berikut: a) Mengendalikan ritme biologis tubuh seperti pola tidur, lapar, haus, tekanan darah, detak jantung, gairah seksual, suhu, kimia tubuh, metabolisme, dan sistem imun. b) Sistem limbik merupakan sistem kontrol utama untuk memperoleh informasi dari indra penglihatan, pendengaran, sensasi tubuh, sentuhan, dan penciuman. Informasi tersebut kemudian diarahkan ke bagian berpikir dari neokorteks. Inilah sebabnya mengapa peristiwa masa lalu dapat diingat untuk waktu yang lama. Terkadang itu bisa mengalahkan pemikiran logis. c) Mengendalikan emosi kita juga mengendalikan fungsi tubuh kita. Ini mungkin menjelaskan mengapa emosi dapat secara langsung mempengaruhi kesehatan fisik seseorang.
- Tahap ketiga atau disebut juga Neocortex. Neocortex adalah bagian utama otak pada primata. Neocortex menempati hampir seluruh belahan otak (80%) dari semua zat

di otak manusia dan disebut “otak berpikir”. Maclean menemukan penelitian yang menunjukkan bahwa neocortex menyumbang dua pertiga dari total massa otak. Bagian ini mengontrol proses tingkat tinggi seperti logika, penalaran, pemikiran kreatif, integrasi bahasa dan informasi sensorik, yang membedakannya dari hewan. Sementara semua hewan juga memiliki neokorteks, itu relatif kecil dengan sedikit atau tanpa lipatan (menunjukkan luas permukaan dan kompleksitas dan perkembangan). Tikus tanpa korteks dapat bertindak dengan cara yang cukup normal (setidaknya secara dangkal), sedangkan sayuran tidak memiliki korteks.

Di dalam neocortex terdapat 12-15 juta sel yang dapat berinteraksi dengan sel lain. Dalam neocortex, inilah 4 kecerdasan manusia yang berfungsi untuk memodulasi informasi yang diperoleh dari panca indera kita, seperti: penglihatan (mata), pendengaran (telinga), sentuhan (tangan), penciuman (hidung). Neocortex akan merespons melalui proses penalaran, pemikiran intelektual, pengambilan keputusan, perilaku rasional, mengendalikan keterampilan motorik sadar, menghasilkan ide, keterampilan berbicara, dan kreativitas. Ada juga kecerdasan yang lebih tinggi di otak ini, yaitu: INTUISI. Inilah yang membedakan manusia dengan ciptaan Tuhan lainnya. Manusia mampu mengontrol emosinya dan berperilaku baik. Pada dasarnya, neocortex memungkinkan manusia untuk berpikir secara cerdas, logis, membuat keputusan yang cermat, memiliki kontrol motorik yang sadar, dan menciptakan pikiran nonverbal dengan baik.

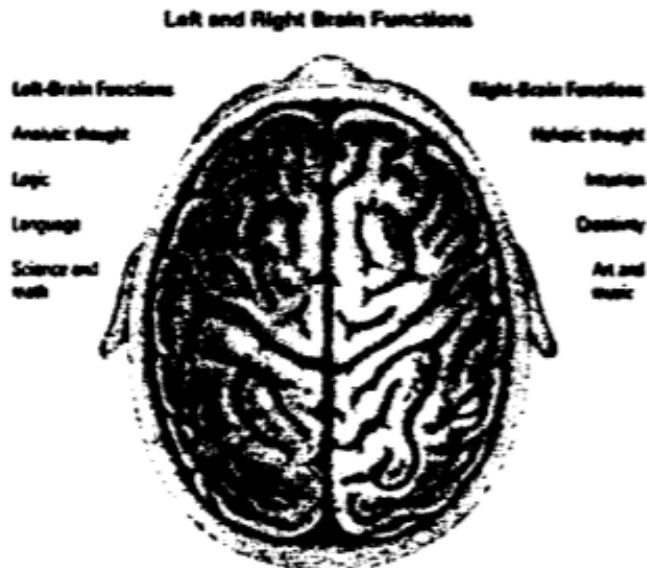
Ketiga komponen otak ini menghasilkan apa yang kemudian disebut perilaku manusia. Masing-masing adalah unit independen yang bisa eksis tanpa yang lain. Fleksibilitas model Maclean terletak pada pemisahan yang cerdas dari perilaku mekanis, emosional, dan rasional. Model tersebut juga menunjukkan bagaimana keberadaan mereka disusun secara kronologis dan apa kegunaannya masing-masing. Bagaimana implikasinya? Jika diperhatikan, umat Islam yang berpuasa setiap tahun di bulan Ramadan sebenarnya sedang mengendalikan nafsu dan emosi. Nafsu merupakan manifestasi dari reptilian brain, dan emosi adalah manifestasi dari *paleomamalian brain*. Jadi jika otak dua “binatang” itu bisa dikendalikan, diharapkan otak mamalia baru bekerja lebih optimal dan manusia menjadi lebih rasional atau mengembangkan aspek pemikirannya.



Gambar 3. Susunan Otak dalam Teori *Truine Braina*

1.4.2 Teori Belahan Otak

Teori Otak Kiri dan Otak Kanan Speny membagi otak menjadi dua belahan, yaitu belahan kiri dan belahan kanan. Secara garis besar, kedua bagian tersebut memiliki fungsi yang berbeda. Belahan kanan (otak kreatif) bertanggung jawab untuk memproses dan menyimpan informasi tentang gambar, imajinasi, warna, ritme, dan ruang. Sedangkan otak kiri (otak analitis) memproses angka, kata, logika, urutan, dan detail. Bagaimana implikasinya?



Gambar 4. Otak Kiri dan Orak Kanan

Dalam dunia pendidikan sebenarnya ideal untuk menstimulasi baik belahan otak, otak kreatif maupun otak analitis. Hal ini dapat diamati pada bayi yang sedang bermain, yang sebenarnya belajar secara spontan, tanpa beban, dan menggunakan kedua belahan otak. Namun, orang tua yang sering mengatakan “Jangan!” mungkin akan membatasi proses pembelajaran. Bahkan menurut MacGregor (2001), anak usia 0-5 tahun dapat belajar lebih banyak data dan fakta dibandingkan mahasiswa yang belajar untuk gelar sarjana. Santoso (2001) mencoba untuk membandingkan karakteristik otak kiri dan otak kanan, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbedaan Otak Kanan dan Otak Kiri

Belahan Otak Kiri	Karakteristik	Belahan Otak Kanan	Karakteristik
Detail	Kecenderungan pada detail-detail	Relational	Orientasi pada hubungan-hubungan
Konvergen	Kecenderungan meng-himpun	Spasial	Orientasi ruang dan bentuk/dimensi
Kontrol	Kecenderungan mengontrol	Musikal	Kemampuan mengerti music
Rasional	Orientasi pada hal yang sudah terjadi	<i>Acoustic</i>	Kecenderungan menyerap bunyi
Verbal	Kecenderungan secara lisan	Holistik	Pandangan yang menyeluruh
Objektif	Orientasi pada tujuan akhir	Multipel	Kecenderungan Penggunaan
Duniawi	Kecenderungan pada hal-hal jasmani	Artistik	Orientasi pada keindahan
Realistis	Kecenderungan pada yang nyata	Simbolik	Orientasi pada simbol-simbol
Dominan	Kecenderungan pada maksimalisasi	Imaginatif	Kecenderungan berimajinasi
Diferensial	Kecenderungan keberbedaan	Simultan	Kecenderungan secara tetap
Sekuensial	Orientasi pada tahapan	Continuous	Tindakan yang berlanjut
Historikal	Orientasi pada sejarah	Emosional	Orientasi pada otak emosional
Analitis	Kecenderungan menganalisa	Sensuous	Orientasi pada “rasa”
Eksplisit	Kecenderungan kepada ketegasan	Intuitif	Orientasi penggunaan intuitif
Langsung	Kecenderungan melakukan secara langsung	Kreatif	Orientasi pada kreativitas

Belahan Otak Kiri	Karakteristik	Belahan Otak Kanan	Karakteristik
Suksesif	Kecenderungan berturut-tan	Minor–Quiet	Kecenderungan secara bergerak
Matematis	Orientasi pada hal yang bisa dihitung	Timeless	Tidak terikat waktu
Aktif	Kecenderungan melakukan lebih dulu	Spiritual	Orientasi pada kejiwaan
Membaca	Kemampuan Membaca	Divergen	Kecenderungan berbeda
Menulis	Kemampuan Menulis	Metaphonic	Kemampuan pada hal tak kasat mata
Naming	Kemampuan Memberi Memberi Identitas	Kualitatif	Orientasi pada kualitas
Ordering	Orientasi pada perintah	Subjektif	Orientasi pada proses
Abstrak	Orientasi penggambaran tanpa bentuk	Receptive	Orientasi pada sikap membuka diri
Bicara	Kemampuan berkata-kata	Horisontal	Orientasi pada pemikiran menyamping
Deduktif	Kecenderungan menyimpulkan	Sintetik	Kecenderungan meniru
Diskrit	Kecenderungan berciri lain	Kongkrit	Kecenderungan pada hal konkret
Eye	Orientasi pada indera lihat	Facial recognition	Kemampuan pengenalan tampilan
Western	Orientasi pada pola pikir barat	Komprehensif	Orientasi berpikir luas
		Impulsif	Kemampuan bertindak tanpa rencana
		Existential	Kemampuan menampilkan diri
		Perception of abstract patterns	Persepsi pada pola-pola abstrak
		Recognition of Complex figures	Pengenalan pada pola yang kompleks

Sumber: Santoso, 2001

Fungsi otak kiri dan kanan adalah mengolah data yang masuk melalui telinga kanan dan kiri, dalam mempelajari fungsi kedua belahan otak untuk mengolah dan mengolah data atau informasi secara mandiri, seperti yang ditunjukkan oleh riset ini dengan menggunakan metode ***dicotic listening***. Teori dan temuan ini menunjukkan bahwa belahan otak kiri bertanggung jawab untuk memproses informasi verbal.

Menurut Hebb, ada dua jenis pembelajaran, yang pertama terkait dengan urutan progresif pembentukan sel dan sekuensi fase secara gradual selama masih bayi dan anak-anak, proses pembelajaran awal ini adalah representasi neurologis objek dan lingkungan. Dalam arti tertentu, salinan objek lingkungan ini ada dalam sistem saraf anak. Selama proses belajar awal ini, anak harus berada dalam lingkungan yang kaya yang mencakup berbagai pemandangan, suara, tekstur, bentuk, objek, dan banyak lagi. Semakin kompleks lingkungan, semakin diekspresikan pada tingkat saraf, dan semakin diekspresikan pada tingkat neurologis, semakin besar kemampuan anak untuk berpikir. Jadi, dalam proses pembelajaran awal, mungkin ada proses asosiasi tertentu. Isu-isu yang tampaknya penting untuk pengembangan kumpulan seluler dan urutan fase adalah prinsip-prinsip kontinuitas dan frekuensi, misalnya, jika serangkaian peristiwa lingkungan sering terjadi, itu akan bermanifestasi secara neurologis sebagai sekuensi fase.

Salah satu pilar mendasar yang menopang hubungan antara pendidikan dan ilmu saraf adalah kemampuan otak untuk belajar. *Neuroscience* telah mengembangkan dan meningkatkan pemahaman kita tentang perkembangan otak awal dan bagaimana perubahan otak ini berhubungan dengan pembelajaran. Otak adalah pusat kecerdasan manusia, dan mengontrol sistem saraf untuk menangkap pembelajaran. Pendidikan anak usia dini melalui metode neuroscientific dapat dilaksanakan dengan berbagai cara, termasuk cara guru memberikan pendidikan terlebih dahulu dan harus memahami bagaimana otak manusia berperilaku. Juga, memperhatikan cara kerja alami otak pembelajar selama proses pembelajaran.

Otak memiliki prosesor super kuat yang mampu menghasilkan pikiran tak terbatas dan saling berhubungan, dan jika tahu cara menggunakannya, belajar tidak akan menjadi latihan yang melelahkan dan membuat stres, tetapi cepat, mudah, dan bermanfaat.

Otak memiliki lima fungsi utama: Menerima—Otak akan menerima informasi melalui indra.

1. Menyimpan—Otak akan menyimpan dan menyimpan informasi dan dapat mengaksesnya sesuai permintaan. (Meskipun mungkin tidak selalu seperti itu)
2. Menganalisis—Otak mengenali pola dan suka mengatur informasi dengan cara yang bermakna: dengan memeriksa informasi dan mempertanyakan makna.
3. Mengontrol—Otak akan mengontrol cara mengelola informasi secara berbeda tergantung pada status kesehatan, sikap pribadi, dan lingkungan.
4. Keluaran S—Keluaran otak Anda menerima informasi melalui pikiran, ucapan, menggambar, gerakan, dan semua bentuk kreativitas lainnya.

Kedua sisi otak, atau dua korteks, dihubungkan oleh jaringan serabut saraf yang sangat kompleks yang disebut *Corpus Callosum*, yang terutama menangani berbagai jenis aktivitas mental. Pada kebanyakan orang, korteks kiri dikaitkan dengan:

- logika, kata-kata, daftar, baris, angka dan analisis—yang disebut kegiatan ‘akademik’. Sementara korteks kiri terlibat dalam aktivitas ini, korteks kanan lebih dalam ‘gelombang alfa’ atau keadaan istirahat, siap membantu.

Korteks kanan berhubungan dengan:

- ritme, imajinasi, warna, melamun, spasial kesadaran, Gestalt (yaitu, gambaran yang terorganisir secara keseluruhan atau dengan kata lain 'keseluruhan lebih besar dari jumlahnya bagian') dan dimensi.

Kedua sisi otak Anda tidak berfungsi secara terpisah satu sama lain, mereka harus bekerja sama agar berfungsi dengan baik. Semakin Anda dapat merangsang kedua sisi otak Anda secara bersamaan, semakin efektif mereka dapat bekerja sama untuk membantu Anda:

- Berpikir lebih baik.
- Ingat lebih banyak.
- Ingat langsung.

Pembelajaran berbasis otak adalah pembelajaran yang konsisten dengan cara otak dirancang secara alami untuk belajar. Gunakan pendekatan multidisiplin. Pembelajaran otak berdasarkan pada pembelajar, bukan pada konten. Dasar dari kursus ini adalah untuk menciptakan kondisi optimal untuk pembelajaran alami. Pembelajaran kompleks adalah proses yang lebih mencerminkan cara otak manusia dirancang secara alami untuk belajar. Ketika pembelajaran melibatkan semua bagian tubuh, otak bertindak sebagai pos perjalanan stimulasi yang datang. Semua input sensorik diurutkan, diprioritaskan, diproses, disimpan atau dibuang ke alam bawah sadar dan kemudian diproses oleh otak.

Pembelajaran fisik dapat mengubah otak. Setiap pengalaman baru yang kita temui mengubah kekebalan elektrokimia kita. Dengan (sampai batas tertentu) stimulasi yang lebih baru dan lebih menantang, otak akan lebih baik dalam mengaktifkan jalur baru. Potensi memori terjadi ketika otak merasakan bahwa sesuatu yang penting dapat masuk ke dalam memori jangka panjang. Sebagai sesuatu yang menyebabkan potensiasi jangka panjang, proses pensinyalan elektrokimia inilah yang oleh para ilmuwan disebut pembentukan memori.

Pada setiap tahap perkembangan, sejumlah gen tertentu dipengaruhi oleh faktor lingkungan tertentu. Penelitian terbaru berfokus pada apa yang disebut "jendela kesempatan", yang mengacu pada periode persiapan maksimal untuk penerimaan pembelajaran. Paparan stimulasi yang tepat selama periode puncak ini dianggap dapat mengoptimalkan minat alami anak dalam belajar, terutama yang berkaitan dengan bahasa, musik, dan perkembangan motorik. Gen tidak membentuk pola pembelajaran, tetapi mereka mewakili banyak risiko atau peluang. Karena itu, jika seorang anak dilahirkan dengan gen jenius, tetapi tumbuh di lingkungan yang tidak kaya, peluangnya untuk menjadi jenius sangat kecil.

Individu rata-rata secara genetik dibesarkan dalam lingkungan yang mendukung dan stimulasi intelektual dapat mencapai tingkat yang sangat luar biasa karena lingkungan yang diperkaya. Perkembangan otak setiap orang itu unik. Bahkan kembar identik pun memiliki otak yang berbeda. Cara yang bagus untuk menghargai keunikan dan perbedaan adalah dengan mempertimbangkan gaya belajar. Gaya belajar didasarkan pada pengamatan perilaku atau psikologis daripada neurobiologi.

Gerald Edelman, Ph.D. (1992) mengatakan bahwa mengaktifkan bagian otak yang berbeda secara otomatis mengaktifkan bagian lain dari otak. Otak kita adalah multiprosesor, dan meskipun pelajar memiliki preferensi untuk gaya belajar tertentu, penelitian otak menunjukkan bahwa otak memproses informasi dari berbagai sumber di berbagai tingkatan. Lingkungan yang kaya untuk perkembangan otak didukung oleh penelitian terobosan baru yang inovatif di University of California, Berkeley yang pertama dilakukan oleh Marion Diamond, Ph.D. Sebuah studi terpisah dilakukan oleh peneliti dari University of Illinois William Greenough, Ph.D., (Greenough dan Anderson, 1991). Berdasarkan studi perintis ini, dan studi berikutnya, kita sekarang tahu bahwa otak manusia sebenarnya mempertahankan jumlah plastisitas yang mengejutkan sepanjang hidup.

Otak kita mengubah dirinya dalam beberapa cara:

1. Pertama, dorongan dari dalam, juga dikenal sebagai genetik atau pra persambungan, menciptakan bagan untuk memproses yang memicu perubahan di otak.
2. Kedua, proses menghasilkan terlalu banyak sinapsis sebelum dibutuhkan. Ini terjadi ketika: a) semua anggota spesies umumnya perlu belajar, b) beberapa peristiwa pasti akan terjadi, dan c) waktunya relatif kritis.
3. Ketiga, otak merespons pada proses “ketergantungan pengalaman” yang dipicu oleh stimuli lingkungan.

Otak bergantung pada sirkuit yang tak terhitung jumlahnya untuk melakukan ini secara efisien. Koneksi ini disebut “fase penghubungan” karena mereka secara bersamaan mengikat stimuli bersama. Ketika pelajar diberikan umpan balik yang lebih konsisten dan berkualitas tinggi, mereka lebih mampu menyatukan potongan-potongan teka-teki pembelajaran dan mengintegrasikan informasi ini ke dalam hubungan dan pola yang lebih berkualitas. Kita mungkin dengan sengaja memperlambat pemikiran, kecerdasan, dan perkembangan otak kita, terutama menciptakan “para pembelajar yang lamban” karena mereka tidak memberikan umpan balik dan membutuhkan waktu terlalu lama untuk memberikan umpan balik atau mengulangi umpan balik yang kita buat di lingkungan belajar.

1.5 Karakteristik Gaya Pembelajaran

Ada banyak gaya pembelajaran yang tersedia sekarang. Masing-masing memiliki kelebihanannya. Otak manusia tidak memiliki preferensi atau “gaya pembelajaran tunggal.” Kita jauh lebih kompleks dari itu. Kategori berikut mencakup pandangan realistik dan global tentang gaya belajar yang dapat digunakan dalam desain pembelajaran apa pun untuk memaksimalkan tingkat penerimaan, terlepas dari preferensi dan keunikan peserta didik yang berbeda.

1. Pertama yaitu konteks, keadaan yang melingkupi pembelajaran memberikan petunjuk penting tentang apa yang diharapkan selama pembelajaran.
2. Kedua yaitu input, pembelajar membutuhkan sensori input untuk setiap pembelajaran terjadi. Input ini dapat berupa visual, audio, kenestetik, penciuman, dan perasa.

3. Ketiga yaitu pemrosesan, selama tahap ini, peserta didik memanipulasi data yang dikumpulkan melalui indra, termasuk data yang diperoleh dari lingkungan global dan analitis, konkret atau abstrak, multi-tugas atau tugas tunggal.
4. Keempat yaitu respons, ketika pelajar mulai memproses informasi, tanggapan mereka secara intuitif didasarkan pada banyak faktor, seperti waktu, penilaian risiko, titik referensi internal atau eksternal, dan karakteristik pribadi.

1.6 Kelebihan dan Kekurangan Teori Kerja Otak

Sebagai teori belajar yang berbasis pada kemampuan otak (*neuroscience*), tentu memiliki pro dan kontra. Keuntungannya adalah sebagai berikut:

- Ide-ide baru tentang cara kerja otak manusia.
- Memperhatikan kerja alamiah otak si peserta didik selama proses pembelajaran.
- Menciptakan suasana belajar yang menghormati dan mendukung peserta didik.
- Menghindari terjadinya pemforsiran terhadap kerja otak.
- Berbagai model pembelajaran dapat digunakan dalam menerapkan teori tersebut. Disarankan untuk mengubah mode pembelajaran untuk menstimuli potensi peserta didik.

Kerugiannya adalah sebagai berikut:

- Pendidik Indonesia belum sepenuhnya memahami teori ini (masih baru).
- Butuh banyak waktu untuk memahami (mempelajari) cara kerja otak kita.
- Memerlukan biaya yang tidak sedikit dalam menciptakan lingkungan pembelajaran yang baik bagi otak.
- Diperlukan fasilitas yang memadai untuk mendukung praktik pembelajaran teori.

1.7 Implementasi dalam Proses Pembelajaran

Belajar adalah interaksi antara keadaan internal siswa dan proses kognitif serta stimuli dari lingkungan. Dalam hal keberhasilan proses belajar, cara kerja otak menghasilkan hasil belajar. Hasil belajar meliputi:

1. Informasi verbal: kemampuan untuk mengungkapkan pengetahuan dalam bahasa lisan atau tulisan.
2. Keterampilan intelektual: keterampilan yang berhubungan dengan lingkungan.
3. Strategi kognitif: kemampuan menyalurkan dan mengarahkan aktivitas kognitifnya sendiri.
4. Keterampilan motorik: kemampuan untuk melakukan berbagai gerakan fisik.
5. Sikap: kemampuan untuk menerima atau menolak suatu objek berdasarkan evaluasi terhadap objek tersebut.

Implikasi lainnya adalah cara kita sebagai manusia harus meningkatkan atau memaksimalkan kinerja otak untuk mengasah otak atau meningkatkan fokus otak. Semakin sering

kita menajamkan, semakin mudah otak kita menangkap informasi. Dengan cara ini, jika otak kita siap menerima pikiran dari luar dan meneruskannya ke otak orang lain, maka kita lebih mudah menerima semua proses pembelajaran. Teori ini menunjukkan betapa pentingnya otak dalam proses belajar kita (Latip & Supena, 2019). Jadi jangan biarkan otak bekerja begitu saja sehingga kehampaan muncul tanpa disadari. Bukannya semakin otak diisi dengan pengetahuan maka akan semakin membebani dan merusak saraf otak, sebaliknya jika semakin banyak latihan maka kerja otak akan sangat baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Buzan, Tony. *The Buzan Study Skills Handbook The Short Cut to Succes in Yours Studies With Mind Mapping, Speed Reading and Winning Memory Techniques*. BBC
- Damasio, Antonio. 2009. *Memahami Kerja Otak*. Yogyakarta: PT. BACA!
- Eka Susanti, Salamah. Pembelajaran Anak Usia Dini dalam Kajian Neurosains. *TRILOGI: Jurnal Ilmu Teknologi, Kesehatan, dan Humaniora*, 2(1), Januari-April 2021: 53-60
<https://www.kompasiana.com/novasilviani/55005d2da333114e7551069c/inovasi-pembelajaran-yang-bertujuan-berbasis-kemampuan-otak>
- Jensen, Erric. 2007. *Brain Based Learning*. Terj. Pembelajaran Berbasis Otak. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Johnson, Mark H. and Michelle de Haan. *Developmental Cognitive Neuroscience An Introduction Fourth Edition*. This edition first published 2015. The Atrium, Southern Gate, Chichester, West Sussex, PO19 8SQ, UK
- Saleh, Salmiza, dan Anis Diyana Halim. Kecenderungan Otak dan Hubungannya dengan Pencapaian dan Motivasi Pelajar. *Jurnal Pendidikan Malaysia* 41(1)(2016): 65-70
- Berry, J., Wallace, K.L., & Shores, E.A. 2019. The Chinese Australian Neuropsychological Normative Study sample performance on Western and Chinese norms: Caveats for cross-cultural neuropsychology. *Australian Psychologist*, 54(2), 90–101. <https://doi.org/10.1111/ap.12378>
- Chojak, M. 2018. *Neuropedagogy as a Scientific Discipline: Interdisciplinary Description of the Theoretical Basis for the Development of a Research Field*. 12(8), 4.
- Fernandez, A.L. 2019. Modern Neuropsychological Tests for a Diversity of Cultural Contexts. *The Clinical Neuropsychologist*, 33(2), 438–445. <https://doi.org/10.1080/13854046.2018.1560501>
- Johnson, M.H. (n.d.). *Developmental Cognitive Neuroscience: An Introduction*. 343.
- Latifah, A., & Sahroni, D. 2020. Analisis Perilaku Belajar Siswa dalam Perspektif Neuropsikologi di Paud Pelita Gunungpuyuh Kota Sukabumi Jawa Barat. *Jurnal Paud Agapedia*, 2(2), 96–103. <https://doi.org/10.17509/jpa.v2i2.24414>

- Latip, A.E., & Supena, A. 2019. Pengembangan Pembelajaran Tematik Terpadu di Sekolah Dasar dengan Gangguan Neuropsyichology. *Primary : Jurnal Keilmuan dan Kependidikan Dasar*, 10(2), 177. <https://doi.org/10.32678/primary.v10i02.1290>
- Mapman, M. (n.d.). *Learn With Mind Maps: How To Enhance Your Memory, Take Better Notes, Boost Your Creativity, And Gain An Edge In Work Or School—Easily*. 121.
- Nuraeni, L. 2014. *Pendidikan Berbasis Neuropedagogis*. 8, 10.
- Patten, K.E. (n.d.). *Toward a Neuropedagogy of Emotion*. 226.

BAB II

EDUCATIONAL NEUROSCIENCE/ NEUROPEDAGOGY/NEUROEDUCATION



2.1 EDUCATIONAL NEUROSCIENCE

2.1.1 Pengertian Educational Neuroscience

Istilah *educational neuroscience* mungkin bukan yang kita dengar setiap hari, tetapi saat ini ada bidang multidisiplin yang mengintegrasikan perspektif teoretis dan metodologis dari pendidikan dan ilmu saraf dan memberikan perbedaan dan keragaman secara koheren (Han *et al.*, 2019). Dalam praktiknya *educational neuroscience* ini menggabungkan metode pendidikan dengan cabang ilmu kedokteran, ilmu saraf.

Secara umum, teori ini berarti studi tentang otak. *Neuroscience* didefinisikan sebagai proses berkelanjutan dari sel-sel saraf dan studi tentang sistem saraf manusia, otak, dan dasar-dasar biologis kesadaran, memori, persepsi, dan pembelajaran. Teori belajar ini didasarkan pada struktur otak dan fungsi otak, dan selama fungsi otak tidak terganggu maka proses belajar dapat terjadi. Setiap orang dilahirkan dengan otak dan itu adalah proses yang sangat lengkap, dinamis, efisien, dan kuat. Oleh karena itu, dianjurkan agar otak kita tetap sehat agar kita dapat belajar dengan baik.

Secara harfiah ada tiga istilah: *Neuro* berarti sel saraf otak. Dalam hal ini, bagaimana sel-sel ini mencatat atau merekam informasi tentang lingkungan kita ketika mendapat stimulus. Menurut para ahli *neuroscience*, sel-sel saraf otak kita menerima 4 juta keping informasi setiap detik. Informasi ini masuk ke otak kita melalui aksi sel saraf atau akson. Di dalam otak manusia terdapat akson yang berperan sebagai pembawa pesan di dalam tubuh

kita. Ketika akson menerima stimulus eksternal, mereka memprosesnya dalam dua cara, yaitu: 1) sinyal listrik dan 2) sinyal kimia (neurotransmitter).

Secara terminologi, *neuroscience* adalah bidang ilmu yang mengkhususkan diri dalam studi ilmiah tentang sistem saraf. Atas dasar ini, *neuroscience* juga dikenal sebagai studi tentang semua fungsi otak dan sumsum tulang belakang (Wikipedia, 2012). *Neuroscience* adalah sistem pendidikan baru yang mempelajari cara kerja sistem saraf (Wathon, Aminul). *Neuroscience* juga merupakan ilmu neural (*neural science*) yang mempelajari sistem saraf, terutama neuron atau sel saraf dengan menggunakan pendekatan multidisiplin (Pasiak, 2012). Ilmu saraf pendidikan adalah bidang studi yang relatif baru dan sangat interdisipliner. Tujuannya adalah untuk meningkatkan praktik *educational* dengan menerapkan hasil penelitian otak (Bruer, 2016). Tiga temuan kunci dari ilmu saraf perkembangan, menurut argumen Bruer (Bruer, 2016) dalam ilmu saraf dan pendidikan:

1. Anak usia dini ditandai dengan pertumbuhan pesat dalam jumlah sinapsis di otak (sinaptogenesis), yang diikuti dengan periode pemangkasan.
2. Saat-saat kritis ketika otak berkembang adalah yang terbaik untuk mengembangkan keterampilan sensorik dan motorik tertentu.
3. Lingkungan yang kaya stimulus menyebabkan sinaptogenesis yang lebih besar. Anak-anak dapat belajar lebih banyak pada usia dini ketika mereka memiliki kelebihan pertumbuhan sinaptik dan aktivitas otak puncak.

Neuroscience hanyalah pengembangan biologi manusia yang berasal dari ilmu kedokteran, yang mengkhususkan diri dalam studi otak. Otak merupakan organ yang mengatur segala aspek kehidupan biologis, manusia dan hewan. Semua gerakan tubuh dikendalikan oleh otak. Dari kesadaran manusia hingga makan, tidur, belajar, berpikir, berperasaan, sampai berpikiran inovatif dan menemukan segala, semuanya dimulai dengan otak.

Lebih khusus lagi, *neuroscience* adalah ilmu yang mengkhususkan diri pada neuron (sel saraf). Sel-sel saraf ini membentuk sistem saraf, termasuk sistem saraf pusat (otak dan sumsum tulang belakang) dan saraf tepi (31 pasang saraf tulang belakang dan 12 pasang saraf kepala). Sel saraf sendiri bukanlah unit terkecil dari sel saraf, unit terkecil dari sel saraf (neuron) adalah sinopsis, yaitu perpotongan dua sel saraf untuk memindahkan dan mentransmisikan informasi *neurotransmitter*. Biasanya, *neuroscience* berfokus pada sel-sel saraf di otak.

Educational neuroscience adalah bidang *neuroscience* yang berfokus pada studi tentang konsep-konsep pendidikan dari perspektif sistem kerja otak. Ternyata guru dan orang tua masih kurang memperhatikan bidang penelitian ini, sehingga menyebabkan suasana belajar pasif dan tidak optimal dalam merangsang sel-sel saraf di otak manusia. Guru dan orang tua yang kurang memahami dasar biologis keterampilan dan perilaku anak juga cenderung mendidik anak sesuai keinginan atau melanjutkan cita-citanya, menjadikan tujuan belajar anak hanya untuk menyenangkan guru dan orang tua daripada tujuan belajar yang optimal sesuai tahap perkembangannya (Batubara & Supena, 2018).

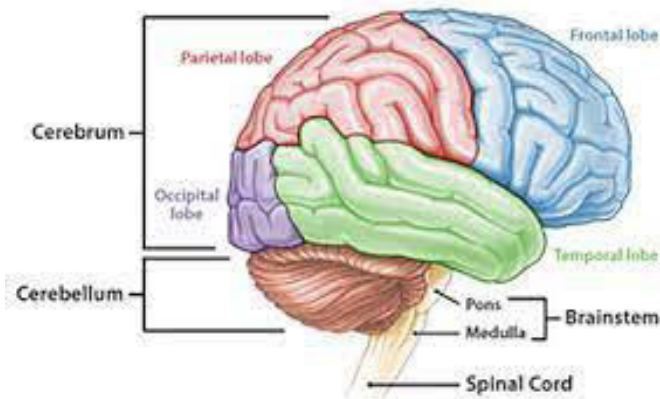
Sebagai ilmu yang masih berkembang ruang lingkup dan hubungannya dengan disiplin ilmu lain termasuk psikologi (Pasiak, 2006). Sehingga para ahli neuroscience mendefinisikan lebih luas *maknanya neuroscience is a field that is devoted to the scientific study of the nervous system. Such studies span the structure function, evolutionary history, development, genetic, biochemistry, physiology, pharmacology, informatic, computational neuroscience and pathology*. Artinya, *Neuroscience* adalah bidang yang dikhususkan untuk studi ilmiah tentang sistem saraf. Studi tersebut meliputi fungsi penataan, riwayat evolutionary, perkembangan, genetika, biokimia, fisiologi, farmakologi, informatika, neurosains komputasi, dan patologi

Penemuan terbaru dalam *neuroscience* semakin membuktikan bahwa bagian-bagian tertentu dari otak bertanggung jawab untuk mengatur jenis kecerdasan manusia. Kecerdasan matematika dan bahasa berpusat pada otak kiri, meskipun matematika tidak sepenuhnya berpusat pada otak kiri. Kecerdasan musik dan kecerdasan spasial terkonsentrasi di otak kanan. Kecerdasan kinestetik yang dimiliki oleh dahi terkonsentrasi di area motorik korteks serebral. Kecerdasan interpersonal dan interpersonal diatur dalam sistem limbik dan terhubung dengan lobus prefrontal dan temporal (Wathon, 2006).

Paradigma pendidikan baru sebagai hasil penelitian neuroscience (Teagle, 1992) didasarkan pada asumsi bahwa manusia memiliki kemampuan belajar yang tidak terbatas (*limitless capacity to learn*) sehingga memiliki kemampuan luar biasa untuk menciptakan hal-hal baru. Hubungan neuropedagogis dengan kesulitan belajar terjadi ketika sel-sel saraf di otak kita rusak, baik di belahan kanan maupun kiri, menyebabkan individu mengalami kesulitan dalam melakukan tugas belajar yang berkaitan dengan bahasa, penglihatan, dan pendengaran menurut Wittrock (1978) dan Gordon (1983).

2.1.2 Tujuan Neuroscience

Tujuan utama *neuroscience* adalah mempelajari dasar biologis dari perilaku setiap individu. Ini berarti menjelaskan perilaku manusia dalam kaitannya dengan apa yang terjadi di otak. Dalam sebuah penelitian, otak dan perilaku selalu tak terpisahkan. Dengan peralatan **Positron Emission Tomography** (PET), enam sistem otak (*brain system*) secara kolektif mengatur semua perilaku manusia. Keenam sistem otak tersebut antara lain *cortex prefrontalis*, *sistem limbik*, *gyros cingulatus*, *ganglia basalis*, *lobus temporalis*, dan *cerebellum*.



Seperti terlihat pada gambar di atas, otak dibagi menjadi empat bagian, yaitu:

1. *Cerebrum* (Otak Besar)
2. *Cerebellum* (Otak Kecil)
3. *Brainstem* (Batang Otak)
4. *Limbic System* (Sistem Limbik)

Enam sistem otak berperan penting dalam mengatur kognisi, afeksi, dan psikomotorik antara lain IQ, EQ, dan SQ (pemisahan tubuh, pikiran dan akal akan berdampak pada perkembangan ketiganya (IQ, EQ dan SQ)). Ketidakeimbangan dalam kognitif, domain afektif, dan psikomotorik secara otomatis diabadikan dalam pembelajaran. Oleh karena itu, pengaturan kinerja otak yang normal akan mengarah pada fungsi yang optimal, memungkinkan adanya pengendalian perilaku secara sadar dengan melibatkan dimensi emosional dan spiritual. Atas dasar ini, neuroscience dikenal sebagai ilmu yang menghubungkan otak dan pikiran (brain-mind connection) atau jiwa dan tubuh, termasuk pikiran dan hati. Neuroscience Ilmu yang mempelajari manusia secara keseluruhan atau secara interdisipliner.

- **Neuroscience memiliki beberapa dimensi antara lain:**
 - 1) **Seluler-Molekuler;** Bidang penelitian seluler dan molekuler ini mempelajari berbagai jenis sel saraf dan bagaimana mereka melakukan fungsi spesifik yang berbeda untuk menghasilkan perilaku kompleks seperti emosi, kognisi, dan tindakan. Singkatnya, ketiganya adalah sentimen dan rasio yang membentuk satu unit dalam jaringan neural dari akal sehat. Hal itu menghasilkan pengetahuan dan tindakan yang dihasilkan.
 - 2) **Sistem Saraf;** Bidang sistem saraf mengkaji sel saraf yang berfungsi sama dalam sistem kompleks. Sebagai contoh, masalah penglihatan dikaji dalam “sistem visual”; masalah gerakan dikaji dalam “sistem isotonik” atau sistem kinestetik; masalah pendengaran dikaji dalam “sistem auditori”; dan seterusnya.
 - 3) **Neuroscience Perilaku;** *Neuroscience* perilaku meneliti bagaimana berbagai sistem saraf bekerja sama untuk menghasilkan perilaku tertentu. Misalnya, bagaimana saraf visual, saraf auditori, saraf motorik memproses informasi (materi pelajaran) secara bersamaan (walaupun hanya satu yang mendominasi).

- 4) **Neuroscience Sosial (Sosiosains)**; Bidang ini mempelajari bagaimana “otak sosial” manusia berfungsi dalam membantu manusia membentuk hubungan dengan orang lain. Kemampuan manusia untuk membentuk hubungan dengan orang lain adalah inti dari penyimpanan biologis mereka di otak. Meskipun bukan sistem yang terlokalisasi dan mudah dikenali, “otak sosial” memiliki akar yang dalam dalam interaksi antara berbagai bagiannya. Komponen lobus frontal seperti korteks prefrontal, korteks orbitofrontal, dan korteks ventromedial.

Neuroscience dalam pendidikan adalah komponen utama dan merupakan satu-satunya bidang ilmu yang berkembang paling cepat. Semakin jelas pengamatan aktivitas otak, semakin mudah untuk mengontrol perilaku seseorang, semakin cepat aktivitas *neuroscience*.

- Berikut ini merupakan beberapa kegiatan otak yang berkontribusi bagi pendidikan:
 - 1) **Electroencephalography (EEG)** dan **Magnetoencephalography (MEG)**. EEG dan MEG mampu membaca kecepatan pemrosesan informasi di otak. Untuk mengukurnya, alat tersebut mendeteksi aktivitas elektrik dan magnetik yang terjadi di otak selama proses mental, termasuk belajar-mengajar. Adapun MEG, sekitar 100 detektor magnetik dipasang di sekitar kepala untuk merekam aktivitas magnetik otak. EEG dan MEG merekam perubahan terus-menerus di otak, dalam satu milidetik (seperseribu detik), yang merupakan waktu khas otak memproses sebuah kata. Hasil rekaman memberikan informasi tentang waktu yang dibutuhkan otak untuk membaca atau menghitung angka matematika.
 - 2) **Positron-Emission Tomography (PET)**. PET adalah teknologi mapan untuk mengamati fungsi otak radioaktif pada subjek yang cairannya masuk ke otak. Mencapai tingkat tinggi di area reaktif mengakumulasi lebih banyak radiasi, dan aktivitas ini ditangkap oleh detektor berbentuk cincin yang dipasang di sekitar kepala subjek (pasien).
 - 3) **Functional Magnetic Resonance Imaging (fMRI)**. *Functional Magnetic Resonance Imaging* (fMRI) adalah teknik yang dengan cepat menggantikan pemindaian PET karena efek radiasi yang berlebihan. Teknologi tersebut mampu menunjukkan wilayah otak yang lebih besar atau lebih kecil saat memproses informasi (belajar). Operasi ini didasarkan pada kenyataan bahwa bagian otak yang lebih aktif membutuhkan tingkat oksigen dan nutrisi yang lebih tinggi. Oksigen dikirim ke sel-sel otak melalui hemoglobin. Hemoglobin mengandung zat besi yang bersifat magnetis. fMRI memiliki magnet untuk membandingkan jumlah hemoglobin teroksidasi yang memasuki otak dengan hemoglobin teroksidasi.
 - 4) **Functional Magnetic Resonance Spectroscopy (fMRS)**. fMRS menunjukkan dengan tepat area berpikir aktif di otak dan dapat mengidentifikasi keberadaan bahan kimia di area otak yang diaktifkan.
 - 5) **Single Photon Emission Computed Tomography (SPECT)**. SPECT adalah instrumen paling canggih dalam *neuroscience*. Teknologi ini mampu merekam gelombang

otak saat manusia melakukan aktivitas tertentu tanpa membawa orang tersebut ke laboratorium rekam medis.

Dalam konteks pendidikan, kelima perangkat teknologi pemindai otak tersebut berimplikasi pada perubahan persepsi otak siswa, khususnya kegiatan pembelajaran. Pembelajaran pasif dan menegangkan (siswa hanya duduk diam mendengarkan guru), tidak terlalu mengaktifkan otak siswa sehingga hasilnya kurang maksimal. Sebaliknya, pembelajaran aktif dan menyenangkan (mengajak siswa bergerak, tertawa, dan bertanya) mengaktifkan lebih banyak wilayah otak, sehingga pembelajaran lebih berhasil.

Neuroscience memiliki banyak cabang ilmu saraf. *Neuroanatomy* (struktur otak) dan neurofisiologi (fungsi otak) perlu diperhatikan oleh para pendidik sebagai dasar keberhasilan tumbuh kembang anak di masa depan, dimulai dari proses pengolahan otak pada usia emas. Anatomi otak manusia (*neuroanatomy*) membagi struktur otak menurut belahan otak dan letaknya. Struktur anatomi yang paling populer adalah belahan otak kiri dan kanan. Selain itu, itu dibagi menjadi otak besar dan otak kecil. Anatomi lain mengatakan otak depan dan otak belakang. Bidang ilmu saraf yang berfokus pada kajian fungsi berbagai bagian struktur otak adalah neurofisiologi. Jadi pada dasarnya *neuroanatomy* (struktur otak) dan neurofisiologi (fungsi otak) tidak dapat dipisahkan.

Pembelajaran berbasis otak (*neuroscience*) adalah pembelajaran yang konsisten dengan cara otak dirancang secara alami untuk belajar (terlepas dari manfaatnya bagi otak). Setelah kita mempelajari teori ini, semoga dapat diterapkan dalam proses pembelajaran. *Neuroscience* akan sangat efektif jika diterapkan sejak dini perkembangan otak anak dengan menggunakan memori kinestetik prinsip-prinsip seperti *Alphabet Engram Kinestetik* terkait erat berkaitan dengan fungsi kerja otak, yaitu pergerakan tubuh dapat memberikan rangsangan saraf yang dapat meningkatkan kapasitas memori (Kurniawat, 2018).

2.1.3 Model Pembelajaran *Neuroscience* pada Pendidikan Dasar.

2.1.3.1 Model belajar anak dengan bermain.

Prinsip pengajaran (didaktis) metodelis dalam pembelajaran anak adalah bermain, dan semua anak bermain Suyadi (2014:187). Bermain dan bekerja sama antar anak, penerapan pola belajar anak dalam permainan sekolah dasar dilakukan dengan merancang permainan edukatif yang menstimuli perkembangan otak anak terutama dengan meningkatkan otak di otak rasional untuk menstimuli kerja otak rasional kerja otak anak semakin kompleks dan kecerdasannya akan meningkat. Tergantung pada materi yang dipelajari, game pembelajaran sangat beragam. Misalnya pada materi tentang organisasi sekolah, anak-anak diminta untuk mengurutkan berdasarkan nama organisasi sekolah dalam permainan, dengan cara berlari dan bergiliran, dan hasilnya anak-anak melakukan aktivitas yang mengajarkan kelincihan dan kelenturan. Berpikir cepat, salah satu model pembelajaran yang berfokus pada otak.

Modus aplikasi dari permainan sekolah dasar adalah permainan tepuk tangan, yaitu mengajak anak-anak untuk bertepuk tangan di samping belajar. Misalnya, tepuk konsentrasi,

tepek satu, dua, tiga dan seterusnya. Ini adalah permainan yang akan menyenangkan anak-anak, meningkatkan keterampilan mereka dan mendorong perkembangan mereka. Dimungkinkan juga untuk bermain tepuk tangan saat anak mulai ribut saat belajar, guru memberikan isyarat tepuk diam, maka anak akan bilang “sedapek meneng cep” setelah tepuk. Dengan demikian, guru dapat mempersiapkan diri untuk belajar. Selain menjadi bagian dari penelitian neuroscience, pembelajaran menepuk juga dapat digunakan untuk menghilangkan kebosanan belajar, anak-anak belajar dengan cara yang berbeda, tetapi anak-anak akan melakukannya pada saat yang sama jika ada instruksi atau informasi dari guru.

2.1.3.2 Model Pembelajaran Konstruktivistik (membangun belajar siswa aktif)

Model konstruktivis merupakan proses belajar aktif di mana siswa mengembangkan pengetahuan. Luk Luk Nur Mufidah (2014: 64) Hasil dari observasi dan wawancara. Salah satu strategi pembelajaran yang dirancang untuk meningkatkan aktivitas siswa adalah diskusi saat mempelajari materi tertentu, bagilah anak-anak menjadi beberapa kelompok. Tetapkan setiap kelompok topik atau materi diskusi dengan menyediakan kisi-kisi dalam diskusi. Tujuannya adalah untuk melibatkan anak dengan kelompoknya menjadi aktif bersama. Di sini, tugas guru adalah mengamati proses pembelajaran dan sejauh mana aktivitas siswa, baik secara individu maupun kelompok.

2.1.3.3 Pembelajaran yang Mengarahkan pada Keaktifan Siswa Hampir Sama dengan Model Cara Belajar Siswa Aktif (CBSA).

Model CBSA melibatkan siswa secara aktif dalam setiap sesi pembelajaran, tidak hanya secara psikis tetapi juga fisik, dalam rangka memperoleh pengetahuan, keterampilan, bahkan sikap melalui pendekatan aktif siswa. Pembelajaran yang berpusat pada siswa akan menonjolkan fungsi dan peran siswa dalam pembelajaran, sedangkan guru menjadi fasilitator dan mitra belajar, dan inilah fungsi pembelajaran yang sebenarnya adalah untuk mengoptimalkan potensi anak melalui pendekatan berbasis otak, di mana, otak akan dirangsang untuk terlibat langsung dalam semua aspek pembelajaran.

Model pembelajaran siswa aktif dapat memberikan kepercayaan diri siswa, dan tentunya guru berperan tambahan dalam pembelajaran ini karena mencoba memberikan strategi bagaimana agar anak tetap termotivasi, yang dilakukan adalah dengan memberikan pengalaman belajar, belajar bersama siswa akan merasakan rasa tertarik dan akan mengikuti pembelajaran seperti di dunia anak, kemudian guru, teman atau teman dari kelas yang berbeda akan menanyakan tentang pengalaman anak tersebut.

- Menurut Eric Jansen, strategi pembelajaran yang sangat baik untuk mengembangkan otak adalah sebagai berikut: (13 pilihan berdasarkan bakat, minat, potensi, preferensinya akan memberikan siswa tingkat makna dan motivasi yang tinggi (Katni, 2015).
 - 1) Ciptakan lingkungan yang lebih multisensori.
 - 2) Tambahkan poster, aroma, musik dan aktivitas yang relevan.
 - 3) Tingkatan interaksi sosial dan kerja kelompok.

- 4) Berpindahlah ke lokasi yang baru sesering mungkin (lakukan kunjungan lapangan, dekat, jauh bahkan hingga luar negeri), pindah ke luar ruangan, ubah ruangan dengan guru yang berbeda pada satu haru tertentu dsb.).
- 5) Dalam kehidupan sehari-hari mereka, mengubah lingkungan dalam beberapa cara (tempat duduk, pajangan, papan *bulletin*, mengubah lokasi atau jenis, dll.).
- 6) Siswa didorong untuk mengeksplorasi ide-ide baru dan mengekspresikan diri secara kreatif. Misalnya, membuat puisi, cerita pendek atau artikel, opini, dan sebagainya berdasarkan ide-ide baru mereka. Bisa juga dalam bentuk barang atau jasa kreatif, seperti makanan, minuman, peralatan teknis atau peralatan kehidupan sehari-hari.
- 7) Berikan waktu yang berkualitas, bukan hanya kuantitas. Setiap bertemu dengan siswa perlu memberikan nasehat, efektifitas bahasa dalam memberikan pembelajaran agar tidak bosan.
- 8) Ajarkan dan latih keterampilan penting seperti logika, klasifikasi, aritmatika, penamaan, bahasa, sebab dan akibat, debat, dan pemikiran kritis. Hal ini akan melatih otak untuk memecahkan masalah yang kompleks dan sulit secara lebih sistematis, serta untuk memecahkan masalah secara objektif, kritis, sistematis, dan ilmiah.
- 9) Sediakan umpan balik yang positif.
- 10) Rayakan kesuksesan dengan pengayaan yang menyenangkan. Misalnya dengan memberi tepuk tangan, memberi penghargaan (reward), memotivasi, atau dengan yel-yel, dan lain-lain.
- 11) Gunakan kata-kata dari berbagai bahasa dalam berbagai konteks. Misalnya kata kata bijak, kata mutiara, anekdot.
- 12) Menghilangkan segala bentuk pengalaman negatif yang memberatkan, hukuman atau pelecehan. Kurangi sikap menyalahkan atau ejekan negatif terhadap anak. Menjadikan anak tidak rendah diri (*minder*).
- 13) Yang terpenting, berikan pilihan kepada peserta didik untuk membuat pembelajaran mereka bermakna.

2.1.4 Model Pembelajaran *Fun learning*.

Model pembelajaran *fun learning* adalah belajar yang menyenangkan, apapun mata pelajarannya, selalu ada prinsip bahwa dalam setiap pembelajaran perlu dirancang dan diciptakan suasana belajar yang menyenangkan semaksimal mungkin. Secara garis besar, topik apapun dalam pembelajaran termasuk dalam pembelajaran yang menyenangkan (*fun learning*). Misalnya saat belajar tentang pemerintahan, anak bisa diajak berkunjung ke kantor kelurahan, kecamatan, kantor walikota, misalnya dalam belajar jual beli anak bisa diajak ke pasar, supermarket, toko, dan sebagainya.

2.1.4.1 Pembelajaran *Quantum Teaching*

Dalam terminologi, *quantum teaching* adalah revolusi pembelajaran yang hidup penuh nuansa. *Quantum teaching* menitikberatkan pada hubungan dinamis dalam

lingkungan kelas, interaksi yang membangun fondasi dan kerangka pembelajaran (Luk Nur Mufidah (2014:73), misalnya di kota Salatiga, sinergi antara guru dan siswa, membangun kebaikan komunikasi adalah salah satu SD Muhammadiyah. Dalam penerapan pembelajaran, guru membawa apa yang telah dipelajarinya ke dalam dunianya, yang dapat dilihat dalam langkah-langkah pembelajaran, antara lain setidaknya adanya unsur demokrasi dalam pembelajaran, kepuasan siswa, dan adanya suatu keterampilan yang diajarkan, terutama yang berkaitan dengan materi yang diajarkan.

Salah satu tanggung jawab guru adalah menumbuhkan minat belajar siswa, dan guru sebagai pengelola kelas (*classroom management*) mengisi proses pengajaran dengan segala macam stimulus. Jika otak kiri dan kanan memiliki efek sinergis maka efek belajarnya akan lebih baik, misalnya anak bisa belajar matematika dengan musik ringan, membaca novel dan belajar sejarah, dan lain sebagainya (Lilik Sriyanti (2009:146). Strategi lainnya adalah mengembangkan potensi anak, antara lain dengan memberikan nutrisi yang baik untuk meningkatkan kinerja sel saraf dan otak. Melalui program penyajian makanan di kantin sekolah, makanan tersebut disajikan oleh anak-anak istirahat pertama dari makan bersama.

2.1.4.2 Pembelajaran *Multiple Intelegensi*

Salah satu penelitian neuroscience dalam bidang pendidikan adalah *multiple intelligences* yaitu kecerdasan majemuk, penerapannya dalam pembelajaran adalah guru melihat tidak ada siswa yang bodoh, siswa memiliki potensi yang sama, sehingga dalam rangka penerapan *multiple intelligences* ini adanya ekstrakurikuler yang mengimplementasikan bakat minat anak dengan selalu memperhatikan potensi dasar anak.

Pembelajaran tersebut ditujukan kepada siswa kelas 1 sampai dengan kelas 6, khususnya bagi mereka yang memiliki kemampuan lebih, dengan cara mengarahkan anak untuk mengikuti perlombaan, memberikan motivasi atau dorongan untuk mengembangkan bakat dan minatnya. Dalam pendidikan dasar yang menerapkan *Multiple Intelegensi*, pembelajaran memberdayakan peserta didik dengan bakat luar biasa, kecerdasan linguistik, kemampuan mengorganisasikan pikiran secara jernih dan menggunakannya secara terampil melalui kata-kata, bicara orator.

2.1.4.3 Pembelajaran Berbasis Masalah

Pembelajaran berbasis masalah merupakan pembelajaran inovatif yang dapat membekali siswa dengan kondisi belajar yang aktif. Model adalah model pembelajaran yang memungkinkan siswa untuk memecahkan masalah melalui fase ilmiah kurikulum dan materi pembelajaran yang dirancang oleh guru sesuai dengan potensi anak. Pembelajaran berbasis masalah biasanya diterapkan dengan mempelajari suatu masalah yang diberikan sehingga siswa dapat memberikan masukan yang relevan dengan masalah yang diberikan oleh guru. Penerapan pembelajaran bisa juga menggunakan masalah yang menjadi trending topik kemudian menjadi bahan bagi guru dan siswa untuk dijadikan sebagai refleksi. Berdasarkan

hasil refleksi, guru dapat mengevaluasi individu dan kelompok, apakah untuk memberikan solusi atau memecahkan masalah.

Masalah dalam belajar dapat diatasi, dan anak sering diberikan strategi dan keterampilan tertentu untuk beberapa masalah, dan anak dapat menyelesaikannya. Proses pemecahan masalah dalam belajar merupakan pengalaman, dan sejauh mana masalah tersebut dapat dijadikan acuan untuk anak dapat teratasi. Strategi guru dalam bertanya tentunya memiliki kisi-kisi untuk menarik kesimpulan, sehingga anak benar-benar percaya dan yakin bahwa jawaban dari pertanyaan yang diberikan guru dapat dipecahkan.

2.1.5 Model Pembelajaran *Neuroscience*

2.1.5.1 Neuro Language Program (NLP)

NLP berawal dari tiga bidang utama penelitian pertama yang berkaitan dengan neurologi, yaitu linguistik tentang otak dan cara berpikir, linguistik tentang bagaimana bahasa digunakan, dan program tentang cara mengurutkan (Phillip Hayes, Jenny Roders (2009:33)). Dari tiga kata tersebut memberikan penjelasan bahwa NLP adalah salah satu kajian yang berkaitan dengan otak yang ada di kepala manusia, dimana belajar menjadi hal yang sangat penting, setidaknya bagi para pendidik.

Penerapan NLP dalam pembelajaran di sekolah dasar berupa pemberian sugesti kepada siswa, seperti ketika akan mulai belajar, menyuruh anak berdiri dengan penuh perhatian selama 5-10 menit, kemudian meminta guru untuk memberikan sugesti atau berpikir positif, seperti "Saya bisa" terus diulang ulang. Kegiatan lain, seperti meluangkan waktu untuk bertepuk tangan ketika anak-anak sedang belajar asik, dirancang untuk memberikan rasa aman untuk terus belajar. Penerapan pembelajaran metode NLP di kelas 5 di awal setiap kelas.

2.1.5.2 Strategi yang Membuat Rasa Senang Belajar

Guru merupakan salah satu cikal bakal pembelajaran, dan arah proses pembelajaran menjadi tanggung jawab guru. Oleh karena itu, guru perlu memberikan konsep, strategi, dan konten pembelajaran secara akurat dalam kerangka otak dalam proses belajar mengajar. Strategi yang coba dikembangkan guru berdasarkan pembelajaran antara lain:

1. Di awal pelajaran pagi, anak-anak masuk ke kelas bersama-sama untuk membaca Asma Al-Husna, dan guru menciptakan hal-hal baru, seperti berjabat tangan dan memberikan kata-kata positif, yang sering kali menstimuli anak agar memiliki tingkat kenyamanan yang tinggi dan kepercayaan diri. Salah satu rangsangan pada anak adalah dengan memberikan pujian dan penyemangat kepada anak, misalnya anak ditanya siapa yang tidak salat subuh tadi? Kemudian anak akan tetap menjawab, untuk beberapa anak yang merasakan salat subuh pasti akan mengacungkan jari, dan untuk beberapa anak yang merasa tidak salat maka akan diam. Di sinilah guru kemudian memberikan stimulasi untuk merangsang otak anak.

2. Memanfaatkan selebrasi (perayaan) untuk belajar, seperti tepuk tangan, tepuk tangan, selain menjadi media yang efektif untuk menyampaikan informasi, juga sebagai sarana *refresh* misalnya tepuk dan yel-yel, bilamana anak ramai guru dapat memberikan aba-aba dengan tepuk anak saleh, tepuk Islam, tepuk wudu dan lain sebagainya. Suasana belajar seperti itu dirancang untuk memberikan suasana kelas yang tenang, bahagia, bersih, dan bebas stres, sehingga otak menjadi sangat normal karena otak bekerja dalam keadaan bebas.
3. Menyediakan kegiatan yang memfasilitasi masuk ke dalam pembelajaran. Jika informasi diperoleh melalui hal-hal yang diketahui, otak mudah mengingatnya. Dalam kegiatan belajar, otak dirangsang untuk memberikan proses belajar mengajar yang nyaman, misalnya anak tidak duduk di kursi terus menerus, di kelas guru bersama murid terkadang berada di bawah dengan beralaskan tikar untuk memberikan aktivitas pembelajaran, menggantung, menempel, mengisi kolom dan lain sebagainya, ini dirancang untuk merangsang otak anak, sehingga pembelajaran lebih ditingkatkan, karena melalui praktik langsung, anak menjadi sangat menyenangkan dan nyaman melakukan aktivitas.

2.1.5.3 Media Musik dalam belajar.

Frank Wood percaya bahwa musik adalah bahasa pertama otak (Don Campbell (2002: 189), dan menyanyi adalah jenis musik yang paling awal. Di sisi lain, musik adalah bagian dari seni, jadi antara seni, musik, dan nyanyian ada tiga kegiatan yang tidak terpisahkan yang tersegmentasi. Musik meliputi menyanyi, yang dapat mempengaruhi otak melalui efek intelektual dan emosional, dan musik juga dapat mempengaruhi detak jantung, sistem pernapasan, tekanan darah (Suyadi (2014: 188).

Seiring dengan perkembangan pembelajaran, musik menjadi media pembelajaran, terutama untuk materi tertentu, seperti materi tulang manusia atau perpindahan panas dalam pembelajaran IPA, membuat lirik lagu, membuktikan bahwa dengan membuat musik dari mata pelajaran tersebut bekerja dengan baik, anak mengingat dalam diri anak di masa yang akan datang ke otak. Di sekolah dasar, kelas musik dapat berbeda dengan sekolah lain jika kelas musik di sekolah lain dibatasi pada separuh kelas lain dan terbatas pada menyanyikan lagu daerah atau nasional. Di sekolah dasar, kelas musik memiliki ruang yang cukup dan ruang yang padat, tidak hanya menyanyikan lagu-lagu daerah untuk anak-anak yang bisa bermain gitar, seruling, piano, dan sebagainya. Aktif bermain musik lebih efektif, dapat menstimulus motorik halus, bermain musik juga dapat menghasilkan perubahan yang kuat dan permanen pada struktur otak, seperti perluasan pada area *cortex auditori*, *cortex motorik*, otak kecil, dan *corpus collosum* (Suyadi (2014:192).

2.1.5.4 Belajar di Alam Terbuka.

Kelas berbasis alam adalah kelas yang selalu ada di sekitar kita. Di sekeliling sekolah ada halaman, kebun, jalan, lapangan, pasar swalayan, warung dan lain sebagainya yang, yang

semuanya dapat digunakan sebagai tempat belajar. Salah satu studi pembelajaran berbasis neuroscience adalah adanya ruang belajar yang merangsang kerja otak dengan hal-hal baru, ruang kelas yang alami mencoba menciptakan hal-hal baru yang biasanya ada di dalam kelas kemudian di luar kelas. Tentunya dengan strategi pembelajaran yang demikian dapat memberikan rasa nyaman, dan otak dapat dengan benar menerima rangsangan yang diberikan oleh guru.

2.1.5.5 Belajar dengan Gerakan.

Dalam sebuah penelitian terhadap lebih dari 500 anak-anak Kanada, siswa yang menghabiskan tambahan setiap harinya di ruang olahraga mampu mengerjakan ujian lebih baik ketimbang mereka yang kurang aktif dalam berolahraga (Jalaludin Rahmat (2007: 130). Wanita di usia 50-an dan 60-an yang mengikuti program latihan aerobik selama 4 bulan berupa jalan-jalan santai, mampu meningkatkan hasil tes mental sebanyak 10%. Dalam pengamatan yang lebih intens terhadap tiga belas hasil penelitian yang berbeda tentang kaitan olahraga atau daya otak, ditemukan bahwa olahraga dapat menstimulasi perkembangan otak yang sedang tumbuh dan mencegah kemunduran otak yang menua. Strategi pembelajaran di sekolah dasar selalu memberikan latihan, dan keduanya mulai belajar, Selama pembelajaran, di akhir kegiatan belajar mengajar, guru memberikan tindakan sederhana di dalam dan di luar kelas, dan dengan tindakan guru, siswa akan menjadi santai dan nyaman dalam belajar.

2.1.5.6 Pergantian Warna/Suasana di Kelas.

Salah satu hal yang menarik dari pembelajaran di sekolah dasar adalah adanya suasana baru selama pembelajaran, seperti mengganti taplak meja, gorden, dan vas bunga dengan warna-warna cerah yang diganti setiap minggunya. Melalui perubahan ini, guru belajar bahwa warna dapat meroketkan energi dan kreativitas, dan bahkan memberikan warna yang berbeda setiap minggu dapat menumbuhkan perilaku agresif yang dapat mengendalikan otak. Tujuan pergantian beberapa peralatan kelas adalah untuk melambungkan bahwa pembelajaran akan disesuaikan dengan tingkat dan kondisi siswa, dan warna biru laut adalah bagian dari otak yang merangsang siswa ketika mereka senang dan menikmati pelajaran. Bahkan jika siswa sedikit bosan dengan pelajaran, guru dapat menggantinya dengan warna lain, seperti kuning sebagai warna pertama yang dikenali otak anak. Kuning dikaitkan dengan anak-anak yang stres, waspada, cemas, dan lainnya.

2.2 NEUROPEDAGOGY



2.2.1 Pengertian *Neuropedagogy*

Pedagogi adalah teori yang secara cermat, kritis, dan objektif mengembangkan konsep-konsepnya tentang hakikat manusia, hakikat anak, hakikat tujuan pendidikan, dan hakikat proses pendidikan. Meski demikian, masih banyak ranah gelap dalam pendidikan sebagai “*terra incognita*” (wilayah tak dikenal), karena pertanyaan tentang hakikat kehidupan dan fitrah manusia masih diselimuti kabut misteri (Nuraeni, 2014).

Neuropedagogi juga dapat disebut sebagai kaitannya dengan perkembangan pembelajaran modern. *Neuroscience* bertujuan untuk menginformasikan pendidik tentang strategi terbaik untuk mengajar dan belajar di rumah, sekolah dan masyarakat dengan memahami cara kerja otak. *Neuropedagogi* adalah studi interdisipliner yang menggabungkan tiga bidang pengetahuan yang sudah ada dan berkembang, yaitu psikologi, *neuroscience*, dan pendidikan (Chojak, 2018).

Neuropedagogi dapat didefinisikan sebagai bidang ilmu-ilmu sosial yang mencakup disiplin ilmu yang berkaitan dengan pengembangan dan perubahan mekanisme pendidikan dalam kehidupan manusia.

2.2.2 Tujuan *Neuropedagogy*

Neuropedagogis bertujuan untuk meningkatkan pembelajaran melalui inisiatif pendidik, memanfaatkan temuan tentang pembelajaran, memori, bahasa, dan area lain dari struktur kognitif siswa sehingga pendidik dapat mengembangkan strategi pengajaran yang optimal. Dengan demikian, tugas neuropedagogis harus mencakup: (1) mengumpulkan informasi tentang kondisi neurobiologis dari realitas pendidikan; (2) menganalisis realitas, hubungan, dan ketergantungan di dalamnya; (3) menyebarkan pengetahuan yang diperoleh untuk mempengaruhi pergeseran realitas ini.

Stepanov dkk (2016) memandang konsep neuropedagogi sebagai tahapan modern dalam Ilmu Pendidikan. Temuannya menunjukkan bahwa banyak pengetahuan baru yang

penting telah diperoleh dari *neurosains* mengenai bahasa manusia dan kemampuan berbicara, komunikasi pribadi dan transpersonal antara orang-orang, tidak hanya aktivitas saraf yang lebih tinggi (kapasitas reflektif), tetapi juga aktivitas saraf yang lebih rendah (kontrol otak dan tubuh dari keseluruhan dan sistem). Masih banyak masalah lain yang perlu didiskusikan secara khusus oleh para pendidik dan orang tua.

Kirby (2016) Temuannya menunjukkan bahwa tiga pengamatan menyeluruh tentang neuropedagogi telah muncul selama bertahun-tahun:

1. **Pertama**, guru mencari perspektif baru untuk membantu mereka menafsirkan apa yang terjadi di kelas.
2. **Kedua**, pengetahuan tentang *neurosains* mengubah keyakinan guru dan perilaku mereka di kelas.
3. **Ketiga**, guru berterima kasih atas informasi *neurosains* dan berharap memiliki pengetahuan ini akan berdampak positif pada lingkungan belajar di kelas mereka.

Berdasarkan pengalaman bertahun-tahun, ia melihat tiga implikasi utama. Pertama, ilmu otak menyediakan yang bahasa berbeda jendela yang berbeda tentang apa itu guru dan apa yang terjadi di kelas mereka. Kedua, guru menemukan *neurosains* berguna untuk mengembangkan beberapa strategi untuk setiap konsep *neurosains*. Akhirnya, pendidikan sekolah dan pendidikan guru pada umumnya perlu memasukkan kursus *neurosains* ke dalam program pendidikan guru mereka.

Berdasarkan literatur yang diulas, penelitian *neuroeducational* dapat dipahami sebagai upaya interdisipliner untuk mendapatkan pemahaman yang mendalam dan pemahaman yang komprehensif tentang isu-isu yang berkaitan dengan pembelajaran dan pendidikan. Oleh karena itu, secara epistemologis didasarkan pada paradigma pluralisme metodologis yang terintegrasi.

Chojak (2018) menunjukkan bahwa neuropedagogi berpotensi menjadi disiplin ilmu yang independen yang dapat memberikan informasi tentang ancaman dan kemungkinan digitalisasi proses pendidikan, berbagai inovasi pedagogis (metode atau program pedagogis), atau efisiensi program terapeutik. Pedagogik dapat memperoleh kemungkinan mengkonfirmasi atau menolak tesis yang diterima secara objektif dan andal. Ini adalah kesempatan untuk pengembangan lebih lanjut untuk disiplin yang baru terbentuk pada abad ke-17 dan masih berkembang.

Neuropedagogi, juga dikenal sebagai neuroeducation, adalah pendekatan interdisipliner yang menggabungkan bidang *neuroscience*, psikologi, dan pendidikan untuk menciptakan metode pengajaran yang lebih baik dan kurikulum dalam penelitian dan advokasi untuk meningkatkan pengetahuan tentang pembelajaran, memori, bahasa dan daerah lain (Nuraeni, 2014). Kognitif *neuroscience* bertujuan untuk menginformasikan pendidik tentang strategi pengajaran terbaik. Semakin banyak guru ingin tahu bagaimana siswa berpikir dan belajar. Ahli saraf, di sisi lain, ingin tahu bagaimana pertanyaan guru dapat memajukan penelitian *neuroscience*.

Dampak postmodernisme adalah wawasan ke dalam peta kompleks pemikiran dan praktik intelektual, yang kebenarannya menyimpang dari skala dan kebenaran melalui

pengalaman, mengharuskan kita untuk memahami sifat pendidikan dan perkembangan yang diketahui dan yang tidak diketahui. Penggunaan fungsi otak secara efektif dan efisien merupakan hasil dari proses interaksi dinamis dengan lingkungan yang meliputi ciri fisik, mental, dan emosional, sehingga mempercepat integrasi fungsi otak dan mengarah pada perluasan kemampuan manusia yang optimal (Semiawan, C, 2005).

Hal tersebut kemudian diperkuat oleh Heir dan teman-temannya, yang sebagaimana dikutip oleh Lovit (1989), melakukan penelitian terhadap banyak pasien disleksia yang menemukan bahwa belahan kanan lebih lebar daripada belahan kiri pada pasien disleksia. Kondisi ini menyebabkan kesulitan belajar membaca. Dalam perkembangan otak, perkembangan otak manusia dilihat secara anatomis, molekuler dan tentunya secara psikologis. Perkembangan anatomi otak manusia mengacu pada perkembangan otak manusia yang meliputi otak reptil, otak mamalia, dan otak neokorteks. Molekul berarti hal-hal seperti saraf, myelin, dendrite ke otak. Psikologis berarti proses kognitif, emosional, dan psikomotorik seseorang, yang semuanya diatur di dalam otak.

Proses *brain development* dibagi menjadi tiga yaitu:

1. *Brain Screening* atau *Brain Selection*, untuk menilai potensi intelektual orang normal maupun orang sakit, termasuk penilaian potensi intelektual anak-anak dan orang tua. Penilaian potensi kecerdasan ganda (*multiple intelligences*) pada anak. Misalnya penilaian kecerdasan verbal, kecerdasan matematika, atau kecerdasan dan kemampuan lainnya pada usia dewasa atau produktif.
2. *Brain Stimulation* merupakan upaya peningkatan kesehatan otak dengan memberikan stimulasi untuk mengoptimalkan potensi intelektual, termasuk menstimulasi janin melalui brain booster yaitu memberikan stimulasi dan nutrisi pada pengungkit otak untuk meningkatkan perkembangan otak janin melalui ibu hamil.
3. *Brain Restoration* merupakan upaya mengatasi kerusakan otak dengan cara merangsang kecerdasan yang mendasari yang masih dimiliki guna memaksimalkan potensi kecerdasan. Kaitannya jika *brain restoration* belum tidak tertangani dengan baik akan menghambat perkembangan otak anak selama proses pendidikan. *Brain restoration* adalah bentuk stimulasi atau rehabilitasi kognitif yang dirancang untuk mengatasi gangguan fungsi intelektual dan meningkatkan kualitas hidup orang dengan gangguan kognitif. *Brain restoration* yang dimaksud adalah serangkaian proses terapi latihan atau kegiatan kepada seseorang manusia yang mengalami cedera otak, penyakit, atau gangguan otak. Proses terapi, latihan atau aktivitas ini melibatkan kolaborasi antara keluarga dan profesional kesehatan (Nuraeni, 2014).

Prasyarat untuk mengambil pendekatan edukatif untuk mengelola *brain restoration* meliputi:

1. Memahami perbedaan individu dan/atau kebutuhan khusus anak yang menjalani *brain restoration*, yang dapat dicapai melalui pemahaman riwayat perkembangan anak atau melalui observasi dan wawancara dengan pihak yang berkepentingan.

2. Memberikan pelayanan yang dirancang untuk menciptakan rasa aman dan perlindungan bagi peserta didik, serta pelayanan yang dapat dicapai melalui pendekatan psikoedukasi.
3. Membangun hubungan saling percaya antara pendidik dan siswa. Jika prasyarat ini terpenuhi, semoga tindakan edukasi untuk membantu *brain restoration* anak dapat berjalan dengan lancar.

Rencana pendidikan pribadi dalam *brain restoration* dapat dikembangkan dengan:

1. Asesmen edukatif sebelum tindakan edukatif
2. Penetapan tujuan *brain restoration*
3. Menentukan indikator pencapaian tujuan *brain restoration*
4. Menentukan materi pembelajaran
5. Menentukan pendekatan pembelajaran
6. Pengaturan pengalaman belajar
7. Asesmen akhir

Neuropedagogi, juga dikenal sebagai neuroeducation, adalah pendekatan interdisipliner yang menggabungkan bidang *neuroscience*, psikologi, dan pendidikan untuk menciptakan metode pengajaran yang lebih baik dan kurikulum dalam penelitian dan advokasi untuk meningkatkan pengetahuan tentang pembelajaran, memori bahasa, dan daerah lain. Kognitif *neuroscience* bertujuan untuk menginformasikan pendidik tentang strategi pengajaran terbaik. Semakin banyak guru ingin tahu bagaimana siswa berpikir dan belajar. Ahli saraf, di sisi lain, ingin tahu bagaimana pertanyaan guru dapat memajukan penelitian *neuroscience* (Nuraeni, 2014).

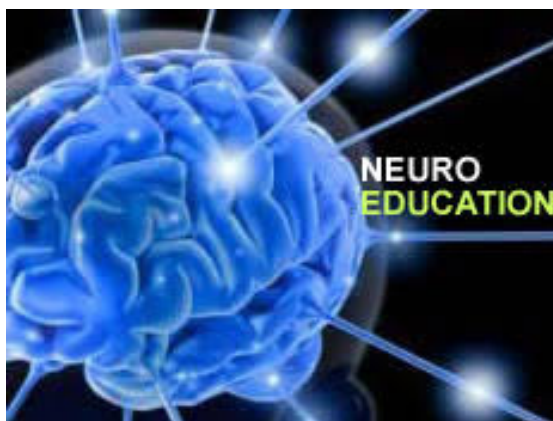
Pada tahun 2015, Silva Lopez dkk (Janah, 2021) mengembangkan pembelajaran berbasis neuropedagogi yang disebut ***Techno Neuro Pedagogy System*** (TNPS), yang terdiri dari 8 fase: analisis, desain, pengembangan, pengujian, implementasi, dokumentasi, pemeliharaan, dan evaluasi. TNPS dimasukkan ke dalam model siklus hidup perangkat lunak dari pengembangan inkremental dan terintegrasi dan merupakan bagian penting dari rekayasa perangkat lunak. TNPS mengintegrasikan pendidikan, *neurosains*, dan teknologi spasial untuk memfasilitasi pengembangan profil kognitif siswa agar sesuai dengan aktivitas belajarnya.

Allaberdieva (2019), dalam sebuah artikel berjudul *The Main Neuropedagogic Possibilities Of Formation At Children Of Senior Preschool Age Of Creative Activity* berpendapat bahwa kehidupan modern memerlukan teknik instruksional yang memberikan pengetahuan kualitatif mendalam kepada anak usia 4-7 tahun, menciptakan peluang untuk pelatihan lebih lanjut. Basis pengetahuan, dan di sisi lain, dipandu oleh kesehatan fisik, mental dan spiritual anak dan memperhitungkan kemungkinan neuropedagogis untuk usia tertentu, seperti yang ditunjukkan di bawah ini:

1. Percakapan yang luas, termasuk dengan orang dewasa yang kreatif;
2. Lingkungan dewasa sebagai contoh untuk ditiru;
3. Gaya demokratis hubungan timbal balik antara orang tua dan anak-anak;

4. Izin untuk ekspresi diri emosional anak;
5. Aktif, posisi aktif orang dewasa;
6. Sebelumnya biasakan anak dengan pekerjaan mandiri;
7. Pelajari tentang kreativitas melalui kunjungan dari semua lapisan masyarakat;
8. Kegembiraan karena terbiasa dengan pengetahuan melalui pengalaman langsung,
9. Hubungan positif dengan kegiatan penelitian anak;
10. Pengembangan berpikir kreatif.

2.3 **NEUROEDUCATION**



2.3.1 **Pengertian *Neuroeducation***

Ilmu saraf pendidikan (atau *Neuroeducation*, komponen Otak Pikiran dan Pendidikan) adalah bidang ilmu baru yang menyatukan ilmu saraf kognitif, ilmu saraf kognitif perkembangan, psikologi pendidikan, teknologi pendidikan, teori pendidikan, dan peneliti disiplin terkait lainnya untuk mengeksplorasi interaksi antara proses biologis dan pendidikan. Otak manusia adalah organ yang berevolusi yang memungkinkan keterampilan kognitif yang memungkinkan pembelajaran sosial. Pada gilirannya, pendidikan dan pengalaman memiliki dampak besar pada perkembangan otak manusia. Bidang *Neuroeducation* yang muncul berusaha untuk mengintegrasikan informasi tentang proses otak yang terkait dengan keterampilan kognitif yang terlibat dalam pembelajaran dengan upaya komunitas pendidikan untuk mengoptimalkan penyebaran dan penyerapan pengetahuan. Banyak disiplin ilmu dan bidang pengetahuan akhirnya bergabung. Inilah yang terjadi di neurologi dan pendidikan.

Neuroeducation adalah bidang ilmiah baru yang menyatukan para peneliti dari disiplin ilmu terkait seperti ilmu saraf kognitif, ilmu saraf kognitif perkembangan, psikologi pendidikan, teknologi pendidikan, teori pendidikan, dan disiplin ilmu terkait lainnya mengeksplorasi interaksi antara proses biologis dan pendidikan.

Neuroeducation adalah bidang interdisipliner yang menggabungkan bidang *neuroscience*, psikologi, dan pendidikan untuk menciptakan pengajaran, metodologi, dan kurikulum

yang lebih baik dalam penelitian dan inisiatif untuk memanfaatkan penemuan tentang pembelajaran, memori, bahasa, dan bidang lainnya.

Menurut Schwartz dan Gerlach (2011), potensi keberhasilan *neuroeducation* sebagai bidang terletak pada kemampuannya untuk memanfaatkan perspektif dari disiplin lain, seperti (tetapi tidak terbatas pada) genetika atau ilmu saraf, untuk menghasilkan cara baru dalam memahami dan memecahkan masalah pendidikan. *Neuroeducator* yang memahami berbagai perspektif pendidikan akan lebih mampu merumuskan dan merancang penelitian mereka sendiri tentang masalah dan tantangan pendidikan. Namun, sedikit penelitian telah dilakukan pada masalah pendidikan melalui kolaborasi antara pendidik dan ilmuwan di bidang ilmu saraf dan ilmu kognitif. Contoh dari pekerjaan tersebut adalah penelitian untuk mendorong kreativitas (Howard-Jones, Winfield dan Crimmins, 2008), oleh tim interdisipliner dan sekelompok guru *trainee* untuk membangun konsep tentang pembinaan kreativitas berpikir.

Bidang minat penting untuk Neuroeducation adalah mendapatkan wawasan berbasis ilmiah tentang cara mengajar anak-anak dengan ketidakmampuan belajar. Berbagai kondisi yang mempengaruhi perkembangan neurokognitif seringkali berdampak pada kemampuan belajar anak. Gangguan perkembangan saraf seperti autisme, *Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder* (ADHD), atau sindrom bawaan lainnya memiliki efek penting pada organisasi dan fungsi otak. Hal yang sama berlaku untuk anak-anak dengan ketidakmampuan belajar seperti disleksia atau diskalkulia, meskipun dalam kasus ini defisit saraf mungkin lebih membatasi jaringan dan mekanisme kognitif tertentu.

2.3.2 Tujuan *Neuroeducation*

Tujuan dari *neuroeducation* adalah untuk melakukan penelitian fundamental dan terapan yang menginformasikan pendidikan dengan menyediakan rekening interdisipliner baru belajar dan mengajar. Tujuan utama dari ilmu saraf pendidikan adalah untuk menjembatani kesenjangan antara dua bidang ini melalui dialog langsung antara peneliti dan pendidik, menghindari “perantara dari industri pembelajaran berbasis otak.” Perantara ini memiliki kepentingan bisnis dalam menjual “*neuromyths*” dan solusi dugaan mereka.

Istilah “*neuromyths*” awalnya diciptakan oleh laporan OECD tentang pemahaman otak. Istilah ini mengacu pada terjemahan temuan ilmiah ke dalam informasi yang salah pendidikan. Laporan OECD menyoroti tiga *neuromi* yang menjadi perhatian khusus (Usha Goswami, 2001):

1. Keyakinan bahwa perbedaan hemisfer terkait dengan berbagai jenis pembelajaran (yaitu otak kiri vs otak kanan).
2. Keyakinan otak adalah plastis untuk jenis pembelajaran tertentu hanya selama “periode kritis” tertentu, dan oleh karena itu pembelajaran di area ini harus terjadi selama periode ini.
3. Keyakinan bahwa intervensi pendidikan yang efektif harus bertepatan dengan periode synaptogenesis. Atau dengan kata lain, lingkungan anak harus diperkaya selama periode sinapsis maksimal.

2.3.3 Tantangan untuk Ilmu Saraf Pendidikan

Willingham (2009) menegaskan bahwa potensi ilmu saraf untuk berkontribusi pada praktik dan teori pendidikan tidak perlu dipertanyakan lagi, dan menyoroti tiga tantangan yang harus diatasi untuk menggabungkan dua disiplin ilmu secara efektif:

1. Masalah Sasaran:

Willingham melihat pendidikan sebagai apa yang disebut “ilmu buatan” yang mencoba untuk membangun “artefak”, dalam hal ini, seperangkat strategi dan bahan pedagogik. *Neuroscience*, di sisi lain, adalah apa yang disebut “ilmu alam” berkaitan dengan menemukan prinsip-prinsip alam yang menggambarkan struktur dan fungsi saraf. Perbedaan ini berarti bahwa beberapa tujuan yang ditetapkan oleh pendidikan tidak dapat dijawab dengan menggunakan penelitian ilmu saraf, seperti pembentukan karakter anak atau kesadaran estetika.

2. Masalah Vertikal:

Tingkat analisis: Willingham percaya bahwa tingkat analisis tertinggi yang digunakan oleh ahli saraf adalah pemetaan struktur dan aktivitas otak ke fungsi kognitif, atau bahkan interaksi fungsi kognitif (yaitu, efek emosi pada pembelajaran). Dalam penelitian ilmu saraf, untuk kesederhanaan, fungsi-fungsi ini dipelajari secara individual, sistem saraf secara keseluruhan, berfungsi secara keseluruhan, dan semua komponen interaksi fungsional utamanya tidak diperhitungkan. Untuk pendidik, di sisi lain, tingkat analisis terendah adalah gagasan tentang anak tunggal, dan ketika tingkatnya meningkat, itu mencakup ruang kelas, lingkungan, negara, dll.

3. Masalah Horisontal:

Temuan penelitian translasi: Sementara teori dan data pendidikan hampir seluruhnya bersifat perilaku, temuan penelitian ilmu saraf dapat mengambil banyak bentuk (misalnya listrik, kimia, spasial, temporal, dll.). Bentuk paling umum untuk memperoleh data pendidikan dari ilmu saraf adalah pemetaan spasial aktivasi otak ke fungsi kognitif.

Willingham (2009) menyoroti kesulitan menerapkan informasi spasial ini ke teori pendidikan. Jika daerah otak tertentu diketahui mendukung fungsi kognitif terkait pendidikan, apa yang sebenarnya dapat dilakukan dengan informasi ini? Willingham berpendapat bahwa “masalah horizontal” ini hanya dapat diatasi ketika data dan teori perilaku yang substansial tersedia, mencatat bahwa pendekatan tersebut telah berhasil mengidentifikasi subtype disleksia. Kunci sukses kombinasi ilmu saraf dan pendidikan, menurut Willingham, adalah bahwa kedua bidang memiliki harapan yang realistis satu sama lain.

Misalnya, pendidik seharusnya tidak mengharapkan ilmu saraf untuk memberikan jawaban pasti untuk praktik pendidikan, jawaban untuk tujuan pendidikan yang tidak sesuai dengan metode ilmu saraf (seperti pelatihan estetika), atau tingkat analisis di luar tingkat individu. Pada akhirnya, Willingham mengusulkan bahwa ilmu saraf hanya berguna untuk pendidik ketika datang ke analisis bernuansa masalah tertentu (seperti bagaimana orang

membaca), tetapi data itu hanya berguna dalam konteks teori perilaku yang berkembang dengan baik.

Link Video Youtube

<https://youtu.be/NjLxpN6oVhQ>

<https://www.youtube.com/watch?v=CAKscnzkhHg>

https://www.youtube.com/watch?v=_zq9XLPRcqM

DAFTAR PUSTAKA

- Taufik Pasiak. 2012. *Tuhan dalam Otak Manusia, Mewujudkan Kesehatan Spiritual Berdasarkan Neurosains*, (Bandung: Mizan, 2012) 132 4 Wikipedia, "Neurosains", <http://id.wikipedia.org/wiki/Neurosains>, akses 13 November 2012.
- Sousa, David, 2012, *Bagaimana Otak Belajar*, Edisi Keempat, Jakarta: Index
- Jensen, Eric. 2008. *Brain Based Learning, Pembelajaran Berbasis Kemampuan Otak, Cara Baru dalam Pengajaran dan Pelatihan*, Alih Bahasa Narulita Yusron. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Pasiak, Taufik. 2012. *Tuhan dalam Otak Manusia, Mewujudkan Kesehatan Spiritual Berdasarkan Neurosains*. Bandung: Mizan.
- Sujud, Aswardi. 1978. *Pendidikan Pra Sekolah*, Yogyakarta: UNY Pres Suyadi, 2012, "Model Pendidikan Karakter dalam Konteks Neurosains", *Proceeding Seminar Nasional*, Yogyakarta: Prodi PGMI Fakultas Tarbiyah UIN Sunan Kalijaga.
- Wathon, Aminul. 2016. *Neurosains dalam Pendidikan*. *Jurnal Lentera. Kajian Keagamaan, Keilmuan, dan Teknologi*. ISSN ISSN: 1693–6922. Halaman 136–145.
- Sylwester, Robert. 2012. *Memahami Perkembangan dan Cara Kerja Otak Anak-Anak*, Alih Bahasa, Ririn Sjafriani. Jakarta: Indeks.
- Tafsir, Ahmad. 2006. *Filsafat Pendidikan Islami, Integrasi Jasmani, Rohani, dan Kalbu, Memanusiakan Manusia*. Bandung: Remaja Rosda Karya.
- W. Gunawan, Adi. 2003. *Genius Learning Strategy, Petunjuk Praktis Menerapkan Accelerated Learning*. Jakarta: Gramedia.
- Wikipedia, "Neurosains", <http://id.wikipedia.org/wiki/Neurosains>, akses 13 November 2012.
- Thabari. 2009. *Tafsir Ath Thabari* (16). Jakarta: Pustaka Azzam.
- Budilinggo. 1993. *Bentuk dan Analisis Musik*. Jakarta Depdikbud.
- Gordon Dryan dan Dr. Jeannette Vos. (2000) *Revolusi Cara Belajar*. Bandung: Kaifa.
- Jalaluddin Rakhmat (2005) *Belajar Berbasiskan Otak*. Bandung: MLC.

- Jen Z.A. Hans. 2006. *Strategi Pengembangan Diri untuk Kesuksesan Fisik, Intelektual, Emosi, Sosial, Finansial, dan Spritual*. Jakarta: Personal Development Training.
- Melvin Rader. 1986. Terj. Yustiono. *Art Modern Book of Esthetic Bandung*: Perpustakaan FSRD-ITB.
- Neuroeducatuon, Learning, Arts, and the Brain, (barbara Rich, Ed.D., Editor) Findings and Challenges fot Educators and Researchers from the 2000 Johns Hopkins University Summit.
- Quraish Shihab. 1993. *Wawasan dan Analisis Musik*. Jakarta: Depdikbud.
- Semiawan, C.R. dan Alim, Dj. 2005. *Petunjuk Layanan dan Pembinaan Kecerdasan Anak*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.
- Sadullah, Uyoh, dkk. 2011. *Pedagogik*. Bandung: Alfabeta.
- Taufik Pasiak. 2006. *Manajemen Kecerdasan, Memberdayakan IQ, EQ, dan, SQ untuk Kesuksesan Hidup*: Mizan.
- Usman, Moh, Uzer. 1994. *Menjadi Guru Profesional*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.
- Kurniawati, Novfitri, Mustaji, Sri Setyowati. 2018. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*, volume 212. 2nd International Conference on Education Innovation (ICEI 2018). Copyright © 2018, the Authors. Published by Atlantis Press.
- Nuraeni, Leni. 2014. Pendidikan Berbasis Neuropedagogis. *Jurnal Didaktik. Jurnal Ilmiah Stkip Siliwangi Bandung. Volume 8, Nomor 1, Maret 2014–Issn 1978-5089*.
- Abdurrahman, Mulyono. 2012. *Anak Berkesulitan Belajar*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Anderson, Paul D. 1996. *Anatomi dan Fisiologi Tubuh Manusia*. Egc: Jakarta.
- Buzan, Tony. 2005. *Buku Pintar Mind Map*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Fujisima, Tkashi, *et al.* 1992. *Handbook of Care and Training for Developmental Disabilities*. Tokyo: Japan League for The Mentally Retarded. Gearhearti, B.R. *Learning Disabilities: Educational Strategies*. Saint Louis: The CV Mosby Company.
- Goleman, D. 1997. *Intelligence Emotional*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Heward L. William & Orlansky D. Michael. 1984. *Exceptional Children*. Colombus: Charles E. Merrill Publishing Company. <http://disenjaharu.blogspot.com/2012/03/konsep-dasar-pedagogik.html>. <http://id.shvoong.com/social-sciences/education/2115688-pengertian-pedagogik/#ixzz2DterHfyx>. Jamaris,
- Martini. 2009. *Kesulitan belajar*. Jakarta: Yayasan Penamas Murni: Jamaris,
- Martini. 2010. *Orientasi Baru dalam Psikologi Perkembangan*. Jakarta: Yayasan Penamas Murni.
- Langeveld. MJ. 1980. *Paedagogik Teoritis dan Sistematis*. Terjemahan.
- Pasiak, Taufiq. 2003. *Revolusi IQ/EQ/SQ: Antara Neurosains dan Al-Quran*. Bandung: PT. Mizan Pustaka.

- Rakhmat, Jalaluddin. 2005. Belajar Cerdas Belajar Berbasis Otak. Bandung.
- MLC Wade, Carole, dan Tavis, Carol. 2008. *Psikologi*. Jakarta: Erlangga.
- Batubara, H.H., & Supena, A. 2018. Educational Neuroscience dalam Pendidikan Dasar. *Jurnal Pendidikan Dasar*, 9(2), 140–148. <https://doi.org/doi.org/10.21009/JPD.092.013>
EDUCATIONAL
- Dewi, C.T., Fitri, N.W., & Soviya, O. 2018. Neurosains dalam Pembelajaran Agama Islam. *Ta'allum: Jurnal Pendidikan Islam*, 6(2), 259–280. <https://doi.org/10.21274/taalum.2018.6.2.259-280>
- Geake, J., & Cooper, P. 2006. Westminster Studies in Education. *IJRME*, (March 2014), 37–41. <https://doi.org/10.1080/0140672032000070710>
- Katni, R. 2015. Pengembangan dan Implementasi Kurikulum Pendidikan Islam Perspektif Neurosains (The Development and Implementation of Islamic Education Curriculum Neurosains Perspective). *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Kurniawati, N., Mustaji, M., & Setyowati, S. 2018. Implementation Of Neuroscience Learning To Develop Early Childhood's Cognitive. *2nd International Conference on Education Innovation (ICEI 2018)*, 212, 89–93. <https://doi.org/10.2991/icei-18.2018.20>
- Lenny Nuraeni. 2014. Pendidikan Berbasis Neuropedagogis. *Didaktik*, 8(1), 11–20.
- McCandliss, B.D., & Noble, K.G. 2003. The Development of Reading Impairment: A Cognitive Neuroscience Model. *Mental Retardation and Developmental Disabilities Research Reviews*, 9(3), 196–204. <https://doi.org/10.1002/mrdd.10080>
- Susanti, D., & Siwi, M.K. 2016. The Implications of Cognitive Neuroscience in Optimizing the Balance Function of Right and Left Brain through Learning on the Introduction to Accounting 1 Courses. *6th International Conference on Educational, Management, Administration and Leadership (ICEMAL2016)*, 14, 306–311. <https://doi.org/10.2991/icemal-16.2016.63>
- Suyadi. 2019. Hybridization of Islamic Education and Neuroscience : Transdisciplinary Studies of 'Aql in the Quran and the Brain in Neuroscience. *Dinamika Ilmu*, 19(2), 237–249.
- Suyatno., Jumintono., Asih., Mardati., Wantini. 2019. Strategy of Values Education in the Indonesian Education System. *International Journal of Instruction*, 12(1), 607–624.
- Wathon, A. 2006. Neurosains dalam Pendidikan. *Lentera*, 136–145.
- Rueda, Charo. 2020. Neuroeducation: Teaching with the Brain. *JONED: Journal of Neuroeducation*.108-113. Vol.1 Num.1-Juli, 2020. DOI: 10.1344/joned.v1i1.31657.
- Torrens, David Bueno i. 2020. Genetica y Aprendizaje: Como Influyen los Genes en el Logro Educativo. *JONED: Journal of Neuroeducation* 38-51. Vol.1.Num.1-Juli 2020.
DOI: 10.1344/joned.v1i1.31788.

Bruer. John. T. 2016. Where is Educational Neuroscience. *Journal Education Neuroscience*. Vol.1:1-12. SAGE.

DOI: 10.1177/23776161156/8036

Nouri, Ali. 2016. The Basic Principles Of Research In Neuroeducation Studies. *International Journal of Cognitive Research in Science, Engineering and Education (IJCRSEE)*. Vol.4.No.1.DOI: 10.5937/IJCRSEE1601059N.

Immordino, Mary Helen and Antonio Damasio. 2007. We Feel, Therefore We Learn: The Relevance of Affective and Social Neuroscience to Education. *Journal Compilation International Mind, Brain, and Education Society and Blackwell Publishing, Inc.*

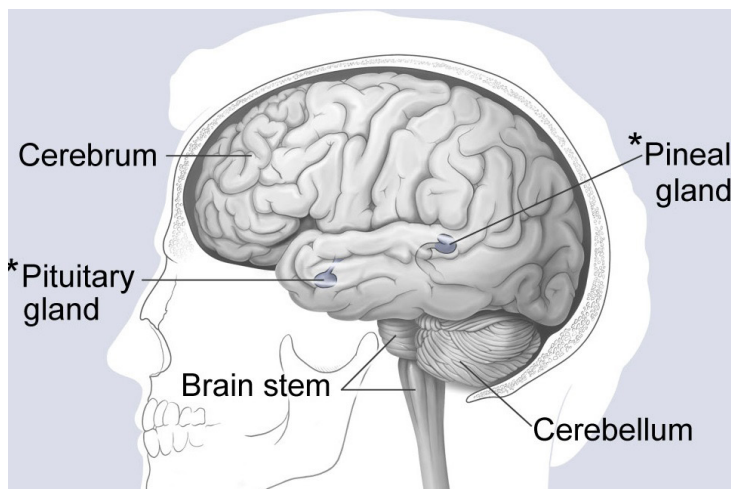
Janah., Neneng Maryam Jamaliah Nurul., dan Asep Supena. 2021. Trend Riset Neuropedagogi dan Implementasinya dalam Pendidikan. *EduHumaniora: Jurnal Pendidikan Dasar* | p-ISSN 2085-1243 | e-ISSN 2579-5457 Vol. 13 No.1 Januari 2021 | Hal 16-25.

BAB III

STRUKTUR OTAK DAN FUNGSINYA

Otak merupakan salah satu organ yang fungsinya sangat penting bagi manusia. Otak terdiri dari beberapa bagian dengan fungsinya masing-masing. Setiap bagian otak memiliki tugas tertentu yang mempengaruhi sistem kerja berbagai organ dalam tubuh. Otak merupakan salah satu organ tubuh manusia yang paling kompleks (Koşar & Bedir, 2018). Organ ini terdiri dari banyak jaringan pendukung dan miliaran sel saraf yang saling berhubungan. Otak dilindungi oleh lapisan pembungkus yang disebut selaput otak (meninges) dan tulang tengkorak, serta terhubung ke saraf tulang belakang. Bersama dengan sumsum tulang belakang, otak berperan sebagai pusat kendali tubuh dan merupakan Susunan Saraf Pusat (SSP) (Ishthifa *et al.*, 2020). Sistem saraf ini kemudian bekerja dengan sistem saraf tepi untuk memungkinkan manusia melakukan berbagai aktivitas seperti berjalan, berbicara, bernapas, makan, dan minum.

3.1 Struktur Otak Manusia



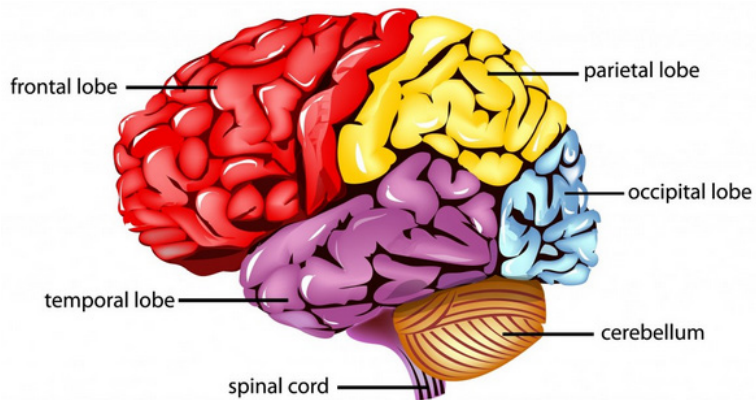
Gambar 1. Bagian Otak Manusia

Sumber: <http://www.markijar.com/2018/12/bagian-otak-manusia-dan-fungsinya.html?m=1>

Otak adalah pusat kendali tubuh manusia, terletak di dalam tengkorak dan memiliki struktur dan fungsinya sendiri. Otak manusia memiliki berat sekitar 1.300-1400 gram (2%

dari berat badan). Otak manusia memiliki tiga bagian utama, yaitu otak besar (*cerebrum*), batang otak (*brainstem*), dan otak kecil (*cerebellum*). Masing-masing bagian ini juga berisi beberapa bagian dengan fungsi sebagai berikut.

3.1.1 Otak Besar (*Cerebrum*)



Gambar 2. Otak Besar

Sumber: <http://www.markijar.com/2018/12/bagian-otak-manusia-dan-fungsinya.html?m=1>

Cerebrum merupakan bagian terbesar dari otak dan memiliki lipatan (Rosalina *et al.*, 2019). *Cerebrum* menerima informasi dari semua indera dan melakukan berbagai fungsi seperti memori, pemikiran atau perasaan. *Cerebrum* juga merupakan pusat kendali otot dan kepribadian. *Cerebrum* memiliki 2 belahan (hemisfer cerebri), yaitu otak kiri dan otak kanan. Umumnya, otak kiri akan mengontrol tubuh bagian kanan, dan tubuh bagian kiri akan dikendalikan oleh otak kanan. *Cerebrum* terdiri dari bagian-bagian berikut (Triana *et al.*, 2019).

1. Cortex cerebri (substansi abu-abu)/kulit otak

Cortex cerebri adalah lapisan tipis yang menutupi otak. Bagian ini berperan dalam proses berpikir manusia dan merupakan pusat pemikiran rasional. Cortex cerebri dibagi menjadi 4 lobus, yang masing-masing memiliki fungsi spesifik sebagai berikut.

- 1) Lobus frontal

Lobus frontal adalah bagian utama dari struktur otak yang terletak di belakang dahi. Lobus ini adalah untuk mengontrol bicara, gerakan, emosi, memori, perilaku, kepribadian, dan fungsi intelektual (misalnya, berpikir, menalar, pemecahan masalah, pengambilan keputusan, dan perencanaan).

- 2) Lobus pariental

Lobus pariental adalah bagian otak yang terletak di tengah atau atas kepala. Lobus ini adalah untuk mengontrol sensasi seperti sentuhan, tekanan, suhu dan rasa sakit, serta untuk mengontrol orientasi spasial (belajar tentang ukuran, bentuk, dan orientasi).

3) Lobus temporal

Lobus temporal adalah bagian dari struktur otak dan terletak di sisi kiri dan kanan otak. Lobus ini adalah untuk mengontrol pendengaran, emosi, memori, dan sensasi yang dihasilkan oleh ucapan atau bahasa.

4) Lobus oksipital

Lobus oksipital adalah bagian dari struktur otak dan terletak di belakang. Lobus adalah untuk mengontrol penglihatan, memungkinkannya menerima, memproses, dan menerjemahkan informasi sensorik.

2. Ganglia basalis

Ganglia basalis terdiri dari kumpulan badan sel saraf. Bagian ini terletak di setiap belahan otak dan mengontrol aktivitas otot, mengelola informasi yang akan dikirim antara bagian otak yang berbeda.

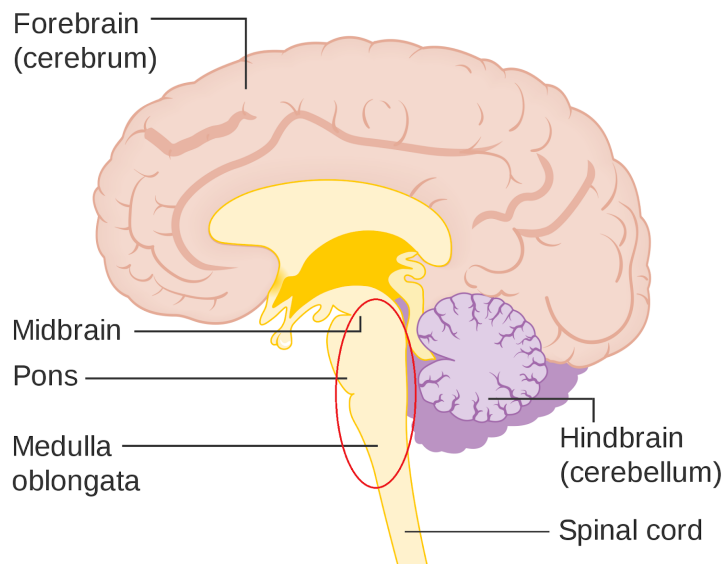
3. Substantia medullaris (substansi putih)

Substantia medullaris mengandung serabut saraf bermyelin. Bagian ini menghubungkan bagian-bagian *cerebrum* dan menghubungkan *cerebrum* dengan bagian otak lainnya.

Selain di atas, ada bagian otak yang disebut *diencephalon*. Bagian ini terdiri dari thalamus dan hipotalamus. Thalamus memiliki 2 lobus (bagian) yang bertindak sebagai pemancar untuk hampir semua informasi yang datang dan pergi antara otak dan seluruh sistem saraf tubuh. Hipotalamus mengontrol suhu tubuh dan mengeluarkan hormon yang mengatur fungsi seperti metabolisme, reproduksi, suasana hati, tekanan darah, pola tidur, dan nafsu makan. *Cerebrum* dan *diencephalon* merupakan komponen penting dari otak depan (forebrain).

3.1.2 Batang Otak (*Brainstem*)

Batang otak adalah kumpulan jaringan saraf di dasar otak yang berfungsi sebagai stasiun transmisi yang menghubungkan otak dan sumsum tulang belakang, mengirim dan menerima informasi antara berbagai bagian tubuh dan otak. Batang otak memiliki saraf kranial yang mengontrol pendengaran, menelan, gerakan mata, dan gerakan otot wajah, leher, bahu, dan lidah (Ishtifa *et al.*, 2020). Saraf kranial untuk penglihatan dan penciuman berasal dari otak (Koşar & Bedir, 2018). Batang otak terdiri dari 3 struktur utama yaitu otak tengah, medulla oblongata, dan pons, yang dijelaskan sebagai berikut.



Gambar 3. Batang Otak

Sumber: <http://www.markijar.com/2018/12/bagian-otak-manusia-dan-fungsinya.html?m=1>

3.1.3 Otak Tengah (*Midbrain*)/*Mesencephalon*

Otak tengah, pusat pergerakan okular, merupakan penghubung penting antara otak besar dan otak kecil. Otak tengah terdiri dari pendunculus cerebri dan tectum. Pendunculus cerebri terdiri dari bagian-bagian berikut.

1. Tractus corticospinal dan corticopontin, memainkan peran dalam mengendalikan sinyal motorik ke saraf tulang belakang dan pons.
2. Substansi nigra, bagian dari sistem kontrol motorik ganglia basalis.
3. Tegmentum, terdiri dari nukleus merah (merelay sinyal dari otak kecil), formatio reticularis (merangsang seluruh otak, kontrol tonus otot), nukleus saraf III dan IV (kontrol gerakan mata), dan lemniscus medial (sinyal sensoris ke thalamus).

Peran Tectum adalah untuk membantu mengontrol gerakan mata dan respons motorik terhadap sinyal pendengaran. Fungsi otak tengah secara keseluruhan adalah fungsi penglihatan, pendengaran, gerakan mata, dan gerakan tubuh.

3.1.3.1 Medulla oblongata

Medulla oblongata adalah tempat saraf yang mengarah ke tulang belakang mulai, yang kemudian diteruskan ke seluruh tubuh. Fungsi bagian ini adalah untuk mengontrol fungsi pernafasan, detak jantung, tekanan darah dan menelan. Medulla oblongata terlibat dalam proses yang mengontrol fungsi otomatis organ tubuh. Semua pekerjaan pemrosesan medulla oblongata tidak disadari.

3.1.3.2 Pons

Pons adalah bagian batang otak yang terletak di bawah medulla oblongata. Bagian ini digunakan untuk mengatur semua informasi dan mengirimkannya ke seluruh otak. Pons bertanggung jawab untuk mengoordinasikan gerakan wajah dan mata, menangkap sensasi wajah, pendengaran, dan keseimbangan.

3.1.4 Otak Kecil (*Cerebellum*)

Otak kecil (*Cerebellum*) terletak di dasar otak, di bawah lobus oksipital. Fungsi otak kecil adalah untuk menjaga keseimbangan gerak tubuh, koordinasi otot, serta melakukan gerakan cepat dan gerakan halus (Luh Seri Juliantini, I Nyoman Jampel, 2020). Sistem kerja otak kecil bersifat refleks dan tidak dapat dikendalikan. *Cerebellum* dibagi menjadi 3 bagian, sebagai berikut.

3.1.4.1 Spinoserebelum

Spinoserebelum adalah bagian dari otak kecil yang mengontrol kemampuan otot dan gerakan tubuh.

3.1.4.2 Vestibuloserebelum

Otak kecil vestibular (*Vestibuloserebelum*) adalah bagian dari otak kecil yang mengontrol dan menjaga keseimbangan gerakan mata.

3.1.4.3 Sereberoserebelum

Otak kecil (*Sereberoserebelum*) adalah bagian dari otak kecil yang menyimpan ingatan, melakukan pencernaan, dan memulai gerakan sadar.

Selain hal di atas, ada bagian otak yang disebut Otak belakang (*hindbrain*)/*Rhombencephalon*. Otak belakang berperan dalam mengatur pernapasan dan mengkoordinasikan gerakan tubuh. Bagian ini terdiri dari medulla oblongata, pons, dan serebelum. Selain beberapa struktur utama yang disebutkan di atas, masih banyak bagian lain dari otak yang tidak kalah pentingnya, antara lain:

1. Cairan serebrospinal

Cairan serebrospinal ialah cairan jernih dan bening yang mengelilingi dan melindungi otak dan saraf tulang belakang. Cairan itu digunakan untuk melembapkan dan melindungi otak dan saraf tulang belakang, kemudian mengangkut nutrisi melalui darah ke otak dan mengeluarkan limbah/sisa metabolik dari otak. Jumlah cairan ini dikontrol oleh otak.

2. Ventrikel

Ventrikel adalah ruang berisi cairan di otak. Cairan di dalam ventrikel disebut cairan serebrospinal. Ada empat ventrikel, yaitu dua ventrikel lateral yang terletak di belahan otak, ventrikel ketiga terletak di tengah otak, dikelilingi oleh hipotalamus dan talamus, dan ventrikel keempat terletak di bagian belakang otak, antara *cerebelum* dan batang otak. Ventrikel dihubungkan satu sama lain oleh serangkaian tabung.

3. Pleksus

Pleksus adalah bagian dari ventrikel otak yang berfungsi untuk membuat cairan serebrospinal.

4. Meninges

Meninges adalah membran tipis atau lapisan yang berfungsi sebagai penutup dan pelindung otak dan sumsum tulang belakang. Meninges dibagi menjadi tiga lapisan, yaitu lapisan terluar (durameter), membran tengah dan tertipis (lapisan arachnoid), dan lapisan terdalam (piameter).

5. Corpus callosum

Corpus callosum adalah kumpulan serabut saraf di antara dua belahan otak. Peran serat ini adalah untuk menghubungkan dan berkomunikasi antara belahan otak kiri dan kanan.

6. Kelenjar pituitary

Kelenjar pituitary adalah kelenjar endokrin di bagian paling bawah otak yang terletak pada bagian sella tursica (lekuk kecil dasar otak) di bawah hipotalamus. Organ ini melekat dan menerima sebuah pesan dari hipotalamus. Kelenjar pituitary terdiri atas dua lobus, yaitu lobus anterior dan lobus posterior. Kelenjar ini menghasilkan berbagai hormon yang mengontrol kelenjar lain di seluruh tubuh, seperti kortikotropin, prolaktin, dan hormon pertumbuhan (Erlita *et al.*, 2020).

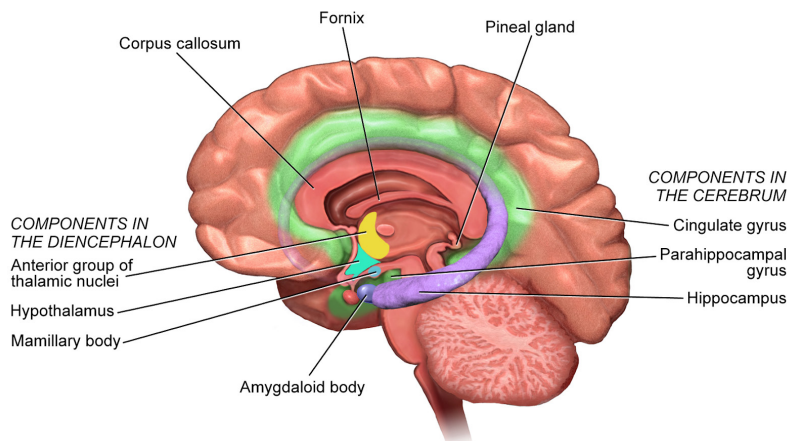
7. Kelenjar pineal

Kelenjar pineal adalah kelenjar terkecil di ventrikel ketiga otak. Kelenjar ini menghasilkan hormon melatonin selama perkembangan seksual dan mempengaruhi pola tidur.

8. Saraf kranial

Terdapat 12 pasang saraf kranial dengan fungsi khusus di daerah leher dan kepala. Sepasang saraf kranial pertama ada di otak, sedangkan 11 pasang lainnya ada di batang otak. Saraf kranial memiliki banyak fungsi, termasuk deteksi cahaya dan penglihatan melalui pupil mata, pendengaran, penciuman, pengunyahan, pelebaran pupil dan kelopak mata, gerakan mata, sensasi wajah, ekspresi wajah, keseimbangan, pengecapan di depan lidah, bicara, refleks muntah, kontrol otot visceral, mengangkat bahu, gerakan leher, gerakan lidah.

9. Sistem limbik



Gambar 4. Sistem Limbik

Sumber: <http://www.markijar.com/2018/12/bagian-otak-manusia-dan-fungsinya.html?m=1>

Sistem limbik bertanggung jawab atas perasaan atau emosi. Sistem ini terdiri dari hipotalamus, talamus, amigdala, dan hippocampus. Amigdala berfungsi untuk memproses memori, pengambilan keputusan, dan respons emosional. Fungsi hippocampus adalah untuk membentuk memori spasial dan navigasi, dengan mendeteksi tempat, peristiwa baru, dan rangsangan untuk membentuk memori baru terkait dengan peristiwa yang dialami, baik otobiografi maupun episodik.

DAFTAR PUSTAKA

- Erlita, R., Untari, E., & Murdiah, S. 2020. Pengaruh Model Brain Based Learning (BBL) Berbasis Eksperimen Terhadap Hasil Belajar Siswa Kelas V Sekolah Dasar. *Jurnal Pendidikan Dasar Nusantara*, 6(1), 116–126. <https://doi.org/10.29407/jpdn.v6i1.14495>
- Ishthifa, N., Iai, I., Nw, H., & Timur, L. 2020. Pengaruh Model Pembelajaran Brain Based Learning Berbantuan Media Audio Terhadap Keterampilan Nurul Ishthifa 'Iyati. 1(4), 29–37.
- Koşar, G., & Bedir, H. 2018. European Journal of Education Studies Improving Knowledge Retention via Establishing Brain-Based Learning Environment. *European Journal of Education Studies*, 4(9), 1–11. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1298918>
- Luh Seri Juliantini, I Nyoman Jampel, K.S.D. 2020. Pengaruh Model Pembelajaran Brain Based Learning Berbantuan Media Konkret Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika Siswa Kelas IV SD. *TSCJ*, 3(1).
- Rosalina, F.A., Fitriani, A.D., & Mulyasari, E. 2019. Penerapan Brain Based Learning Dalam Peningkatan Literasi Matematis Kelas V SD. *Jurnal Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, 4(li), 112–120.

Triana, M., Zubainur, C.M., & Bahrur, B. 2019. Students' Mathematical Communication Ability through the Brain-Based Learning Approach using Autograph. *JRAMathEdu (Journal of Research and Advances in Mathematics Education)*, 4(1), 1–10. <https://doi.org/10.23917/jramathedu.v4i1.6972>

BAB IV

SPELIALISASI OTAK DAN PEMBELAJARAN (*Brain specialization and learning*)

Sekretaris Pendidikan Amerika, Arne Duncan, mengatakan bahwa Amerika Serikat tidak akan menghasilkan insinyur, matematikawan, ilmuwan, dan fisikawan karena siswa Amerika tidak pandai dalam hal itu. Hasil pengujian menunjukkan bahwa berpikir inovatif dan kreatif tidak diajarkan dan dipraktikkan dalam kehidupan sehari-hari anak. Menurut Carew dan Magsamen, *neurosciences* diduga memberikan solusi (Carew dan Magsamen, 2010). Ide ini konsisten dengan temuan beberapa penelitian dalam pendidikan internasional dan penelitian *neurosciences*. *Neurosciences* diyakini memiliki dampak positif pada pembelajaran karena ilmu otak berubah dan meningkatkan praktik guru. Guru yang aktif dan antusias dapat mempengaruhi prestasi dalam proses pembelajaran. *Neuroscience*, terutama neuroimaging, dapat mengatasi masalah belajar (Varma, Mc. Candliss & Schwartz, 2008).

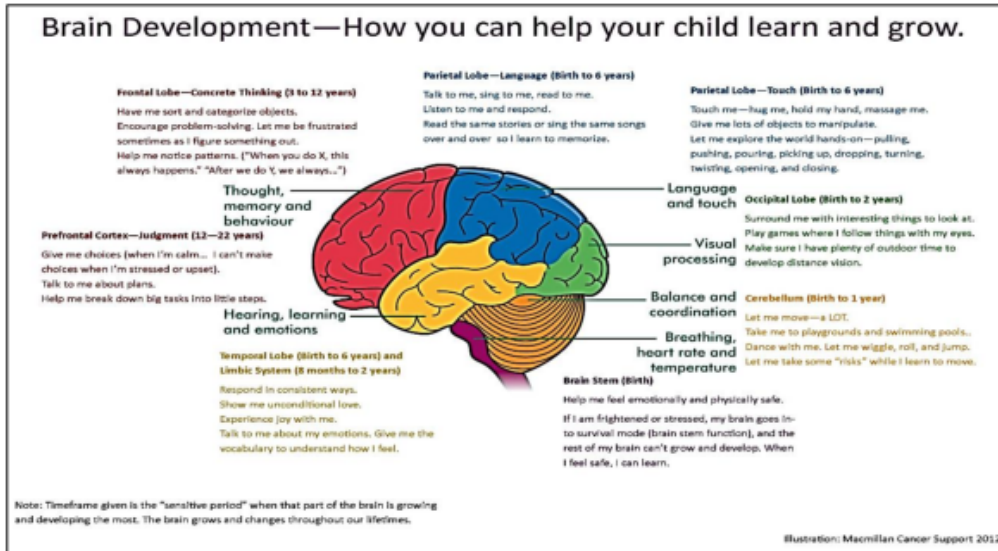
Pakar pendidikan secara aktif menyambut baik penetrasi *neurosciences* ke dalam pendidikan. Guru memiliki hak istimewa dan kesempatan untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas jalur konektivitas *neuronal*, sehingga mengoptimalkan otak mereka untuk kesuksesan masa depan. Untuk itu, pemahaman *neuroscience* guru dengan menerapkan *neuroscience* pada program pendidikan guru (Willis, 2019). Guru perlu merancang dan mengkolaborasi *neuroscience* dalam pembelajaran mereka. Pelajari tentang perkembangan balita, sekolah dasar, anak autisme, kebutuhan khusus dan kesulitan belajar. Anak-anak harus cukup tidur dan membutuhkan istirahat belajar yang kompleks. Pembelajaran berulang dan berbagai pendekatan digunakan (Lynch, 2017).

Di Indonesia, penelitian *neuroscience* masih tergolong rendah yaitu 0,19% (Menristekdikti, 2016). Di antara temuan penelitian *neuroscience* terkait pembelajaran, seperti: (1) *Neuroscience* dengan pendekatan pendidikan Islam, pembentukan karakter, berpikir kreatif, kolaborasi dan konseling (Nurjanah dan Hakim, 2018; Purwati. 2016) (2) Seni dapat mempengaruhi kecerdasan dan siswa emosi (Nurasiah, 2016), (3) meningkatkan efisiensi belajar dengan memaksimalkan dan menstimuli fungsi kedua belahan otak (Rahmadonna, 2011).

Bayi lahir sehat menampilkan kecerdasan dalam berbagai aktivitas dan perilaku. Kecerdasan ini harus dioptimalkan dengan memberikan stimulan sampai anak mencapai usia dewasa. Pertumbuhan dan perkembangan kecerdasan otak anak di usia emas (1-5 tahun) 2 kali lebih cepat dibandingkan otak orang dewasa (Partnership for Kids, 2019).

4.1 Mengenal Otak

Ilustrasi yang sangat menarik dari Macmillan Cancer Support yang menggambarkan fungsi otak pada anak usia 0-22 tahun. Ilustrasi ini sangat membantu menginspirasi orang tua dan guru untuk membantu anak belajar dan tumbuh seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1 (Sousa, 2012).



Gambar 1. Bagian-bagian otak beserta fungsinya

Melihat sisipan pada Gambar 1, tampaknya karakteristik otak diturunkan dari temuan ahli saraf. Corpus callosum memiliki empat lobus, yang menghubungkan belahan otak kiri dan kanan, dan berdampak besar pada pembelajaran dan perkembangan kecerdasan anak, yaitu:

Pertama, parietallobe, (warna biru) terletak di bagian atas kepala di belakang lobus frontal. Lobus ini mengatur 2 bagian utama, yaitu (1) sentuhan (*touch*), sentuhan motorik halus (menulis atau melukis), dan motorik kasar (menarik, mendorong, menuangkan, mengambil, menjatuhkan, memutar, membalikkan, membuka, dan menutup), dan (2) bahasa (*language*) (0-6 tahun).

Pada usia ini, anak mendambakan kehangatan berupa kasih sayang, sentuhan, dan pelukan. Anak-anak ingin seseorang untuk diajak bicara, bernyanyi, dan membacakan cerita berulang-ulang sampai mereka dapat menghafalkannya, ada yang mendengarkannya, dan memberikan tanggapan kepadanya.

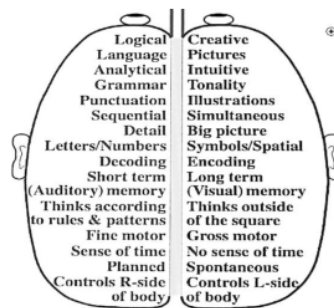
Kedua, occipitallobe (warna hijau), terletak di belakang kepala. Fungsi unik sejak lahir hingga memproses penglihatan visual/sensorik s.d.2 tahun. Anak mulai mengenal objek secara visual, mengenal warna, dan memahami arti kata. Pada usia ini, anak perlu dibawa ke dalam lingkungan yang menyenangkan. Perkenalkan diri dengan ke dunia luar dan pastikan memiliki banyak waktu di luar ruangan.

Ketiga, temporal lobe (warna kuning) terletak di sisi kepala sejajar dengan telinga (sejak lahir hingga 6 tahun); pada lobus ini, terdapat pula *limbic system* yang terletak di atas telinga (dari 8 bulan hingga 2 tahun). Lobus temporal ini bertanggung jawab untuk pendengaran, memori dan emosi yang lebih kompleks, motivasi, suara, musik, memori jangka panjang dan penglihatan (persepsi gerak, pengenalan wajah, dan objek). Anak-anak mendambakan tanggapan, cinta sejati, dan rasa sukacita bersama yang konsisten. Anak ingin mengungkapkan emosinya dengan kata-kata yang dapat memahami perasaannya.

Keempat, frontal lobe, (warna merah) bagian otak terbesar di belakang dahi atau otak depan. Fungsi lobus ini adalah untuk mengontrol gerakan tubuh, menilai dan merencanakan sesuatu, memecahkan masalah, mengatur emosi dan pengendalian diri dalam dua tahap. Tahap pertama, rentang usia anak (3-12 tahun), fungsi lobus ini untuk berpikir tentang kenyataan/fakta (*concrete thinking*), anak berharap dapat membantu merangkum dan mengelompokkan objek, berani memecahkan masalah bahkan jika mereka menghadapi kesulitan, dan berharap untuk memahami pola kausalitas. Tahap kedua adalah penilaian korteks prefrontal, rentang usia 12-22 tahun, anak ingin ditawarkan berbagai pilihan, ia akan memilih dalam suasana tenang, ia ingin berpartisipasi dalam rencana, dan diajak menjabarkan tugas besar menjadi langkah-langkah terperinci.

Lobus ini dikenal sebagai pusat kendali eksekutif dan rasional otak. Tempat untuk proses berpikir tingkat tinggi, pemecahan masalah, konsentrasi, dan pembentukan kepribadian (memori dan ekspresi emosional). Sistem rasional remaja matang perlahan. Inilah sebabnya mengapa remaja lebih cenderung mengekspresikan emosi daripada orang dewasa (Dosenbach *et al.*, 2010; Miller, 2000). Area otak yang paling lama matangnya adalah lobus frontal, yang berhubungan dengan perilaku, penalaran, dan pemecahan masalah.

Melihat temuan yang ditunjukkan pada Gambar 1 dan Tabel 2, terdapat proses panjang pertumbuhan, pematangan otak, dan perubahan perilaku manusia pada rentang usia 0-22 tahun. Dalam hal ini peran orang tua dan guru sangatlah penting. Namun sering terabaikan karena ketidaktahuan, keterbatasan sosialisasi dan kesibukan. Dengan cara ini, berbagai pertanyaan tentang anak-anak muncul. Anak yang sering berkelahi, ketergantungan, kurang percaya diri, cenderung tertutup dan tidak peduli, lemah dalam angka dan bahasa, sulit belajar, kurang motivasi belajar, tidak menggunakan berpikir tingkat tinggi secara optimal, dan sebagainya. Hal ini diharapkan jika orang tua dan guru berkolaborasi dalam pemecahan masalah dan pemenuhan kebutuhan dasar, yang sangat mempengaruhi pematangan proses intelektual otak dan perilaku anak (PAUD-Dikmas, 2017). Ini adalah alasan besar mengapa penting bagi guru dan orang tua untuk memahami dasar-dasar *neurosains*.



Gambar 2
Fungsi Otak Kiri dan Kanan
(diambil dari Eric Jensen)

Gambar 2. Fungsi otak kiri dan otak kanan

4.2 Perkembangan Otak

Bab ini menjelaskan beberapa aspek perkembangan otak sebelum dan sesudah lahir, khususnya pada manusia. Kita mulai dengan gambaran dasar anatomi otak primata, dengan penekanan khusus pada struktur otak yang mungkin paling penting untuk memahami perkembangan kognitif, neokorteks serebral. Kami kemudian memulai penyelidikan perkembangan kami dengan menguraikan beberapa tahap kunci pertumbuhan otak prenatal, dengan fokus pada kelahiran, migrasi dan diferensiasi sel yang membentuk struktur otak tertentu. Manifestasi paling mencolok dari perkembangan otak manusia pascalahiran adalah peningkatan ukuran empat kali lipat sejak lahir hingga remaja. Kami mengeksplorasi faktor-faktor yang berkontribusi pada perubahan dramatis ini. Kami akan menemukan bahwa perubahan ini terutama disebabkan oleh peningkatan bundel serat saraf dan mielinisasi daripada peningkatan neuron baru. Aspek mengejutkan dari perkembangan otak adalah bahwa beberapa indikator struktural dan neurofisiologis perkembangan otak, seperti kepadatan kontak sinaptik ke otak, menunjukkan karakteristik “naik dan turun” setelah lahir (pascanatal). Bagian berikut membahas sejauh mana neokorteks berdiferensiasi menjadi wilayah atau wilayah yang telah ditentukan sebelumnya. Hipotesis “protomap” menyatakan bahwa diferensiasi area korteks ditentukan oleh molekul penanda ular intrinsik atau pra-spesifikasi area proliferaatif.

Sebaliknya, hipotesis “protocortex” menunjukkan bahwa protocortex yang awalnya tidak berdiferensiasi terutama merupakan hasil dari input proyeksi thalamus dan bergantung pada aktivitas. Tinjauan terhadap bukti yang tersedia saat ini mendukung jalan tengah yang melihat lokasi yang telah ditentukan sebelumnya untuk area yang luas, sementara area fungsional kecil perlu bergantung pada proses aktif. Ini berarti bahwa jaringan kortikal memaksakan batasan arsitektural pada representasi yang muncul di dalamnya, tetapi tidak memiliki representasi bawaan. Bukti lebih lanjut yang mendukung kesimpulan ini berasal dari berbagai penelitian tentang plastisitas kortikal pada tikus neonatus. Dalam beberapa penelitian ini, input sensorik dari area korteks dipindahkan ke area lain, atau potongan

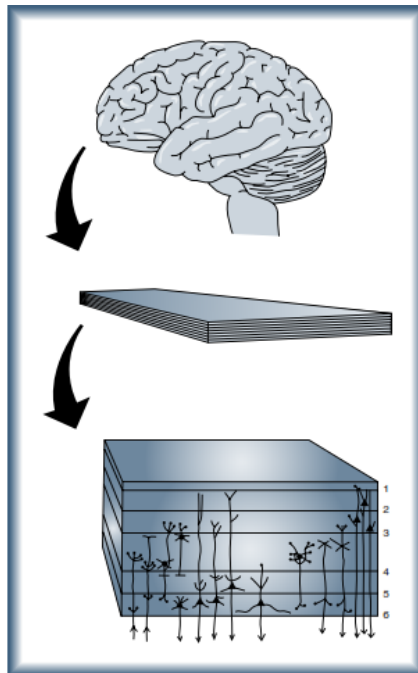
korteks ditransplantasikan dari satu area ke area lain. Dalam kedua kasus, jaringan kortikal memperoleh representasi berdasarkan sifat input daripada asal perkembangannya. Dengan beberapa peringatan, kami menyarankan bahwa kesimpulan serupa dapat ditarik tentang perkembangan kortikal dan plastisitas pada primata. Bagian selanjutnya berfokus pada satu area di mana perkembangan korteks manusia sangat berbeda dari primata lainnya: periode perkembangan pascakelahiran yang sangat panjang.

Periode yang sangat lama ini mengungkapkan dua aspek berbeda dari perkembangan korteks yang tidak terlihat jelas pada primata lain: perbedaan dalam waktu perkembangan antara lapisan dalam luar dan wilayah pola perkembangan. Berbagai aspek perkembangan kortikal manusia ini akan memberikan dasar bagi hubungan antara otak dan perkembangan kognitif yang dijelaskan dalam bab-bab selanjutnya. Bab ini diakhiri dengan diskusi tentang perkembangan beberapa struktur subkortikal pascakelahiran dan tinjauan singkat tentang apa yang kita ketahui tentang perkembangan neurotransmitter dan modulator. Tingkat perkembangan beberapa neurotransmitter mencerminkan aspek perkembangan struktural yang berbeda dari korteks, dan beberapa neurotransmitter dapat mengubah fungsinya selama perkembangan.

4.3 Gambaran Umum Anatomi Otak Primata

Buku ini mengasumsikan bahwa pembaca memiliki beberapa pengetahuan dasar tentang pengenalan otak. Namun, untuk memastikan bahwa pembaca cukup berpengetahuan untuk membaca ini dan selanjutnya, kita perlu merangkum beberapa fakta dasar tentang otak primata, termasuk otak kita. Otak semua mamalia mengikuti rencana dasar otak vertebrata, bahkan ditemukan pada spesies seperti salamander, katak, dan burung. Perbedaan utama antara spesies ini dan primata yang lebih tinggi adalah perluasan yang nyata dari korteks serebral di atasnya, dan struktur terkait seperti ganglia basal. Perkembangan otak manusia dengan cermat mengikuti urutan peristiwa yang diamati pada primata lain, meskipun dengan pengaturan waktu yang lebih maju.

Neokorteks semua mamalia, termasuk manusia, pada dasarnya adalah lembaran tipis (sekitar 3-4 mm). Meskipun kompleks, struktur berlapis umumnya relatif konstan di seluruh leburnya (lihat Gambar 1). Ekspansi yang cepat dari ukuran keseluruhan korteks selama evolusi telah membuatnya semakin kompleks, dengan beberapa lekukan (sulci) dan lobus (gyri). Misalnya, area kortikal kucing sekitar 100 cm², sedangkan manusia sekitar 2.400 cm. Ini menunjukkan bahwa korteks ekstra yang dimiliki primata, terutama manusia, terkait dengan fungsi kognitif yang lebih tinggi yang mereka miliki. Namun, hubungan mendasar antara struktur otak utama tetap serupa dari tikus ke manusia.



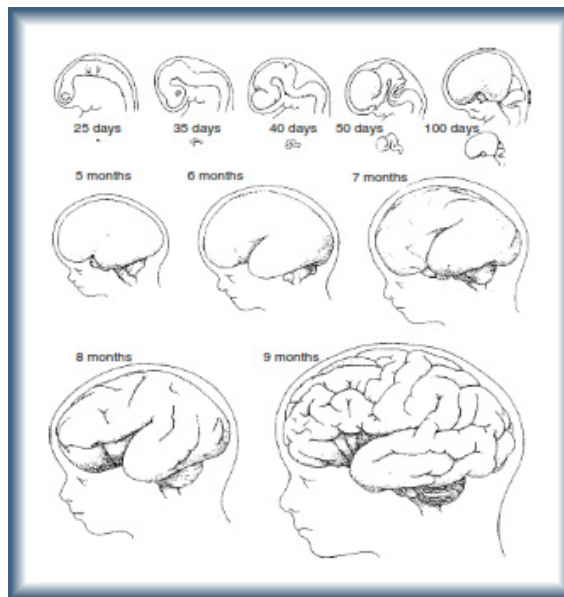
Gambar 3. Skema sederhana yang menggambarkan bahwa meskipun tampilan permukaannya kompleks (atas), korteks serebral adalah lembaran tipis (tengah) yang terdiri dari enam lapisan (bawah). Konvolusi di korteks muncul dari kombinasi pola pertumbuhan dan ruang sempit di dalam tengkorak. Secara umum, perbedaan antara mamalia berhubungan dengan luas total lembaran kortikal, bukan struktur berlapisnya. Setiap lapisan memiliki tipe neuron tertentu dan input karakteristik serta pola proyeksi.

4.4 Perkembangan Otak Prenatal

Urutan peristiwa dalam perkembangan otak pranatal manusia sangat mirip dengan banyak vertebrata lainnya. Tak lama setelah pembuahan, sel yang dibuahi mengalami proses pembelahan sel yang cepat, menghasilkan kelompok sel yang berkembang biak (disebut blastokista), agak mirip dengan kelompok anggur. Dalam beberapa hari, blastokista berdiferensiasi menjadi struktur tiga lapis (cakram embrionik). Masing-masing lapisan ini selanjutnya akan berdiferensiasi menjadi sistem organ utama. Endoderm (lapisan dalam) menjadi seperangkat organ dalam (pencernaan, pernapasan, dll), mesoderm (lapisan tengah) menjadi struktur rangka dan otot, dan ektoderm (lapisan luar) menghasilkan permukaan kulit dan sistem saraf (termasuk organ persepsi).

Sistem saraf itu sendiri dimulai dengan proses yang disebut sebagai neurulasi. Bagian dari ektoderm mulai melipat dirinya sendiri untuk membentuk silinder berongga yang disebut tabung saraf. Tabung saraf dibedakan menurut tiga dimensi: lingkaran panjang dan jari-jari. Dimensi panjang memunculkan cabang utama sistem saraf pusat, dengan otak

depan dan otak tengah muncul di satu ujung dan sumsum tulang belakang di ujung lainnya. Ujung yang menjadi sumsum tulang belakang berdiferensiasi menjadi rangkaian unit atau segmen yang berulang, sedangkan ujung anterior tabung saraf tersusun secara berbeda melalui pembentukan rangkaian proses dan konvolusi (lihat Gambar 2). Sekitar 5 minggu setelah pembuahan, tonjolan ini dapat diidentifikasi sebagai protoform untuk komponen utama otak mamalia. Dari depan ke belakang, tonjolan pertama membentuk korteks (telocephalon), tonjolan kedua membentuk thalamus dan hipotalamus (diencephalon), tonjolan ketiga membentuk otak tengah (mesencephalon), dan tonjolan lainnya membentuk otak tengah (metencephalon) cerebelum (otak belakang) dan medula (mielensefalon).

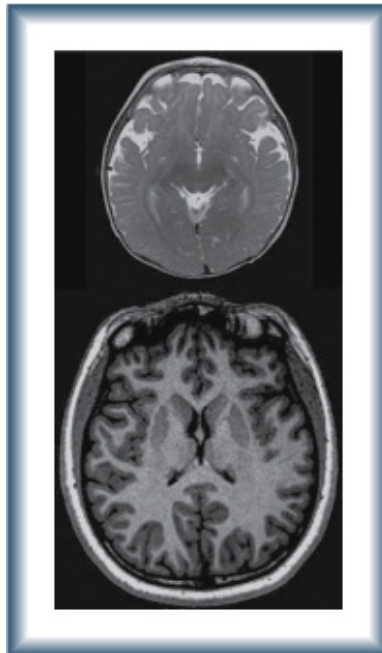


Gambar 4. Gambar urutan perkembangan embrio dan janin di otak manusia. Gambar otak di bawah 25-100 hari adalah gambar yang sama tetapi diplot dengan skala yang sama dengan baris berikutnya. Otak depan, otak tengah, dan otak belakang berasal dari pembengkakan kepala tabung saraf. Pada primata, korteks yang berbelit-belit tumbuh menutupi otak tengah, otak belakang, dan sebagian dari otak kecil. Sebelum lahir, neuron dihasilkan dengan kecepatan lebih dari 250.000 per menit di otak yang sedang berkembang.

4.5 Perkembangan Otak Setelah Melahirkan

Seperti disebutkan sebelumnya, total volume otak meningkat secara dramatis dari lahir hingga remaja (lihat Gambar 3). Faktor-faktor apa yang berkontribusi pada perkembangan perubahan psikologis ini? Dengan menggunakan teknik yang berbeda, pertanyaan ini dapat diperiksa dengan cara yang berbeda dan pada tingkat detail yang berbeda, dari variasi mikroskopis (dan mikroskop elektron) neuron dan sinapsis, hingga skala yang lebih besar di

mana otak dibagi menjadi abu-abu (neuron dan bagian lokalnya) dan materi putih (saluran serat mielin). Mulai dari skala mikroskopis, banyak pengukuran anatomis dan fungsional otak mengungkapkan pola perkembangan “naik turun” yang merupakan ciri kehidupan pascake-lahiran. Sementara proses kemajuan dan regresi tidak boleh dilihat sebagai tahapan yang berbeda, untuk tujuan ilustrasi kami akan membahasnya secara berurutan.

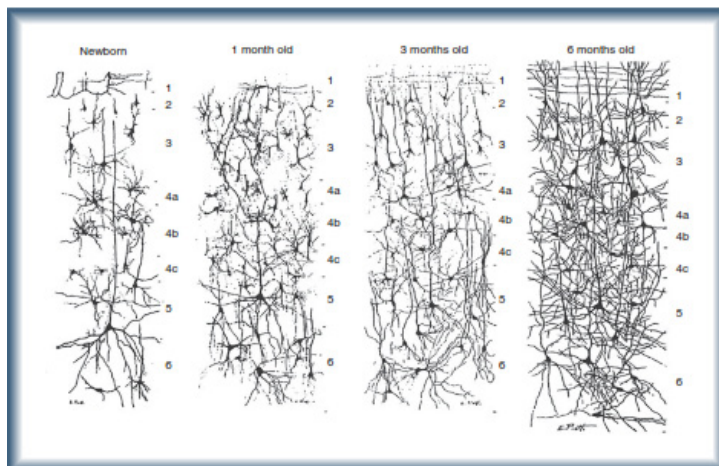


Gambar 5. Pemindaian struktural MRI pada bayi berusia 4 bulan (atas) dan remaja berusia 12 tahun (di bawah).

Pertama, secara umum diyakini bahwa peningkatan volume otak setelah melahirkan disebabkan oleh peningkatan neuron baru. Namun, ini tidak terjadi. Pembentukan neuron dan migrasinya ke daerah otak yang sesuai terjadi hampir secara eksklusif selama perkembangan prenatal pada manusia. Meskipun mungkin ada beberapa keuntungan neuronal skala kecil di hippocampus dan di tempat lain (lihat di bawah), sebagian besar neuron muncul sekitar bulan ke-7 kehamilan (Rakic, 1995). Namun, sinapsis, dendrit, dan bundel serat tumbuh secara signifikan setelah lahir dibandingkan dengan kurangnya badan sel saraf baru. Selain itu, serabut saraf ditutupi dengan lapisan lemak (mielinisasi), yang menambah sebagian besar otak.

Mungkin manifestasi paling jelas dari perkembangan saraf pascakelahiran yang diamati dengan mikroskop standar adalah peningkatan ukuran dan kompleksitas pohon dendritik dari sebagian besar neuron. Gambar 3 menunjukkan contoh peningkatan dramatis dalam area pohon dendritik selama perkembangan pascakelahiran pada manusia. Sementara sel punjung dendritik dapat meningkat secara signifikan dalam ukuran dan luasnya, sel ini

juga sering menjadi lebih spesifik dan terspesialisasi. Kurang jelas lingkup mikro standar, tetapi lebih jelas dengan mikroskop elektron, ada peningkatan yang sesuai dalam besarnya densitas kontak sinaptik antar sel.



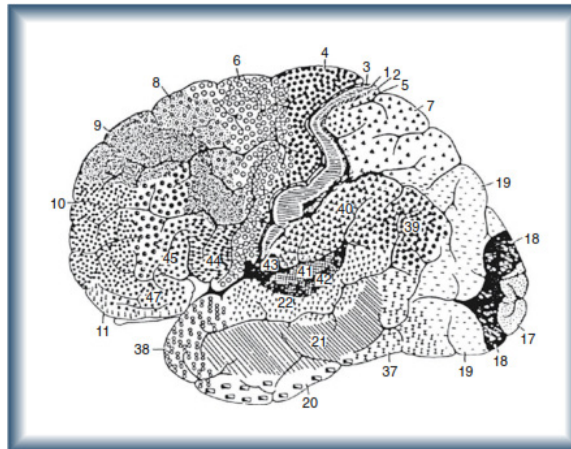
Gambar 6. Gambar struktur seluler korteks visual manusia berdasarkan preparat pewarnaan Golgi dari Conel (1939-1967). Dicitak ulang dengan izin penerbit dari *The Postnatal Development of The Human Cerebral Cortex, Volumes I–VIII*, oleh Jesse LeRoy Conel, Cambridge, Mass.: Harvard University Press, Hak Cipta © 1939, 1941, 1947, 1951, 1955, 1959, 1963, 1967 oleh Presiden dan Anggota Harvard College.

4.6 Perkembangan Area Kortikal: Protomap atau Protokorteks

Perdebatan yang sedang berlangsung di antara mereka yang mempelajari neurobiologi perkembangan kortikal menyangkut sejauh mana struktur dan fungsinya ditentukan sebelumnya karena merupakan hasil interaksi pada tingkat genetik, molekuler dan seluler daripada oleh penembakan neuron model. Korteks adalah struktur berlapis yang agak mengingatkan pada kue yang terdiri dari lapisan spons, krim, dan selai.

Ortogonal ke dimensi laminar struktur kortikal adalah perbedaan daerah atau wilayah. Kembali ke kue berlapis kami, kami dapat mempertimbangkan diferensiasi kortikal di area seperti irisan kue, beberapa di antaranya mungkin mengandung lapisan selai atau krim yang lebih tebal. Gambar 4 mengilustrasikan salah satu skema yang paling terkenal untuk membagi korteks serebral menjadi beberapa daerah. Pada primata dewasa, sebagian besar area kortikal dapat ditentukan oleh perbedaan yang sangat rinci dalam struktur laminar, seperti ketebalan yang tepat dari lapisan tertentu. Namun, batas antar wilayah seringkali tidak jelas dan kontroversial. Daerah yang ditentukan secara anatomis ini umumnya dianggap memiliki beberapa fungsi unik. Meskipun hal ini telah terbukti menjadi kasus untuk area sensorik dan motorik awal, masih banyak area fungsional atau batas yang tidak sesuai dengan divisi neuroanatomical yang diketahui. Harus ditekankan bahwa pembagian korteks menjadi daerah dengan spesialisasi fungsional yang berbeda bukanlah ilmu pasti, karena

fitur neuroanatomi rinci yang terkait dengan mendukung fungsi daerah yang berbeda sebagian besar masih belum diketahui.



Gambar 7. Peta arsitektural korteks serebral. Beberapa area spesifik yang paling penting adalah sebagai berikut. Korteks motorik: strip motorik, area 4; area pra-motorik, area 6; bidang mata frontal, area 8. Korteks somatosensori: area 3, 1, 2. Korteks visual: area 17, 18, 19. Korteks pendengaran: area 41 dan 42. Area bicara Wernicke: kira-kira area 22. Area bicara Broca: kira-kira area 44 (di belahan kiri).

4.7 Perkembangan Diferensial Korteks Manusia

Perubahan filogenetik utama dalam perkembangan kortikal pada primata terletak pada tingkat organisasi kortikal, dan waktu perkembangan yang lebih lama pada primata dan manusia (lihat Bagian 4.9). Pada bagian berikutnya, kita akan mengeksplorasi beberapa perubahan yang bertahan hingga masa remaja akhir. Pada bagian ini, kami meninjau beberapa perbedaan pembangunan daerah yang muncul pada dekade pertama. Mengenai perkembangan korteks pipih (lapisan kue), meskipun sebagian besar neuron kortikal berada pada tempatnya saat lahir pada primata, pola pertumbuhan masuk dan keluar yang diamati dalam perkembangan kortikal prenatal meluas ke kehidupan pascakelahiran. Studi neuroanatomi deskriptif ekstensif Conel tentang perkembangan kortikal bayi manusia selama periode 30 tahun membuatnya menyimpulkan bahwa pertumbuhan kortikal pascakelahiran berlangsung dalam pola keluar-masuk pada tingkat dendrit, pohon dendritik, dan mielinisasi (Conel, 1939-1967).

Perkembangan yang berbeda pada pertumbuhan kortikal postnatal manusia juga terlihat pada dimensi area (*slice of the cake*). Bahkan pada trimester kedua, manusia menunjukkan lebih banyak perbedaan dalam ekspresi gen di daerah kortikal yang berbeda daripada spesies lain yang diteliti (Dehay & Kennedy, 2009; Johnson *et al.*, 2009). Berkenaan dengan perkembangan pascakelahiran, Huttenlocher (1990, 1994; Huttenlocher & Dabholkar, 1997)

melaporkan bukti yang jelas untuk perbedaan dalam waktu peristiwa neuroanatomi pascakelahiran di korteks visual primer bayi manusia, korteks pendengaran primer, dan korteks frontal, dan kemudian mencapai hal serupa tonggak perkembangan. Jauh lebih lambat dalam kehidupan setelah lahir daripada dua yang pertama. Perlu dicatat bahwa perkembangan korteks serebral yang berbeda ini belum dilaporkan pada primata lain (Rakic, Bourgeois, Eckenhoff, Zecevic, & Goldman-Rakic, 1986; Bourgeois, 2001). Misalnya, Rakic dan rekannya melaporkan bahwa semua wilayah korteks tampak memuncak pada waktu yang hampir bersamaan dalam kepadatan sinaptik, sekitar 2-4 bulan pada monyet rhesus, dan sekitar 7-12 bulan pada anak manusia.

4.8 Perkembangan Otak Pascakelahiran: Masa Remaja

Pada awal pubertas, struktur dan kimia otak mulai mengalami perubahan besar. Perubahan ini melibatkan mielinisasi koneksi yang persisten dan perubahan kepadatan sinaptik, terutama di korteks prefrontal. Secara khusus, puncak pertumbuhan sinaptik terjadi sekitar pubertas, diikuti oleh periode pemangkasan. Sekitar waktu yang sama, lonjakan hormon mungkin terkait. Satu hipotesis adalah bahwa kadar testosteron yang lebih tinggi pada remaja laki-laki dapat menyebabkan pengurangan pemangkasan sinaptik, yang mengarah pada peningkatan volume materi abu-abu di daerah frontal tertentu pada pria. Namun, studi yang mengevaluasi perbedaan gender dalam perkembangan otak sebelum dan sesudah pubertas agak tidak konsisten dan beberapa studi longitudinal besar diperlukan (Blakemore & Choudhury, 2006).

Secara perilaku, masa remaja sering digambarkan sebagai periode peningkatan perilaku impulsif dan pengambilan risiko, dan para ilmuwan telah menyelidiki hipotesis bahwa ini terkait dengan kurangnya kontrol penghambatan, yang mungkin dimediasi oleh penurunan fungsi korteks prefrontal atau perubahan jaringan “hadiah” otak. Ketika orang dewasa terlibat dalam tugas seperti perjudian, peningkatan aktivitas di jaringan hadiah otak dikaitkan dengan pilihan berisiko pada orang dewasa. Remaja diketahui menunjukkan aktivitas yang lebih besar dalam jaringan penghargaan (melibatkan struktur yang disebut nukleus accumbens) daripada anak-anak atau dewasa muda.

Satu studi menyelidiki apakah perbedaan individu dalam kemungkinan berpartisipasi dalam perilaku berisiko dikaitkan dengan aktivitas sirkuit antisipasi penghargaan pada orang dewasa, remaja, dan anak-anak (Galvan, Hare, Voss, Glover, & Casey, 2006). Temuan dari ini dan studi terkait menunjukkan bahwa sementara perilaku impulsif dan pengambilan risiko umum terjadi di kalangan remaja, mereka menunjukkan lintasan perkembangan yang berbeda dan memiliki bagian otak yang berbeda. Perilaku impulsif (kurangnya penghambatan) dikaitkan dengan perkembangan PFC dan menurun secara bertahap dari masa kanak-kanak hingga dewasa. Sebaliknya, individu yang rentan terhadap perilaku pengambilan risiko (jaringan penghargaan) menghadapi risiko lebih lanjut pada masa remaja ketika sistem otak yang terlibat dalam antisipasi penghargaan sedang mengalami perubahan perkembangan.

4.9 Jalur Otak-Tulang Tulang Tunggal

Meskipun neuron di korteks tidak memiliki kontak langsung dengan otot, stimulasi listrik otak telah diketahui dengan cepat menginduksi gerakan sejak karya perintis Fritsch dan Hitzig (1870). Faktanya, setidaknya ada empat saluran utama dari otak yang menyampaikan impuls saraf yang berhubungan dengan gerakan (lihat Gambar 5.1), dan kita perlu mempertimbangkan secara singkat peran spesifik masing-masing saluran secara bergantian.

4.10 Saluran Kortikospinal

Seperti namanya, jalur ini terdiri dari neuron yang badan selnya terletak di korteks (terutama jalur motorik primer, juga dikenal sebagai M1). Strip ini adalah girus paling posterior dari lobus frontal dan terletak tepat di depan korteks somatosensori primer (S1) di sisi lain sulkus sentralis. Seperti S1, strip motor diatur berdasarkan medan. Akson neuron piramidal di daerah ini turun di dalam otak ke medula, di mana sebagian besar bersilangan (*decussate*) ke sisi yang berlawanan, dan kemudian berlanjut ke sumsum tulang belakang di mana mereka bersinaps dengan neuron motorik. Kemudian mengirimkan impuls ke otot itu sendiri.

Sebenarnya, jalur ini terdiri dari dua saluran yang berbeda secara fungsional: saluran “lateral” membantu mengontrol otot-otot distal (lengan bawah, ekstremitas bawah, tangan, dan jari), terutama di sisi tubuh yang berlawanan, dan saluran “ventral” mengontrol lebih banyak otot medial (di batang tubuh, tungkai atas, dan sebagainya) di kedua sisi. Kerusakan pada yang pertama mengganggu gerakan terampil yang melibatkan tangan atau jari; kerusakan pada yang terakhir mempengaruhi postur dan ambulasi.

4.11 Jalur Kortikobulbar

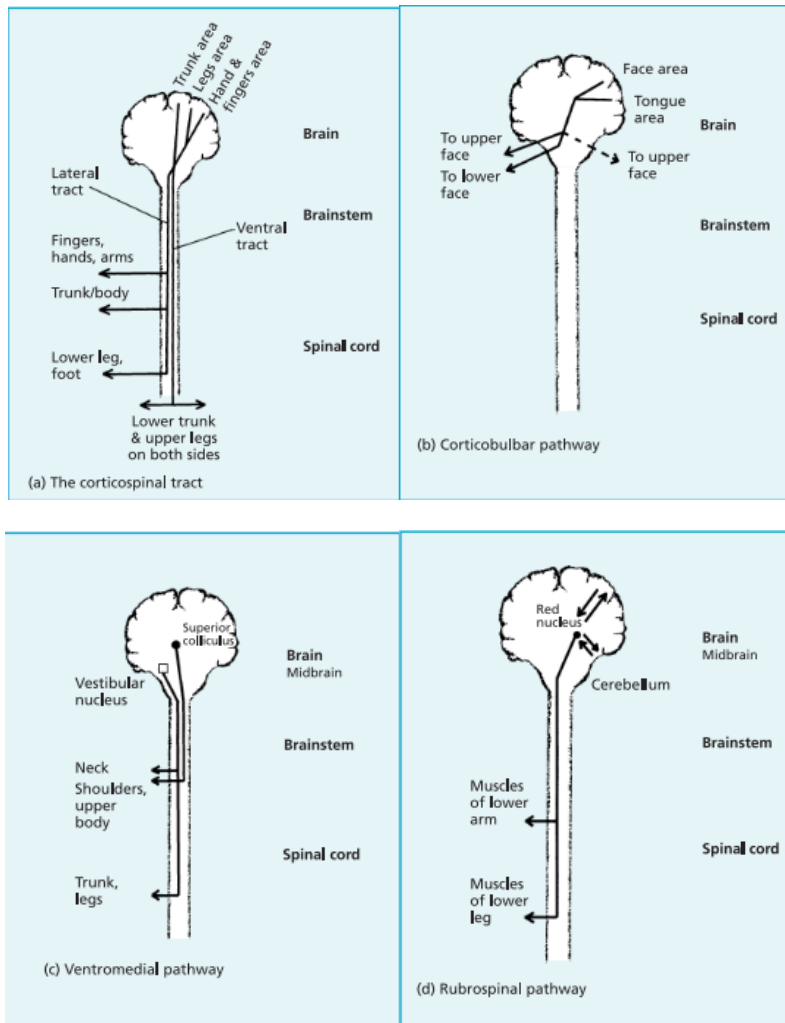
Jalur ini juga berasal dari jalur motorik primer, meskipun akson turun tidak lebih jauh dari pons, di mana jalur ini mempersarafi beberapa saraf kranial untuk mengontrol otot-otot wajah, mulut, dan lidah. Tonjolan wajah bagian atas cenderung bilateral, sedangkan area wajah dan mulut bagian bawah cenderung kontralateral: misalnya, Anda dapat dengan mudah mengangkat satu sisi mulut, tetapi lebih sulit untuk mengangkat sisi dahi.

4.12 Jalur Ventromedial

Sekali lagi, jalur ini sebenarnya terdiri dari beberapa saluran yang saling berhubungan, tetapi tidak seperti jalur kortikospinalis dan saluran kortikobulbar, titik asal masing-masing komponen berada di batang otak atau otak tengah daripada korteks, dan proyeksi berakhir secara proksimal (yaitu di dekat garis tengah) batang tubuh, bahu, dan leher. Salah satu komponen di mana sel-sel berasal dari colliculus superior penting untuk mengkoordinasikan gerakan mata yang berhubungan dengan postur tubuh. Komponen kedua dari badan sel, yang terletak di nukleus vestibular batang otak, membantu mengkoordinasikan keseimbangan. Komponen lain dari batang otak mengoordinasikan proses yang relatif otomatis seperti bersin, bernapas, dan sebagainya.

4.13 Jalur Rubrospinal

Asal jalur ini adalah nukleus merah otak tengah, yang menerima masukan dari korteks motorik dan otak kecil (yang saling berhubungan). Namun, proyeksi utama berada di bagian distal ekstremitas (tidak termasuk jari), dan fungsi utama berkas ini dianggap sebagai gerakan ekstremitas yang tidak bergantung pada gerakan batang tubuh. Pentingnya jalur ini pada manusia telah dipertanyakan karena ukuran inti merah kecil dibandingkan dengan primata lain, terutama mamalia lain, dan akson jalur tidak bermielin.



Gambar 8, 9, 10, dan 11. Garis kontrol gerak berkurang. (a) Traktus kortikospinalis berasal dari zona motorik primer dan terdiri dari bagian “lateral” yang mengontrol otot-otot distal di sisi lain tubuh dan bagian “ventral” yang mengontrol otot-otot medial batang tubuh dan ekstremitas atas. b) Jalur kortikobulbar juga berasal dari jalur Motorik primer, mengirimkan akson yang mempersarafi beberapa saraf kranial di pons untuk mengontrol otot-otot

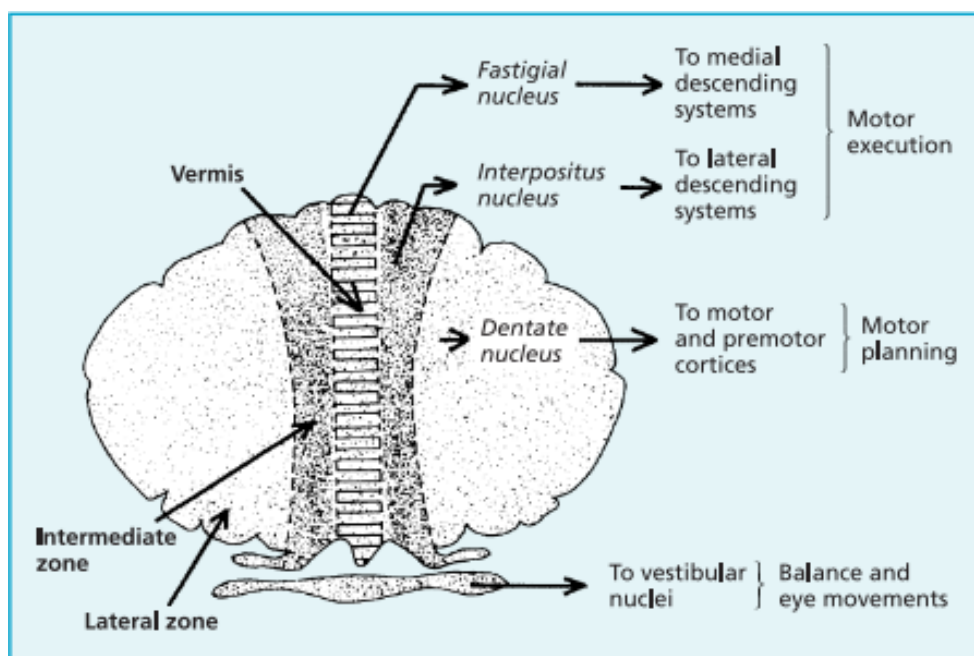
wajah, mulut, dan lidah. (c) Jalur ventromedial terdiri dari beberapa saluran yang saling berhubungan yang berasal dari batang otak atau otak tengah dan meluas ke batang tubuh, bahu, dan leher. Jalur ini melibatkan postur dan keseimbangan tubuh, serta koordinasi berbagai proses otomatis, seperti bersin, bernapas, dan sebagainya. (d) Jalur rubrospinal. Pada non-manusia, jalur ini memanjang dari nukleus merah otak tengah ke otot-otot di tungkai distal (tidak termasuk jari) untuk mengoordinasikan gerakan ekstremitas yang tidak bergantung pada gerakan batang tubuh. Signifikansi fungsional dari jalur ini pada manusia dipertanyakan.

4.14 Serebelum

Struktur ini membentuk setidaknya 10% dari pelengkap neuron otak, dan sejauh ini telah menerima perhatian yang relatif sedikit, kemungkinan karena terletak di luar korteks. Dua pengamatan penting harus dicatat di awal. Pertama, meskipun struktur ini sekarang diketahui terlibat dalam berbagai fenomena psikologis (seperti belajar dan pemantauan diri) selain gerakan, peran penting mereka dalam koordinasi motorik tidak diragukan lagi. Setidaknya pada mamalia tingkat tinggi, otak kecil secara mendasar terlibat dalam pengaturan koordinasi motorik dan penguasaan keterampilan motorik. Hal ini dimungkinkan oleh banyak hubungan timbal balik antara bagian korteks dan otak kecil. Kedua, kita harus mencatat kekhasan dalam diagram pengkabelan neurologis (sisi kanan otak kecil terhubung ke belahan kortikal kiri dan sisi kiri terhubung ke korteks kanan) yang berarti bahwa otak kecil mempengaruhi kontrol motorik di sisi ipsilateral, jadi kerusakan sisi kanan mempengaruhi gerakan di sisi kanan tubuh. Kami mempertimbangkan beberapa jebakan yang terkait dengan kerusakan serebelum pada waktunya. Pertama, kita perlu meringkas daerah anatomi kunci dan komponen fungsional struktur.

4.15 Struktur Cerebellar

Otak kecil (*cerebellum*) secara samar-samar menyerupai (dan berukuran sama) dua buah kenari yang saling berhubungan, dan dihubungkan ke batang otak di daerah pons oleh dua batang pendek. Strukturnya simetris bilateral, dan setiap hemisfer terdiri dari struktur saraf yang sangat teratur. Faktanya, otak kecil hanya mengandung empat jenis neuron yang berbeda. Area (medial) terdalam dari setiap belahan terdiri dari vermis. Daerah ini menerima informasi somatosensori dan kinestetik dari sumsum tulang belakang. Area selanjutnya (bergerak keluar) adalah area tengah. Wilayah ini menerima informasi dari inti merah dan mengembalikan output ke sana. Akhirnya, daerah lateral (bagian luar kiri dan kanan otak kecil) menerima informasi dari korteks motorik dan asosiatif. Tertanam jauh di dalam otak kecil di setiap sisi adalah tiga inti. Vermis memproyeksikan ke inti fastigial, yang selanjutnya mempengaruhi sistem motorik desendens medial. Zona tengah menonjol ke inti tengah dan mempengaruhi sistem motorik turun lateral. Daerah lateral menonjol ke dalam nukleus dentatus, yang pada gilirannya menonjol ke dalam korteks motorik dan premotor, yang dianggap terlibat dalam perencanaan motorik (lihat Gambar 12).



Gambar 12. Otak kecil (*Cerebellum*) dan hubungannya. *Output* dari vermis mempengaruhi sistem desendens medial untuk mempengaruhi eksekusi motor. Demikian juga, *output* dari zona tengah lebih mempengaruhi sistem desendens lateral. *Output* dari daerah lateral terutama lobus frontal. Daerah lateral dianggap terlibat dalam perencanaan motorik, terutama dalam menanggapi rangsangan eksternal. (Diadaptasi dari Kandel *et al.*, 1991.)

4.16 Fungsi Cerebellar pada Manusia

Mengingat input somatosensori dan output medial berkurang, kita tidak perlu terkejut menemukan bahwa kerusakan pada vermis dapat mempengaruhi keseimbangan dan postur, dan dapat menyebabkan seseorang tersandung atau bahkan jatuh saat mencoba gerakan tertentu. Gerakan sederhana, seperti membungkuk untuk mengambil suatu benda. Kerusakan pada area tengah menciptakan fenomena yang dikenal sebagai “getaran yang disengaja”: suatu tindakan masih dapat terjadi, tetapi pelaksanaannya tersentak-sentak atau terhuyung-huyung. Pengamatan ini memperkuat gagasan bahwa fungsi normal dari daerah perantara adalah untuk “melunakkan” gerakan yang tidak terkoordinasi dengan baik, terutama di daerah ekstremitas distal.

Cedera pada area lateral juga dapat mempengaruhi gerakan anggota badan, terutama untuk tugas-tugas yang memerlukan koordinasi otot yang kompleks (kadang disebut gerakan “balistik”) dalam waktu singkat. Gerakan terampil ini membutuhkan koordinasi banyak otot dan gerakan yang diatur waktu, tetapi dalam beberapa urutan umpan baliknya terlalu cepat untuk diubah. Contoh yang baik adalah latihan servis tenis, atau memainkan tangga nada pada piano. Setelah cedera lateral, gerakan masih dapat dicoba dan bahkan diselesaikan, tetapi tidak mulus dan terlatih dengan baik, tetapi tentatif dan sering kali tidak

akurat. Semakin banyak sendi yang terlibat dalam gerakan, semakin besar defisitnya. Selain itu, latihan mungkin tidak meningkat banyak, karena orang dengan cedera otak jenis ini tidak hanya kikuk, tetapi juga kesulitan mempelajari keterampilan motorik baru.

4.17 Korteks

Pada suatu waktu, fungsi motorik (di otak) diperkirakan melibatkan semua jaringan kortikal di depan sulkus sentralis—sebuah “unit motorik” dalam terminologi Luria (1973). Dengan penelitian lebih lanjut, pandangan ini perlu direvisi. Pertama, mengabaikan fakta bahwa lobus frontal memiliki beberapa fungsi non-motorik selain bertanggung jawab untuk kontrol motorik. Kedua, mengabaikan peran penting lobus parietal, terutama sisi kiri, dalam mengontrol gerakan dalam beberapa kasus. Saat ini, perhatian telah beralih untuk mengungkap tanggung jawab relatif dari daerah kortikal yang berbeda dalam mengatur dan mengendalikan gerakan, dan mencoba memahami bagaimana daerah ini berinteraksi satu sama lain dan dengan struktur subkortikal yang telah disebutkan. Model yang muncul masih bersifat hierarkis; Zona A dikendalikan oleh Zona B; yang pada gilirannya dikendalikan oleh Zona C. Tetapi semakin jauh seseorang melihat, semakin abstrak dan ekstensif operasi mental yang terkait dengan gerakan menjadi. Selanjutnya, para peneliti merasa perlu untuk membedakan antara gerakan yang dihasilkan secara internal dan gerakan yang didorong oleh stimulus atau yang didorong secara eksternal.

4.18 Bahasa dan Otak: Pendekatan Neurologi Klasik dan Afasia

Franz Joseph Gall, yang bekerja sekitar 200 tahun yang lalu, memperhatikan bahwa beberapa temannya yang pandai bicara (contoh awal adalah teman sekelasnya) memiliki bola mata yang menonjol! Dia kemudian menyimpulkan bahwa itu pasti karena otak di belakang mata telah berkembang untuk mengakomodasi fakultas bahasa yang unggul—dan dengan demikian lahirlah gagasan bahwa bahasa “berada” di lobus frontal. Gagasan Gall tentang lokalisasi bahasa didukung ketika Broca diperkenalkan kepada pasien dengan infeksi kaki yang parah, hemiparesis kanan, dan kehilangan kemampuan berbicara. Seperti yang telah kami sebutkan di Bab 1, pasien disebut “Tan” karena hanya itu “suara” yang bisa dia buat (yang cenderung dia ulangi berulang-ulang). Broca menyadari bahwa pasien ini dapat menjadi ujian teori Gall, dan ketika dia meninggal, post-mortem otak menunjukkan bukti kerusakan signifikan pada girus frontal posterior kiri (lihat Gambar 6.1 nanti). Faktanya, Broca menunjukkan bahwa area kortikal lainnya rusak, tetapi otak tidak pernah dibedah, sehingga tingkat kerusakan Tan yang sebenarnya tidak diketahui.

4.19 Afasia Broca

Pada afasia Broca, seperti pada kebanyakan gangguan neurologis, gangguan hanya masalah derajat, tetapi ciri utamanya adalah kesulitan menghasilkan ucapan yang koheren (karenanya disebut afasia “ekspresif” atau “tidak lancar”). Sementara pidato Tan terbatas pada satu “suara”, kebanyakan orang dengan afasia Broca berbicara sedikit, tetapi mereka

tampaknya kesulitan menemukan kata-kata yang ingin mereka gunakan, serta preposisi, konjungsi, dan kata-kata relasional lainnya (seperti kata “dalam”), “dan”, “tetapi”, “tentang”, “di atas”, dan seterusnya) sering dihilangkan. Akibatnya, ucapan menjadi lambat, efektif, tidak lancar, dan disengaja, dan mungkin memiliki struktur tata bahasa yang sangat sederhana. Istilah “pidato telegrafik” sering digunakan sebagai deskripsi singkat pidato afasia Broca (“... in car... off to the... thematch... City play... good watch... like City...”).

Selain masalah ini, beberapa aspek fungsi bahasa dipertahankan dengan baik. Penderita afasia Broca dapat menggunakan ekspresi terampil (“Hujan tidak pernah turun, tetapi hujan deras!”) tanpa kesulitan, dan mereka juga dapat menyanyikan lagu-lagu terkenal tanpa kesalahan. Membaca dengan keras mungkin relatif tidak terpengaruh. Kemampuan ini menunjukkan bahwa masalahnya tidak ada hubungannya dengan “mekanika” gerakan otot yang terkait dengan ucapan, dan untuk menekankan hal ini, beberapa penderita afasia Broca memiliki masalah “tata bahasa” yang serupa ketika mencoba menulis.

Nama alternatif afasia “ekspresif” adalah pengingat bahwa ciri paling jelas dari kondisi ini terkait dengan kesulitan memproduksi bahasa, terutama ucapan-ucapan baru (dan dipelajari). Kurangnya kefasihan dikaitkan dengan defisit dalam pemrograman bahasa (afemia dalam terminologi Broca): hilangnya kemampuan untuk melakukan gerakan bahasa tanpa kelumpuhan otot wajah atau lipatan vokal.

Selain pembahasan sebelumnya, beberapa pasien afasia Broca juga mengalami kesulitan memahami. Misalnya, kalimat seperti “Anak laki-laki melihat seorang gadis berbicara dengan teman” mungkin tidak menimbulkan masalah, sedangkan kalimat seperti “Gadis yang dilihat anak laki-laki itu, sedang berbicara dengan seorang teman” mungkin sulit. (Tes melihat apakah responden tahu siapa yang melihat siapa.) Namun, tidak jelas apakah defisit pemahaman terkait dengan masalah dengan pemrosesan tata bahasa kalimat yang lebih kompleks, atau masalah dengan memori kerja atau bahkan perhatian. Lebih lanjut, secara umum diterima bahwa masalah pemahaman pada afasia Broca secara kualitatif dan kuantitatif berbeda dari masalah pada afasia Wernicke (Dronkers, Redfern, & Knight, 2000). Pada akhirnya, sebagian besar pasien Broca menyadari kesulitan bahasa mereka dan memiliki “wawasan” tentang kondisi mereka.

4.20 Basis Saraf Pemrosesan Bicara pada Bayi

Pendekatan umum kedua untuk menyelidiki sejauh mana bahasa “spesifik secara biologis” adalah dengan mencoba mengidentifikasi proses yang berhubungan dengan bahasa di otak bayi yang sangat muda. Kemudian pertanyaan lain melibatkan pembicaraan tentang seberapa spesifik prosesnya. Logikanya di sini adalah bahwa jika korelasi saraf spesifik dari pemrosesan ucapan dapat diamati sejak awal kehidupan, ini mungkin menunjukkan kapasitas untuk pemrosesan saraf terkait bahasa sebelum pengalaman penting. Contoh dari pendekatan ini melibatkan kemampuan untuk membedakan antara suara-suara yang berhubungan dengan ucapan, seperti fonem. Eksperimen perilaku telah menunjukkan bahwa batas-batas fonologis (misalnya /ba/,/pa/) yang digunakan dalam berbicara oleh

anak-anak kecil menunjukkan diskriminasi yang ditingkatkan (kategoris). Artinya, transisi bicara bertingkat dari /ba/ke/pa/ dianggap oleh bayi sebagai transisi kategoris yang tiba-tiba.

Pengamatan ini awalnya memicu kegembiraan sebagai bukti mekanisme deteksi khusus dalam persepsi ucapan manusia. Namun, dalam dekade terakhir telah menjadi jelas bahwa spesies lain, seperti chinchilla, menunjukkan kemampuan diskriminasi suara yang sama, menunjukkan bahwa kemampuan ini mungkin hanya mencerminkan karakteristik umum pendengaran mamalia. Sistem pemrosesan daripada mekanisme khusus untuk bahasa lisan awal (lihat Werker & Vouloumanos, 2001). Namun, Werker dan Polka (1993) melaporkan bahwa meskipun bayi manusia dapat membedakan struktur fonetik yang sangat luas, termasuk yang tidak ditemukan dalam bahasa ibu mereka (misalnya, bahasa Jepang). Bayi, tetapi bukan orang dewasa Jepang, dapat membedakan antara suara “r” dan “l”; kemampuan ini terbatas pada struktur fonetik bahasa ibu pada usia 10 bulan.

4.21 Pengaruh Pengalaman: Pengolahan Bahasa pada Otak

Ada atau tidaknya area biologis “khusus” di otak yang memproses bahasa atau tidak, input bahasa harus memainkan peran ganda dalam membentuk respons otak terhadap bahasa. Anak-anak tumbuh mendengar bahasa tertentu di lingkungan mereka dan mengembangkan keahlian dalam bahasa itu. Studi tentang pemrosesan ucapan bayi (lihat di atas) menunjukkan bahwa bayi tidak hanya dapat membedakan suara-suara ini sejak dini, tetapi jenis bahasa yang mereka dengar di lingkungan selanjutnya memengaruhi cara bayi memahami ucapan. Lebih khusus, eksperimen perilaku menunjukkan bahwa bayi di bawah 6 bulan dapat membedakan bunyi ujaran yang ada dalam bahasa ibu mereka, maupun yang tidak. Namun, sekitar 10 bulan, kemampuan mereka untuk membedakan kontras non-pribumi berkurang. Hasil serupa ditunjukkan dalam studi ERP. Misalnya, Rivera-Gaxiola dan rekan (Rivera-Gaxiola, Silva-Pereyra, & Kuhl, 2005) menemukan bahwa bayi Amerika menunjukkan diskriminasi dari keduanya.

Konsonan bahasa Inggris (asli) dan Spanyol (bukan asli) dibandingkan pada usia 7 bulan dalam tanggapan N250-550, sementara anak usia 11 bulan melakukannya hanya untuk perbandingan bahasa ibu. Selain itu, mereka menemukan bahwa respons terhadap kontras asli hanya meningkat antara usia 7 dan 11 bulan. Jika respons bayi yang berubah terhadap kontras asli bergantung pada pengalaman mereka dalam mendengar bahasa, pertanyaan yang menarik adalah apakah paparan dini terhadap bahasa mempercepat proses ini. Peña dan rekan (2012) menjawab pertanyaan ini dengan menggunakan ERP untuk mempelajari respons bayi manusia cukup bulan dan prematur terhadap perubahan fonemik pada batas fonetik lokal dan non-lokal. Sementara bayi dapat mendengar suara dari luar rahim sebelum lahir, rahim bertindak seperti filter frekuensi tinggi yang sangat mengurangi fonem yang terdengar di dalam rahim. Sebaliknya, bayi prematur yang secara alami meninggalkan rahim lebih awal dapat memperoleh manfaat dari paparan bahasa yang lebih awal dan lebih kaya terhadap pidato di lingkungan luar rahim.

Hasilnya menunjukkan bahwa, pada kenyataannya, bayi prematur tampaknya tidak mendapat manfaat dari paparan sebelumnya, dan bahwa respons terhadap penutur asli dan non-pribumi asli bervariasi tergantung pada usia saat dewasa daripada durasi pengalaman.

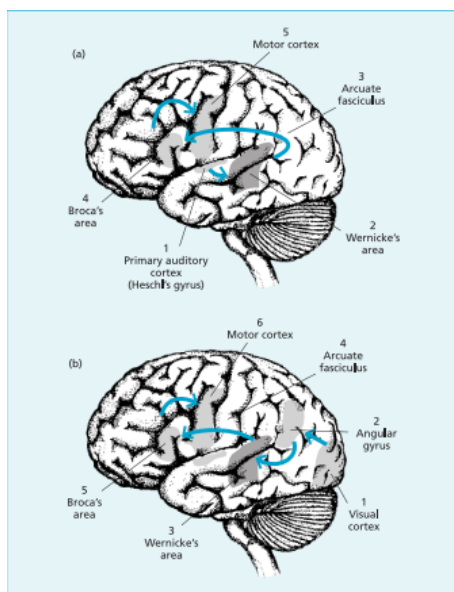
Hasil ini tidak meragukan pentingnya paparan bahasa, tetapi menunjukkan bahwa efek paparan tersebut tergantung pada keadaan otak pada saat pengalaman.

4.22 Model Bahasa Koneksi

4.22.1 Model Wernicke-Lichtheim-Geschwind

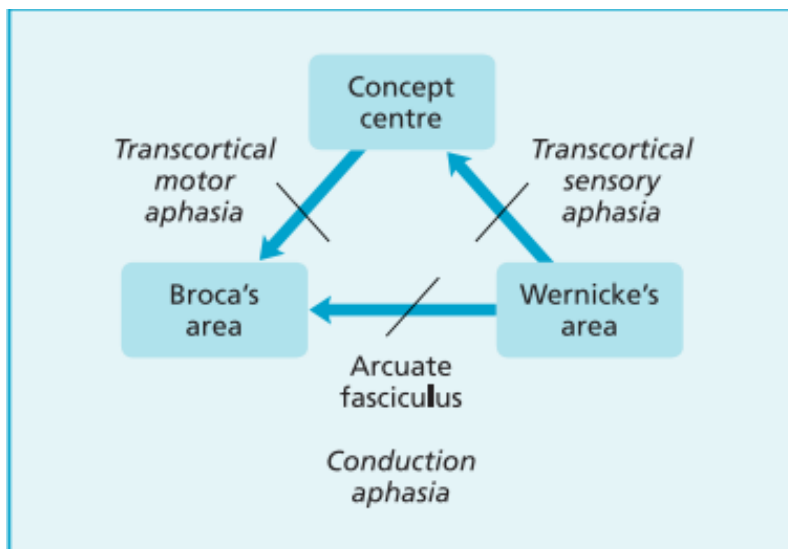
Karya Broca dan Wernicke sangat menarik bagi para peneliti. Pada tahun 1885, Lichtheim mengusulkan apa yang kemudian dikenal sebagai model “koneksionis” (juga dikenal sebagai model “lokalisasi”) bahasa untuk menjelaskan berbagai bentuk afasia (semuanya tujuh) yang telah dicirikan pada saat itu. Omong-omong, istilah “*connectionist*” berarti bahwa pusat-pusat otak yang berbeda saling berhubungan, dan gangguan fungsi bahasa mungkin disebabkan oleh kerusakan salah satu pusat atau jalur antar pusat. Oleh karena itu, model ini mirip dengan konsep “jaringan kontrol terdistribusi” yang kami perkenalkan di Bab 1, meskipun secara konseptual beroperasi secara serial (yaitu, tanpa pemrosesan paralel).

Dalam model Lichtheim, daerah Broca dan Wernicke membentuk dua titik dalam segitiga. Poin ketiga mewakili pusat “konsep” (lihat di bawah), di mana makna kata disimpan dan pemahaman pendengaran terjadi. Setiap titik saling berhubungan, sehingga kerusakan pada salah satu pusat (titik) atau salah satu jalur yang menghubungkannya akan menyebabkan beberapa bentuk afasia. Model Lichtheim menjelaskan banyak ciri dari berbagai bentuk afasia dan pada suatu waktu merupakan model dominan tentang bagaimana otak mengatur pemahaman dan produksi bahasa (lihat Gambar 13 dan 14). Meskipun tidak disukai pada awal abad ke-20, model tersebut memperoleh dorongan baru pada 1960-an setelah karya Geschwind (misalnya, Geschwind, 1967).



Gambar 13. Model bahasa koneksi. (a) Model koneksi untuk melafalkan kata yang “didengar”. Suara awalnya dikodekan di korteks pendengaran primer (1) dan kemudian

diumpangkan ke area Wernicke (2) untuk dikaitkan dengan makna. Fasikulusarkuata (3) meneruskan informasi tentang kata “terdengar” ke depan area Broca (4) untuk membangkitkan program artikulatoris. *Output* dari area Broca dipasok ke jalur motorik utama untuk menghasilkan gerakan otot yang diperlukan di mulut dan tenggorokan. (b) Model koneksionis untuk melafalkan kata-kata “terlihat”. Seperti dijelaskan di atas, selain pemrosesan awal di korteks visual (1), input kemudian diteruskan ke girus sudut (2), di mana gambar visual kata-kata dikaitkan dengan pola pendengaran yang sesuai di area Wernicke yang berdekatan.



Gambar 14. Model Lichtheim dari wilayah Wernicke yang memproses gambar suara dari kata-kata. Ini dikirim melalui fasikulusarkuata ke area Broca yang bertanggung jawab untuk menghasilkan keluaran suara. Kerusakan pada jalur ini dapat menyebabkan afasia konduktif. Rute kedua antara area Wernicke dan Broca adalah melalui pusat konseptual, yang dibayangkan Lichtheim sebagai bagian otak yang menyimpan makna. Gangguan jalur antara area Wernicke dan pusat konseptual menyebabkan afasia sensoriktranskortikal (ditandai dengan keterampilan berulang yang utuh tetapi ketidakmampuan untuk merasakan input pendengaran). Gangguan akses dari pusat konseptual ke area Broca menyebabkan afasia motorik transkortikal, yang ditandai dengan afasia spontan.

Wernicke sebenarnya adalah orang pertama yang mengusulkan bahwa wilayah otak yang telah dia identifikasi secara anatomis terkait dengan area Broca, dan dia beralasan bahwa mungkin ada keterputusan antara area bicara (area Wernicke) dan area keluaran vokal (area Broca), meskipun tidak ada daerah itu sendiri yang rusak. Jalur yang dimaksud disebut fasikulusarkuata, dan Geschwind (1965) menggambarkan sejumlah kecil individu afasia dengan gangguan yang signifikan. Gangguan mereka disebut “afasia konduktif,” dan

sementara pemahaman bicara dan produksi sebagian besar dipertahankan, kemampuan untuk mengulang kata-kata, terutama kata-kata baru atau asing, terganggu (lihat Gambar 14).

Lokasi yang tepat dari pusat konseptual dalam model Lichtheim tidak jelas, dan Lichtheim sendiri percaya bahwa konsep sebenarnya tersebar luas di seluruh korteks. Interpretasi yang lebih baru (Geschwind, 1967) menemukannya di lobusparietalis inferior kiri yang mencakup girus angularis (lihat Gambar 6.1a), dan area di depannya disebut girus supramarginal. Area ini terhubung ke (tetapi tidak bergantung pada) area Wernicke, dan pasien dengan kerusakan pada area ini pasti akan mengalami masalah bahasa "reseptif". Namun, ini biasanya bermanifestasi sebagai beberapa bentuk "disleksia" (kehilangan kemampuan membaca). Di sisi lain, kerusakan BA 37 (posterior medial temporal gyrus) di hemisfer kiri dikaitkan dengan perolehan informasi semantik untuk kata-kata yang dapat didengar dan diulang pada pasien afasia, menjadikannya kandidat yang baik untuk pusat konseptual (Damasio dan Damasio, 1989), atau setidaknya untuk pemahaman tingkat kata (Dronkers *et al.*, 2004, dan lihat di bawah).

Konklusi

Aspek mengejutkan dari perkembangan otak adalah bahwa beberapa indikator struktural dan neurofisiologis perkembangan otak, seperti kepadatan kontak sinaptik ke otak, menunjukkan karakteristik "naik dan turun" setelah lahir. Bagian berikut membahas sejauh mana neokorteks berdiferensiasi menjadi wilayah atau wilayah yang telah ditentukan sebelumnya. Hipotesis "protomap" menyatakan bahwa diferensiasi area korteks ditentukan oleh molekul penanda ular intrinsik atau pra-spesifikasi area proliferaatif.

Urutan peristiwa dalam perkembangan otak pralahir manusia sangat mirip dengan banyak vertebrata lainnya. Tak lama setelah pembuahan, sel yang dibuahi mengalami proses pembelahan sel yang cepat, menghasilkan kelompok sel yang berkembang biak (disebut blastokista), agak mirip dengan kelompok anggur. Dalam beberapa hari, blastokista berdiferensiasi menjadi struktur tiga lapis (cakram embrionik). Masing-masing lapisan ini selanjutnya akan berdiferensiasi menjadi sistem organ utama. Endoderm (lapisan dalam) berubah menjadi satu set organ internal (pencernaan, pernapasan, dan sebagainya), mesoderm (lapisan tengah) berubah menjadi kerangka dan struktur otot, dan ektoderm (lapisan luar) menghasilkan permukaan kulit dan sistem saraf (termasuk organ sensorik).

Daftar Rujukan

- Carew, Thomas J. and Magsamen, Susan H. 2010. Neuro Science and Education: an Ideal Partnership for Producing Evidence-Based Solutions to Guide 21st Century Learning. *Neuron* 67, September 9, 2010. Elsevier. DOI10.1016/j.neuron.2010.08.028.
- Dosenbach, N.U., Nardos, B., Cohen, A.I., Fair, D.A., Power, J.D., Church, J.A., Schlaggar, B L. 2010. Prediction of Individual Brain Maturity using MRI Science 329,1358-1361
- John S., Rebecca E. 2010. *Introducing Neuropsychology*. Psychology Press: New York.

- Lynch, Matthew. 2017. 10 Ways That Neuroscience Can Change Education. The Tech Edvocate <https://www.thetechedvocate.org/10-ways-neuroscience-can-changeeducation/>.
- Mark H.J., Michelle de H. 2015. *Developmental Cognitive Neuroscience*. Blackwell Publishers Ltd: USA.
- Menristek Dikti. 2016. Kekuatan 50 Institusi Ilmiah Indonesia. Profil Publikasi Ilmiah Terindeks Skopus. Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi. Dirjen Penguatan Riset dan Pengembangan. Direktorat Pengelolaan Kekayaan Intelektual.
- Nurasiah. 2016. Urgensi Neuroscience dalam Pendidikan (sebagai langkah inovasi Pembelajaran) (Dosen FTK IAIN Raden Intan Lampung). *Al-Tadzkiyyah: Jurnal Pendidikan Islam, Volume 7*, Mei 2016 P. ISSN: 20869118 E-ISSN: 2528-2476.
- Nurjannah., Asti, Faticha., dan Hakim. Hernantito Sulkhan. 2018. Konsep Aql dalam Alquran dan Neurosaims *Nazhruna: Jurnal Pendidikan Islam Vol. 1 No 2*.
- Partnershipfor 21st Century Skills. 2007. Frameworkfor 21st Century Learning. Retrieved October 29, 2010, from http://www.p21.org/documents/P21_Framework_Definitions.pdf
- PAUD-Dikmas. 2017. Kebijakan Teknis Pelibatan Keluarga Dan Masyarakat Di Satuan Pendidikan (Paud, SD, SMP, SMA/SMK, SLB, dan PNF). Disampaikan Oleh: Dr. Sukiman, M.Pd. Direktur Pembinaan Pendidikan Keluarga Ditjen PAUD dan Dikmas Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Semarang, 13 Maret 2017. (Power Point)
- Sousa. David A. 2012. Bagaimana Otak Belajar. Edisi keempat. Jakarta.
- Varma, S., Mc. Candliss, B.D., & Schwartz, D.L. 2008. Scientific And Pragmatic Challenges For Bridging Education and Neuroscience. *Educational Researcher*, 37(3), 140152. doi:10.3102/0013189X08317687.
- Willis, Judy. 2019 How The Memory Works in Learning. Teachthought. <https://www.teachthought.com/learning/how-the-memory-works-inlearning/>.

BAB V

PEMBELAJARAN DAN MEMORI (Learning and memory)

5.1 *Learning* (Belajar)

Dalam kehidupan sehari-hari, manusia tidak terlepas dari proses belajar. Belajar terjadi tidak hanya ketika kita berusaha menguasai suatu keterampilan atau pelajaran tertentu, tetapi juga dalam perkembangan emosi, interaksi sosial, dan bahkan perkembangan kepribadian. Kita belajar apa yang harus dicintai, apa yang harus ditakuti, bagaimana bersikap sopan, ramah, dan banyak lagi. Misalnya, anak-anak belajar memahami dunia, mengidentifikasi gender, dan mengontrol perilaku menurut standar orang dewasa.

Hilgard menyatakan, *Learning is a relatively permanent change in behavior that results from practice; behavior changes that are due to maturation (rather than practice), or temporary condition of the organism (such as fatigue or drug-induced states) are not included.*

Pahami bahwa belajar adalah perubahan tingkah laku yang relatif permanen yang merupakan hasil dari latihan. Oleh karena itu, perubahan perilaku yang disebabkan oleh pematangan (bukan latihan) atau kondisi sementara dalam tubuh (seperti kelelahan atau paparan obat-obatan) tidak dianggap sebagai pembelajaran.

Menurut Bloom (1988), belajar adalah perubahan tingkah laku yang relatif permanen karena pengalaman. Bahkan dan terkait dengan proses memperoleh informasi. Menurut Kupferman (1981), belajar adalah proses dimana manusia dan hewan menyesuaikan perilakunya berdasarkan pengalaman. Ada dua proses belajar secara umum, asosiatif dan non-asosiatif; pembelajaran asosiatif melibatkan pembentukan asosiasi antara stimulus; pembelajaran non-asosiatif adalah pembelajaran non-asosiatif, yaitu pembelajaran sederhana yang tidak melibatkan pembentukan asosiasi antara stimulus dan tanggapan. Kupferman 1981). Proses pembelajaran dasar adalah pembelajaran non-asosiatif; ini termasuk pembiasaan dan sensitisasi.

5.2 **Jenis Belajar**

1. *Habituation* dan *Sensitization*

Adalah jenis *learning* yang paling sederhana,

Habituation yakni belajarlah untuk mengabaikan stimulus yang sudah dikenal tanpa konsekuensi serius. Contoh mengabaikan bunyi jam baru.

Sensitization yakni Suatu jenis pembelajaran di mana organisme belajar untuk meningkatkan responsnya terhadap stimulus yang lemah dengan adanya stimulus yang mengancam atau menyakitkan

2. *Classical Conditioning*

Adalah jenis belajar yang melibatkan pembentukan asosiasi, yaitu belajar bahwa kejadian-kejadian tertentu terjadi secara bersamaan. Organisme belajar bahwa 1 kejadian diikuti oleh kejadian lain. Misalnya bayi melihat botol susu asosiasinya minum susu.

3. *Operant Conditioning/Instrumental Conditioning*

Organisme tahu bahwa reaksi yang dilakukannya akan menghasilkan hasil tertentu. Misalnya, seorang anak akan ditegur oleh orang tua setelah memukul saudaranya.

4. *Complex Learning*

Jenis belajar selain membentuk asosiasi. Misalnya, menerapkan strategi saat memecahkan masalah.

5.2.1 *Habituation dan Sensitization*

Habituation dan *Sensitization* ini adalah cara utama untuk belajar. *Habituation* adalah jenis pembelajaran di mana organisme belajar untuk mengabaikan rangsangan yang lemah tanpa konsekuensi yang serius. Contohnya adalah mengabaikan jam yang keras atau mengabaikan nada dering telepon baru. Sedangkan *Sensitization* adalah cara belajar dimana organisme belajar untuk meningkatkan responnya terhadap stimulus yang lemah jika diikuti dengan stimulus yang mengancam atau menyakitkan. Misalnya, kita belajar untuk bereaksi lebih kuat terhadap suara perangkat jika sering terjadi tabrakan. Eric Kandel dan rekan-rekannya melakukan penelitian terkait kedua jenis pembelajaran tersebut dengan bereksperimen dengan siput (*Aplysia*).

Aplysia, sejenis hewan laut besar, adalah siput yang dipilih untuk penelitian ini, dan perilaku mencari perhatian adalah respons penarikan. Jika siphon di *Aplysia* distimulus oleh sentuhan, siphon dan insang berkontraksi ke dalam kavitas. Penarikan ini dikendalikan oleh ganglion dan dipengaruhi oleh *habituation* dan *sensitization*.

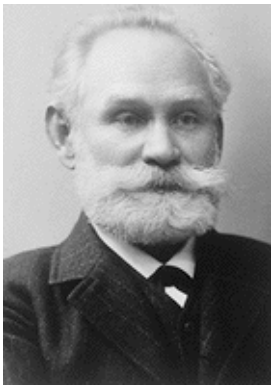
Dalam studi *habituation*, para peneliti menyentuh sifon siput selama setiap percobaan. Refleks menarik insang kuat pada percobaan awal, tetapi secara bertahap berkurang setelah 10 atau 15 percobaan. Pada dasarnya, *Aplysia* belajar mengenali bahwa rangsangan tidak berbahaya. Dalam studi *sensitization*, para peneliti memberikan stimulus sentuhan yang lemah pada siphon, tetapi kali ini mereka juga memberikan stimulus yang kuat pada ekornya. Karena sekarang ada dua stimulus yang perlu dihubungkan—menyentuh siphon dan merangsang ekor—pasti ada jembatan antara dua jalur neural. Jembatan terdiri dari koneksi saraf yang ditambahkan ke ekor sirkuit siphon.

5.2.2 Classical Conditioning

Gaya belajar ini dikembangkan pada awal abad ke-20 oleh psikolog Rusia Ivan Pavlov, lahir pada 14 September 1849 di Ryazan, anak seorang Pendeta bernama Peter Dmitrievich Pavlov dan meninggal 27 Februari 1936 di Leningrad. Pada tahun 1904, Pavlov memenangkan Hadiah Nobel untuk penelitiannya tentang pembelajaran pencernaan.

Saat mengembangkan eksperimennya, Pavlov melakukan eksperimen dengan anjing. Pavlov melihat dalam studinya tentang pencernaan (*digestion*) bahwa selama belajar, Pavlov melihat pembentukan asosiasi, yang disebut pembelajaran asosiatif.

5.2.2.1 Eksperimen Pavlov

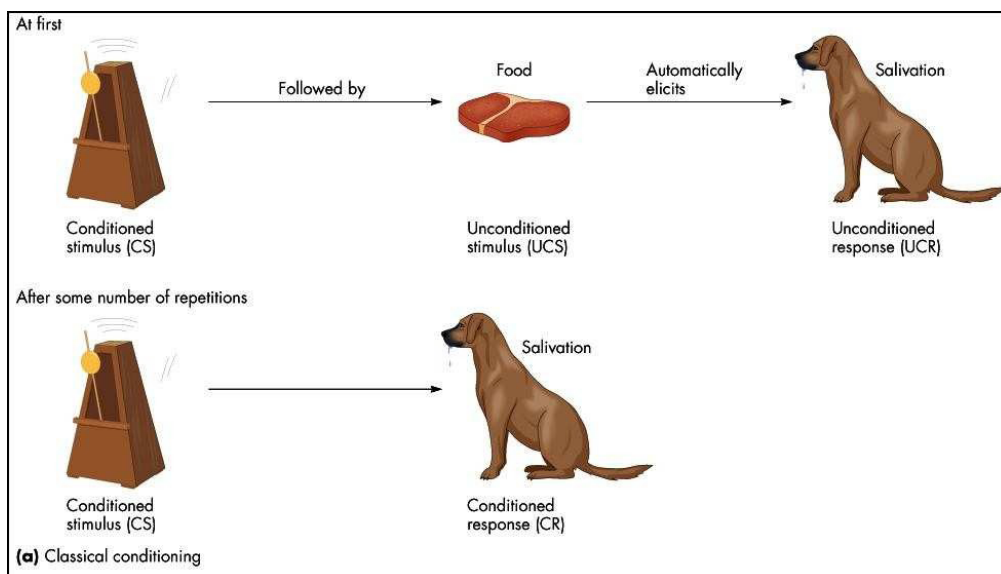


Ivan Pavlov
(1849–1936)

Dalam eksperimennya, Pavlov pertama kali menghubungkan sebuah selang ke kelenjar air liur untuk mengukur aliran saliva. Anjing ditempatkan di hadapan sebuah tempat makan di mana makanan dapat diberikan secara otomatis. Seorang peneliti melakukan ini dengan menyalakan lampu di depan anjing, dan setelah beberapa detik, sedikit makanan diberikan ke tempat makanan, dan lampu dimatikan. Anjing itu lapar, dan *tape recorder* merekam banyak salivasi. Salivasi ini merupakan respons tak dikondisikan (*unconditioned response*) karena tidak ada proses belajar yang terlibat. Demikian juga, makanan adalah stimulus tak dikondisikan (*unconditioned response*). Proses ini diulang beberapa kali. Uji apakah anjing telah belajar mengasosiasikan cahaya dengan makanan. Jika anjing itu meneteskan salivasi, maka ia telah belajar bergaul. Salivasi ini adalah refleks terkondisi (*conditioned response*), manakala cahaya adalah stimulus terkondisi (*conditioned response*). Anjing telah diajar atau dilatih untuk mengaitkan cahaya dengan makanan dan bertindak balas terhadapnya dengan mengeluarkan salivasi.

Inti pada jenis belajar *Classical Conditioning* adalah *association between two stimuli changes the response to one of them*.

1. CS: *no response*: tidak ada tanggapan pada awalnya
2. UCS: *reflexive biological response*: terus merespon
3. UCR: *response elicited by the UCS*
4. CR: *the learned response to the CS*



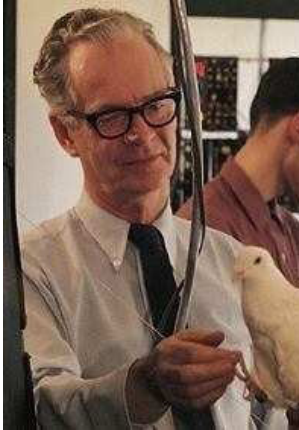
Prosedur *Classical Conditioning*

5.2.3 Operant Conditioning

Jenis *Operant Conditioning* yang dipelajari ini dimulai dengan penelitian yang dilakukan oleh E.L. Thorndike (1898), yang sangat dipengaruhi oleh teori evolusi Darwin, yang berusaha menunjukkan bahwa pembelajaran pada hewan dapat diterapkan pada manusia. Misalnya, percobaan dilakukan dengan kucing lapar yang ditempatkan di kandang dengan pegangan pintu sederhana dan ikan ditempatkan di luar kandang. Awalnya, kucing mencoba mendekati ikan dengan memasukkan cakarannya ke dalam kandang. Setelah gagal, kucing itu mencoba yang terbaik untuk membuka pintu kandang. Salah satu caranya adalah dengan tidak sengaja menabrak kenop pintu, yang akan menyebabkan pintu terbuka dan membebaskan kucing sehingga bisa memakan ikan. Setelah beberapa percobaan, kucing mulai mengerti cara membuka kenop pintu untuk mendapatkan makanan yang diletakkan di luar kandang.

Selama proses ini, kucing yang merupakan proses mendapatkan hadiah untuk perilaku tertentu. E.L. Thorndike (terlibat dalam perilaku *trial and error*, 1898) menyebutnya sebagai hukum efek (*Law of Effect*). Prosesnya menyerupai proses evolusi di mana hukum efek meningkatkan kelangsungan hidup respons terkuat (Schwartz, 1989). Dari eksperimennya dengan kucing, Thorndike mencatat bahwa penguatan perilaku adalah hasil dari penghargaan yang langsung mengikuti perilaku. *The Law of Effect* memilih respons dari banyak respons diikuti oleh hasil positif.

5.2.3.1 Eksperimen Skinner

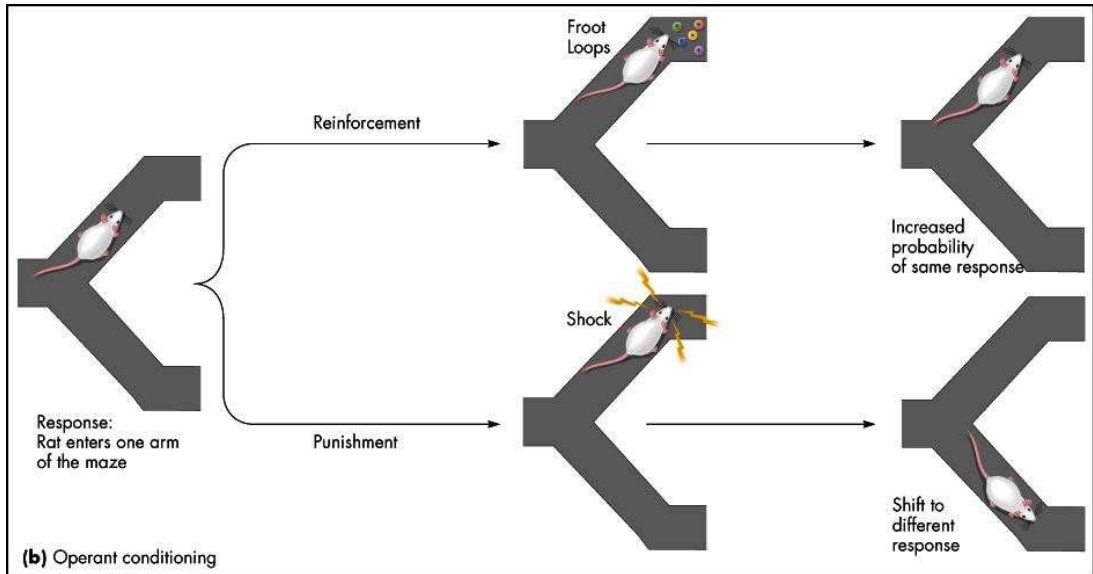


B.F. Skinner
(1904-1990)

Tokoh yang juga mengembangkan tipe pembelajaran operant conditioning adalah B.F Skinner. Dalam eksperimen Skinner, hewan yang kelaparan-tikus atau merpati-ditempatkan di "Skinner Box." Tidak ada apa-apa di dalam kotak kecuali tuas yang mencuat, dengan sepiring makanan di bawahnya. Peneliti dapat menyalakan lampu kecil di atas tuas sesuai kebijaksanaan mereka. Tikus, sendirian di dalam kotak, bergerak maju mundur dalam penjelajahan. Terkadang dia melihat tuas dan menekannya. Kecepatan saat tikus menekan tuas adalah tingkat dasar (*baseline*). Setelah menentukan permukaan tanah, peneliti memasang wadah makanan di luar kotak. Partikel makanan kecil sekarang masuk ke piring setiap kali tikus menekan tuas.

Tikus memakan pelet makanan dan segera menekan tuas lagi, makanan mengintensifkan penekanan tuas, dan kecepatan menekan tuas meningkat drastis. Jika wadah makanan dilepas, menekan tuas tidak akan lagi menghasilkan pelet makanan dan kecepatan menekan tuas akan berkurang. Jadi, respons pengondisian operan mengalami pemadaman (*extinction*) jika tidak terdapat penguatan (*non-reinforcement*) sama seperti respons pada pengondisian klasik. Jika kehadiran makanan hanya terjadi ketika lampu kecil menyala, lampu ini dapat digunakan sebagai stimulus diskriminatif. Eksperimen Skinner lebih sederhana daripada eksperimen yang dilakukan oleh Thorndike. *Operant Conditioning* berlaku juga pada manusia. Misalnya, anak yang menunjukkan tingkah laku temper tantrums ketika orang tua kurang memperhatikannya terutama pada saat jam tidur tiba. Temperamen lebih kuat ketika orang tua memperhatikan. Di sisi lain, untuk menghilangkan perilaku tantrums, orang tua menerapkan aturan waktu tidur yang normal dan mengabaikan protes anak-anak, bahkan jika itu tidak menyenangkan. Pegang penguat (*reinforcer*), dan tantrum akan hilang (misalnya, tangisan anak berkurang dari 45 menit menjadi tidak menangis sama sekali selama 7 hari). Semakin rendah frekuensi/waktu antara respons operasional penguat, semakin kecil intensitas responsnya. Untuk anak-anak, psikolog perkembangan mengatakan bahwa penguatan yang tertunda penting dalam merawat anak kecil.

5.2.3.2 Prosedur *Operant Conditioning*



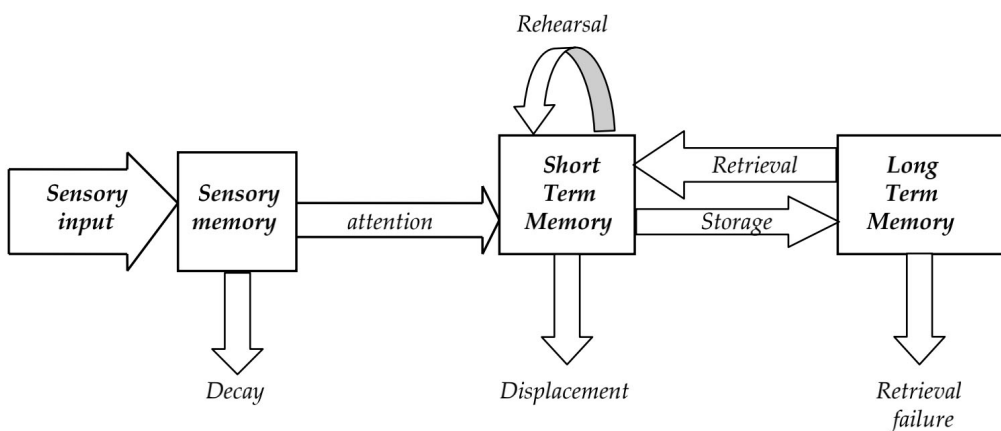
5.3 DEFINISI MEMORI

Memori adalah dasar dari pengalaman, dan persepsi diri adalah dinamis dan mudah dibentuk. Hal ini memungkinkan orang untuk kembali ke masa lalu. Untuk sebagian besar, bagaimana Anda melihat diri sendiri adalah produk dari pengalaman hidup Anda, pelajaran yang telah Anda pelajari, dan hal-hal penting yang Anda ingat. Bahkan hal-hal yang Anda katakan pada diri sendiri untuk diingat untuk dilakukan nanti harus masuk ke dalam ingatan. Memori mencakup sebagian besar aspek pengalaman manusia. Kisah masa lalu pribadi dan budaya Anda disimpan dalam memori; oleh karena itu, itu adalah dasar yang diperlukan untuk interaksi sosial. Bagian ini membahas apa yang terjadi ketika berbagai komponen memori dan aspek sistem memori gagal. Ketika memori bekerja, ada sedikit kebutuhan untuk memperhatikannya. Ingatan adalah konsep umum dan tidak mungkin untuk mengatakan dengan pasti apakah ingatan seseorang secara keseluruhan baik atau buruk. Ini bukan sistem tunggal. Memori dibagi menjadi subsistem sesuai dengan ide penyimpanan dan pemrosesan. Neuropsikolog bertanya bagaimana otak menyimpan informasi dari waktu ke waktu dan bagaimana mengodekan, mengatur, dan kemudian mengambil informasi dari memori.

Struktur memori dapat dibagi menjadi tiga sistem, yaitu: (a) sistem memori sensorik (sensory memory), (b) sistem memori jangka pendek atau *Short Term Memory* (STM), dan (c) sistem memori jangka panjang atau *Long Term Memory* (LTM). Sistem memori ini dikenal sebagai model paradigma Atkinson dan Shiffrin, dimodifikasi oleh Tulving dan Madigan (Solso, 1995). Memori sensorik merekam informasi atau stimulus yang masuk melalui satu atau lebih panca indera, yaitu melihat melalui mata, mendengar melalui telinga, mencium melalui hidung, mengecap melalui lidah, dan menyentuh melalui kulit. Jika informasi

atau stimulus tidak diperhatikan, mereka segera dilupakan, tetapi jika diperhatikan, informasi tersebut ditransfer ke sistem memori jangka pendek. Sistem memori jangka pendek menyimpan informasi atau stimuli selama sekitar 30 detik dan hanya dapat menyimpan dan memelihara sekitar tujuh informasi (*chunks*) dalam sistem memori jangka pendek pada suatu waktu. Setelah memasuki sistem memori jangka pendek, informasi tersebut dapat ditransfer kembali ke sistem memori jangka panjang untuk disimpan melalui proses yang berulang, atau informasi tersebut dapat hilang/terlupakan karena digantikan oleh informasi baru tambahan (*displacement*) (Solso, 1995).

Selanjutnya, setelah memasuki sistem memori jangka panjang, informasi dapat diambil melalui strategi tertentu, atau informasi dapat dilupakan (gagal atau tidak dapat diambil) karena adanya kekurangan dalam sistem pengarsipannya. Secara skematis struktur memori ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Struktur Memori (Atkinson & Shiffrin)

Beberapa makna yang terkandung dalam memori jangka pendek antara lain: (a) pengelompokan item-item ke dalam beberapa bongkahan, dan (b) pengkodean informasi. Setiap stimulus dikodekan secara berbeda tergantung pada karakteristik stimulus itu sendiri.

Menurut Kintsch (Solso, 1995), setiap stimulus dapat dikodekan secara auditori (akustik), visual atau semantik. Namun, informasi yang dikodekan dalam memori jangka pendek akan terutama pendengaran atau pendengaran, ditambah secara visual. Dengan demikian, dikenal beberapa jenis memori, termasuk memori auditori dan memori visual (Hulse, Deese & Egeth, 1975). Kemampuan untuk mengingat rangsangan aferen visual (seperti gambar, dan sebagainya) dengan kejelasan yang luar biasa dikenal sebagai *photographic memory* atau *eidetic imagery*. Dalam memori pendengaran dan visual, stimulus yang masuk diproses secara asimetris di otak. Baddeley (1976) menunjukkan bahwa telinga kiri, yang diproses oleh belahan otak kanan, bersifat dominan terhadap stimulus akor musik, *pitch* nada-nada dan melodi, sedangkan telinga kanan, yang diproses oleh belahan otak kiri, lebih peka dalam menangkap rangsangan-rangsangan seperti kata-kata, angka, dan konsonan.

Menurut Baddeley (1976), kelupaan yang terjadi di memori jangka pendek berhubungan erat dengan faktor penyimpanan dan pemunculan kembali informasi.

Menurut Murdock (1974), mempelajari memori jangka pendek adalah langkah pertama dalam memahami memori jangka panjang. Namun pada kenyataannya sistem memori manusia sangat kompleks, sehingga memori jangka pendek dan memori jangka panjang hanyalah model di otak, bukan struktur yang sebenarnya. Model ini hanyalah konstruksi hipotetis yang membantu menjelaskan kompleksitas sistem memori (Solso, 1995).

5.4 STRUKTUR DAN PROSES MEMORI

Studi Kasus Pada tahun 1960, NA berusia 22 tahun dan anggota Angkatan Udara Amerika Serikat. Suatu hari, saat bekerja di sebuah model pesawat, ia mengalami kecelakaan yang akan mempengaruhi sisa hidupnya. Teman sekamarnya, jelas dalam suasana hati yang baik, mengambil foil pagar mini dari dinding, mengetuk NA dari belakang, dan mendorongnya ke depan saat dia berbalik. Sayangnya untuk NA, foil kecil menembus pelat cribriform di bagian atas rongga hidungnya dan masuk ke otaknya. Foil menembus pasangan ketiga saraf kranial, tetapi yang lebih penting, itu menciptakan lesi kecil di nukleus dorsomedial kiri talamus. Tak lama kemudian diketahui bahwa NA mengalami amnesia (lag) selama 2 tahun terakhir. Selain itu, cedera kecil ini membuatnya sangat terganggu kemampuannya untuk merekam ingatan verbal baru (anterograde amnesia). Saat bertemu dengannya, rata-rata pengamat mungkin awalnya tidak curiga ada yang tidak beres. *Intelligence Quotient* (IQ) NA berada dalam kisaran rata-rata tinggi dan menunjukkan keterampilan sosial yang baik. Selain itu, dia ramah, sopan, dan memiliki selera humor yang baik. Tetapi setelah mengobrol dengannya selama beberapa menit, dia menyadari bahwa dia tidak dapat mengingat detail beberapa menit yang lalu. Jika dia terganggu oleh pikiran yang lewat atau mobil yang lewat, utas pembicaraan terputus. Dia memiliki sedikit ingatan tentang apa yang terjadi hari itu. Jika Anda bertemu lagi keesokan harinya, dia mungkin tidak mengingat Anda atau apa yang terjadi terakhir kali Anda melihatnya.

NA suka menjaga kamarnya tetap sama dan menghabiskan banyak waktu untuk membereskan semuanya. Dia marah pada ibunya jika dia memindahkan ponselnya atau salah satu pesawat modelnya. Dia menyukai hal yang sama persis, jadi dia memiliki peluang lebih baik untuk menemukannya. Setelah waktu yang lama dan diulang berkali-kali, dia ingat satu hal. Jika NA melihat Anda setiap hari, dia mungkin mengenali Anda setelah beberapa saat, tetapi mungkin masih tidak tahu nama Anda. Dia hanya memiliki ingatan samar tentang peristiwa sejak 1960. Misalnya, dia samar-samar menganggap Watergate sebagai skandal politik di "Washington atau Florida", tetapi tidak dapat mengingat detail lainnya. Karena cedera NA terletak di nukleus dorsomedial kiri, lesi ini menunjukkan lebih banyak defisit dalam memori verbal daripada memori visual. Menariknya, bahkan setelah 4 tahun, ia tidak dapat membentuk peta spasial saat mempelajari rute baru dari rumahnya ke rumah sakit Administrasi Veteran untuk perawatan. Dia menemukan jalannya, seperti orang dewasa yang kembali ke lingkungan masa kecilnya setelah bertahun-tahun tidak ada. Saat potongan

adegan visual muncul di hadapannya, dia menilai apakah tengara itu familiar, dan berbelok ke sudut yang sesuai. Cara santai dalam memandangi sesuatu ini terkadang mengharuskannya untuk mundur atau mundur sampai sesuatu terlihat familier.

NA menyadari bahwa dia memiliki masalah ingatan dan tidak bingung. Dia tahu siapa dia dan di mana dia, tetapi mungkin tidak tahu tanggal atau tahun. Tidak mengherankan, kehidupan sosialnya sangat minim. Dalam arti tertentu, dia masih terjebak dalam waktu. Sebagian besar ingatannya berasal dari tahun 1950-an. Ketika dia berfantasi, dia memikirkan Betty Grable. Sejak itu, dia tidak tahu apa-apa tentang orang atau benda. Namun, NA tetap optimis dengan situasi tersebut dan jarang menggunakan catatan karena ingin meningkatkan daya ingatnya. Kasus ini menunjukkan bahwa bahkan lesi yang sangat kecil, ditempatkan secara strategis, dapat menyebabkan masalah memori yang menghancurkan. Kaushall, Zetin, dan Squire (1981) melaporkan kasus lengkap NA.

5.4.1 Memori Jangka Pendek dan (*Short Term Memory*) dan Memori Kerja

Memori jangka pendek memang ada berdasarkan dua premis, yaitu: (a) sebagai proposisi umum, seseorang harus dapat menyimpan informasi selama interval waktu yang singkat, dan (b) seperti yang disarankan oleh Hebb, jika aktivitas umum berlangsung selama beberapa zaman, perubahan struktural dalam kontak sinaptik antar sel dapat membawa memori setelahnya.

Memori jangka pendek memiliki kapasitas yang kecil, tetapi berperan sangat besar dalam proses memori, yaitu tempat kita memproses stimulus dari lingkungan. Kapasitas penyimpanan informasi yang kecil sesuai dengan daya pemrosesan yang terbatas. Memori jangka pendek bertindak sebagai penyimpanan sementara yang dapat menyimpan informasi yang sangat terbatas dan mengubah serta menggunakan informasi tersebut untuk menghasilkan respons terhadap stimulus. Eksperimen Peterson & Peterson (1959): *recall vs recall interval*.

Lloyd Peterson dan Margaret Peterson menunjukkan bahwa kemampuan kita untuk menyimpan informasi yang baru dimasukkan ke dalam memori sementara sangat terbatas sehingga mudah untuk dilupakan jika kita tidak sempat melakukan pengulangan kembali (*rehearsal*) atas informasi tersebut. Eksperimen Peterson dan Peterson ini penting karena sebelum terungkap, perbedaan antara memori jangka pendek dan jangka panjang lebih didasarkan pada struktur neurologis. Konsep penyimpanan jangka pendek pada saat itu tidak menjadi pusat perhatian dalam psikologi karena tidak didukung oleh data perilaku yang memadai.

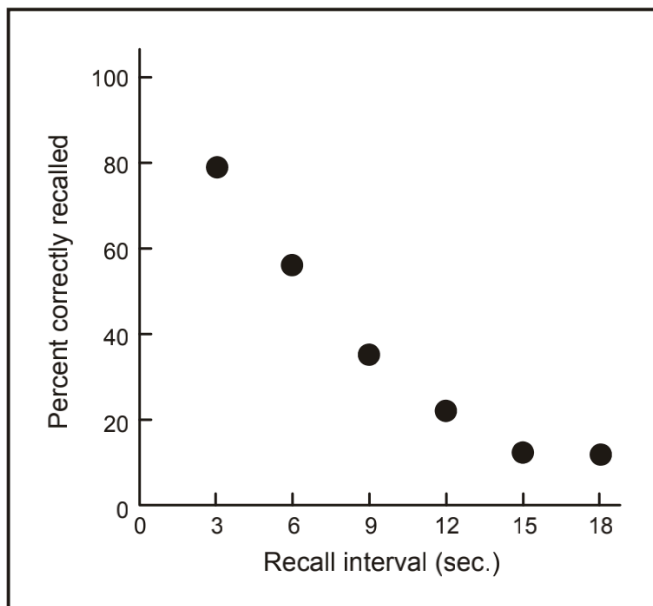
Kelupaan, atau secara lebih spesifik merupakan kegagalan dalam mengingat kembali (*recall*) informasi dari ingatan, lebih didasarkan pada interferensi (*interference*) bukannya pada decay (kerusakan) ataupun pada kurangnya kesempatan untuk mengkonsolidasikan peristiwa (*events*) yang sudah dialami. Dalam eksperimen Peterson & Peterson, subjek diucapkan "rangkaiannya tiga huruf" tak bermakna (*nonsense syllables*) dan kemudian diminta untuk mengingatkannya setelah berbagai periode waktu (*recall interval*). Selama periode ini

(recall interval), yaitu sejak pesan disampaikan hingga saat jawaban/tanggapan, subjek diminta untuk menghitung mundur dari angka tiga digit acak dengan interval 3 huruf tidak masuk akal dari deret tiga huruf diberikan setelah membaca. Contoh khas dari eksperimen semacam itu adalah sebagai berikut:

Eksperimenter berkata: **CHJ/506**

Subjek merespons: 506, 503, 500, 497, 494, ... (dan seterusnya sampai waktu untuk menjawab tiba), **CHJ**

Dengan demikian, waktu antara representasi dari urutan tiga huruf dan mengingat kembali (*recall*) telah diisi oleh “tugas pengurangan” yang mencegah proses “pengulangan-kembali” (*rehearsal*) informasi dalam bentuk urutan tiga huruf yang diberikan. Efek yang diamati oleh Peterson & Peterson ditunjukkan pada Gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. Recall sebagai fungsi dari recall interval di mana proses rehearsal dicegah

(Sumber: Peterson & Peterson, 1959)

Hasil ini menunjukkan bahwa ada sistem memori yang dapat menyimpan informasi, tetapi informasi tersebut akan hilang dari sistem memori jika tidak dilakukan pengulangan (*rehearsal*). Temuan ini menyiratkan adanya memori sementara (selanjutnya disebut memori jangka pendek), yang karakteristiknya sangat berbeda dengan sistem penyimpanan informasi permanen (memori jangka panjang). Berikut ini, beberapa karakteristik memori jangka pendek dan bagaimana strukturnya cocok dengan teori pemrosesan informasi secara keseluruhan akan dijelaskan.

Alasan yang mendukung argumen bahwa ada dua sistem penyimpanan memori adalah: (a) hal-hal yang diingat dalam jangka pendek dan jangka panjang, (b) fungsi fisiologis jangka pendek dapat terganggu, sedangkan fungsi jangka panjang tampaknya tetap utuh, (c) hasil-hasil eksperimen psikologis menunjukkan bahwa *retrieval* beberapa informasi dalam memori adalah karakteristik fungsi jangka pendek, sedangkan *retrieval* informasi lainnya adalah karakteristik fungsi jangka panjang, seperti: *primacy* dan *recency* data.

Memori jangka pendek berguna untuk menyimpan informasi yang masuk ke otak kita. Rentang waktu maksimum untuk menyimpan informasi dalam memori ini sangat singkat, sekitar 15-30 detik. Memori ini hanya berfungsi sebagai tempat penampungan sementara untuk pemrosesan informasi. Namun, jika Anda melakukan pengulangan yang cukup (dengan banyak informasi), informasi tersebut kemungkinan akan masuk ke memori kerja Anda.

5.4.2 Kapasitas Memori Jangka Pendek

Kemampuan memori jangka pendek sangat bergantung pada usia. Semakin tua Anda, semakin besar kapasitas memori ini. Kata “besar” di sini jangan disalahartikan sebagai kemampuan yang sangat tinggi. Pada usia tiga tahun, anak-anak memiliki kemampuan memori jangka pendek. Kemampuan ini berkembang seiring bertambahnya usia. Pada orang dewasa minimal berusia 15 tahun, kapasitas ini mencapai maksimal 7 kapasitas memori, plus minus dua. Artinya bisa maksimal 9 atau minimal 5.

Jumlah informasi yang disimpan dalam memori jangka pendek relatif kecil dibandingkan dengan sejumlah besar informasi yang dapat disimpan dalam memori jangka panjang. Bukti paling awal dari kapasitas terbatas untuk memori jangka pendek (*immediate memory*) diberikan oleh Sir William Hamilton pada tahun 1800 (dalam Miller, 1956), yang mengatakan: “Jika Anda melempar segenggam kelereng ke lantai, Anda akan mengamati lebih dari enam kelereng (atau sampai tujuh) kelereng tanpa kebingungan”. Jacobs membuat pernyataan serupa pada tahun 1887 (dalam Miller, 1956) bahwa jika seseorang membaca serangkaian angka diskrit, dia hanya akan dapat menyebutkan sekitar tujuh angka. Eksperimen serupa menggunakan bahan lain seperti huruf, rangkaian huruf tak bermakna (*nonsense syllables*), dan kata-kata, telah dilakukan pada abad ke-20, yang semuanya sampai pada kesimpulan yang sama bahwa kapasitas memori jangka pendek hanya sekitar 7 unit.

Miller (1956) mengusulkan penjelasan tentang bagaimana item dikodekan dalam memori jangka pendek. Dia mengusulkan model memori tentang bagaimana arti dari 7 unit informasi disimpan. Menurutnya, satu huruf (seperti T, V, K, A, M, Q, B, R, J, L, E, W) dapat diwakili oleh setiap huruf sebagai unit informasi, tetapi kata (yaitu terdiri dari beberapa susunan huruf, misalnya: apel, ayam, buku, sepatu, pakaian, dan sejenisnya) juga dapat diartikan sebagai satu unit (*chunk*) informasi. Pengkodean informasi dalam bentuk unit yang lebih besar ini (*chunking of information*) dapat sangat meningkatkan kapasitas memori jangka pendek dan dapat sangat membantu dalam menjelaskan bagaimana informasi diproses dalam memori jangka pendek. Kemampuan seseorang untuk mengodekan

informasi menjadi potongan-potongan mempromosikan keterampilan memori jangka pendek. Untuk mengingat nomor ponsel dengan lebih dari 7 digit (misalnya 08166811846), tidak perlu mengkodekan nomor secara terpisah, yaitu "0-8-1-6-6-8-1-1-8-4-6", sehingga menjadi 11 unit, tetapi dapat dikodekan menjadi 3 *chunks*, yaitu "081-668-11846".

5.4.3 Cara Kerja Otak dalam Perolehan Memori Jangka Pendek

Para peneliti yang tertarik pada memori telah lama memperdebatkan hubungan antara STM dan LTM. Tugas kognitif menunjukkan bahwa keduanya tampaknya mengukur wilayah memori yang berbeda. STM adalah sistem input dan pengambilan dengan kapasitas terbatas, akses cepat, analog dengan RAM komputer (memori akses acak). LTM memiliki kapasitas tak terbatas tetapi kecepatan input dan akuisisi terbatas, seperti ROM (memori hanya baca). Kedua sistem juga dikodekan secara berbeda. STM menggunakan penyandian suara, mengandalkan pengkodean akustik, sedangkan LTM menggunakan sejumlah besar penyandian semantik, atau nilai makna terkait dari informasi yang harus diingat (untuk tinjauan, lihat Baddeley, 1986).

Meskipun keduanya muncul untuk mengukur aspek fungsi memori yang berbeda, pandangan terpadu dari fungsi memori menyatakan bahwa LTM bergantung pada STM. Artinya, kedua sistem diperlakukan sebagai dua komponen dari sistem yang terhubung secara serial; oleh karena itu, informasi yang masuk ke LTM harus mengalir melalui STM. Sebaliknya, pandangan sistem split menyatakan bahwa LTM dan STM terpisah, sehingga yang satu dapat memiliki cacat LTM dengan STM penuh, sementara yang lain dapat memiliki defisit STM tetapi mempertahankan LTM yang cukup. Pasien amnesia dengan defisit LTM parah sering menunjukkan STM utuh. Dalam tes formal, mereka dapat mengulangi urutan angka yang lebih panjang dan berkinerja baik pada tugas lain yang dianggap menguji STM. Namun, pasien lain memiliki defisit STM spesifik dan mempertahankan LTM. Berikut adalah beberapa bukti yang paling meyakinkan bahwa STM dan LTM secara anatomis terpisah.

Pasien dengan defisiensi STM murni jarang terjadi. Namun, peneliti telah melaporkan kasus yang berkaitan dengan masalah ini (misalnya, lihat Shallice dan Warrington, 1970; Basso, Spinnler, Vallar, dan Zanobio, 1982). Shallice dan Warrington (1970) melaporkan kasus KF pada pasien dengan lesi lobus temporal posterior kiri yang mengakibatkan penurunan parah dalam informasi verbal STM-nya. Dia memiliki pemahaman yang mendalam tentang kekurangan STM, dan angka-angkanya menjangkau jarak yang sangat jauh sekitar 2, bukan 7 bit informasi yang biasa. Dia juga menunjukkan afasia konduktif, yang tidak dapat mengulang kalimat. Anehnya, KF menunjukkan kurva belajar bahasa yang normal selama latihan, menunjukkan bahwa informasi dalam LTM dipertahankan utuh. Sulit untuk menyelaraskan kinerja KF dengan teori bahwa STM dan LTM linguistik menggunakan anatomi yang sama tetapi dengan cara yang berbeda. Kinerja KF juga menantang model yang menghubungkan STM dan LTM secara seri, sebaliknya, ini memberikan dukungan untuk model yang menganggap STM dan LTM verbal adalah sistem independen atau paralel.

Konsep STM sebagai komponen LTM secara bertahap memberi jalan pada apa yang sekarang disebut sebagai memori kerja (Baddeley, 1986) sebagai sistem berbeda yang mencakup beberapa keterbatasan kapasitas STM, tetapi merupakan sistem dinamis yang juga mempengaruhi perhatian dan menjalankan fungsi eksekutif. Beberapa perbedaan membedakan STM (kadang-kadang disebut rentang jangka pendek) berbeda dari memori kerja dalam beberapa hal. Pertama, representasi informasi kognitif (mental). Kedua, representasi kognitif mengalami beberapa bentuk manipulasi atau transformasi mental. Ketiga, kontrol perhatian dan penghambatan diperlukan untuk melindungi representasi kognitif *online*, manipulasi, dan transisi dari penalaran eksternal atau internal. Keempat, manipulasi kognitif atau komputasi sering melibatkan penggunaan informasi yang diambil dari penyimpanan jangka panjang. Untuk memahami memori kerja, pertimbangkan hal berikut: Tunjukkan masalah perkalian yang perlu diselesaikan secara mental, seperti mengalikan 234 dengan 354. Dalam mengerjakan soal ini, Anda akan memegang representasi mental dari masalah tersebut dalam penyimpanan jangka pendek. Ketika Anda mempertahankan representasi mental ini saat melakukan perhitungan yang diperlukan untuk memecahkan masalah, Anda harus sangat fokus sambil memblokir rangsangan internal atau eksternal yang mungkin mengganggu perhatian Anda. Pada saat yang sama, Anda akan menarik dari LTM fakta perkalian dan matematika yang sesuai yang diperlukan untuk menyelesaikan masalah. Karena memori kerja melibatkan proses kognitif yang dinamis dan penuh usaha yang terlibat dalam memori kerja, Moscovitch dan Winocur (2002) percaya bahwa lebih tepat untuk menyebutnya “bekerja dengan memori”.

Penelitian dan teori perintis Alan Baddeley (2001) telah sangat meningkatkan pemahaman kita tentang memori kerja. Memori kerja adalah komponen dari berbagai tugas kognitif, mulai dari membaca hingga matematika hingga pemecahan masalah. Baddeley awalnya mengkonseptualisasikan memori kerja sebagai melibatkan tiga komponen. Pelaksana pusat adalah sistem kontrol perhatian; itu mengawasi dan mengkoordinasikan sistem budak dan menyajikan defisit Alzheimer. Fungsi kontrol perhatian dari sistem eksekutif pusat termasuk memperhatikan, mengalihkan dan berbagi perhatian, dan berinteraksi dengan LTM. Ada juga dua sistem “budak” khusus mode. Loop fonologis pengucapan menyimpan informasi berbasis fonetik dan penting dalam perolehan kosakata. Papan sketsa visuospasial memanipulasi citra visual dan spasial. Baru-baru ini, Baddeley (2000, 2002) memperluas model untuk memasukkan komponen keempat, buffer episodik. Misalnya, jika Anda diminta untuk mengingat serangkaian angka yang disajikan sebagai kata-kata, dan Anda dapat mengategorikan angka ke dalam kelompok yang bermakna berdasarkan asosiasi dalam penyimpanan jangka panjang, memori Anda akan meningkat. Jadi, jika angka-angka tersebut disajikan secara visual dalam bentuk literal—empat belas, sembilan puluh dua, sembilan belas, empat puluh satu—Anda mengekstrak representasi numerik dari tanggal yang signifikan secara historis dari LTM dan mengelompokkan angka-angka tersebut sebagai 1492 (Columbus menemukan Amerika) dan 1941 (awal Perang Dunia II), Anda mengintegrasikan informasi linguistik dan visual melalui asosiasi dengan informasi asosiatif yang disimpan di LTM.

Secara neuropsikologis, loop fonologis dan sketsa visuospasial dikaitkan dengan pola lateral otak dan proses eksekutif di lobus frontal. Loop fonologi melibatkan pemrosesan auditori-verbal dan bergantung pada pemrosesan hemisfer kiri berbasis bahasa. Demikian juga, pad sketsa visuospasial dikaitkan dengan belahan kanan. Substrat saraf yang mendukung buffering episodik masih harus ditentukan, meskipun struktur lobus frontal dianggap memainkan peran penting (Baddeley, 2002). Karya perintis Goldman-Rakic (1988) dalam model primata memori kerja menunjukkan bahwa korteks prefrontal dorsolateral adalah area yang menyimpan informasi "online" saat diproses. Dalam penelitian tersebut, Goldman-Rakic menguji kemampuan monyet untuk mengingat lokasi makanan di salah satu dari dua wadah makanan setelah penundaan singkat beberapa detik.

Selama penundaan, rekaman simultan dari neuron di daerah prefrontal dorsolateral terus menyala sampai tindakan pemilihan makanan selesai. Sejak karya Goldman-Rakic, studi PET dan fMRI telah menunjukkan bahwa korteks prefrontal manusia aktif selama tugas memori kerja (Jonides et al., 1993; Smith, Marshuetz, dan Geva, 2002). Misalnya, berdasarkan studi neuroimaging, Petrides (1998) mengidentifikasi dua wilayah korteks prefrontal yang terlibat dalam mendukung memori kerja. Area pertama, korteks prefrontal ventrolateral, aktif ketika informasi perlu diambil secara dinamis (strategis) dari daerah belakang otak, yaitu ketika secara sadar mengambil informasi spesifik sesuai dengan niat dan rencana individu. Dengan demikian, korteks ventrolateral secara aktif terlibat dalam pemilihan, perbandingan, dan evaluasi informasi yang disimpan dalam memori. Sebaliknya, korteks frontal mid-dorsolateral aktif ketika informasi harus dipertahankan secara untuk tujuan pemantauan dan manipulasi. Bersama-sama, kedua area ini memberikan landasan bagi proses tingkat yang lebih tinggi yang terlibat dalam perencanaan dan perilaku organisasi.

Pergeseran dari konseptualisasi STM sebagai sistem kapasitas penyimpanan ke konseptualisasi memori kerja sebagai sistem yang terintegrasi secara dinamis yang melibatkan proses tingkat rendah dan tingkat tinggi menyoroti keterkaitan sistem otak. Proses memori lainnya, seperti memori prospektif (memori niat masa depan), memori temporal (memori informasi deret waktu), dan memori sumber (memori konteks) juga bergantung pada proses fungsi frontal dan eksekutif. Bagian selanjutnya membahas perhatian, fungsi utama lanjutan yang penting untuk efisiensi pemrosesan mental.

5.4.4 Penyajian Informasi dalam Memori Jangka Pendek

Ada 3 cara penyandian informasi (*coding of information*) yang diketahui, auditori dalam hubungannya dengan pendengaran, visual dalam hubungannya dengan penglihatan, dan semantik dalam hubungannya dengan maknanya.

1. Penyandian auditori

Memori jangka pendek tampaknya berfungsi terutama melalui penyandian auditori (*auditory coding*) yang berhubungan dengan pendengaran, meskipun menerima informasi/stimulus dalam bentuk yang berbeda (misalnya visual).

Sebagai contoh, katakanlah seseorang baru saja menerima informasi nomor telepon yang diperlukannya dari operator (secara auditoris) atau telah membaca nomor telepon itu sendiri secara visual dari buku alamat, yaitu 969-1391, yang ingin dia hubungi segera. Juga, tentu saja, dengan merekam angka-angka dan membacanya lagi, seseorang dapat menyandikan angka-angka secara auditori dengan *rehearsal* atau mengulanginya (dalam hati atau diucapkan keras), “.969-1391”, “969-1391”, “969-1391”, “969-1391”, sampai ia selesai menekan tombol nomor-nomor telepon. Dalam hal ini, ia merepresentasikan nomor-nomor tersebut secara auditoris dalam memori jangka pendek.

2. Penyandian visual

Beberapa percobaan (Ponser, 1969; Ponser & Kelle, 1967) telah menunjukkan bahwa memori jangka pendek juga dapat (setidaknya sebagian) mengkodekan informasi secara visual (*visual code*) atau semantik (kode semantik). Dalam percobaan, subjek diberikan dua huruf (misalnya AA, Aa, AB, atau Ab), dimana huruf kedua: (a) diberikan bersamaan, (b) diberikan 0,5 inci setelah huruf pertama, (c) Berikan 1 inci setelah huruf pertama, atau (d) 2 inci setelah huruf pertama. Subjek diminta untuk menekan dua tombol yang diberi huruf “sama” atau “berbeda” dan waktu reaksi mereka dicatat. Hasil yang diperoleh pada semua kondisi (a, b, c, dan d) menunjukkan bahwa *response time* untuk menjawab tugas Aa lebih lama dari pada AA.

Penjelasan dari fenomena di atas adalah bahwa huruf yang sama (AA) dianggap menurut ciri visual atau fisiknya, sedangkan huruf yang sama tetapi dengan ciri yang berbeda (Aa) dibandingkan menurut ciri kebahasaannya, sehingga membutuhkan waktu reaksi yang lebih lama. Kesimpulan penting yang ditarik adalah bahwa pencocokan pasangan AA dalam memori jangka pendek melibatkan, setidaknya sebagian, penyandian visual atau fisik.

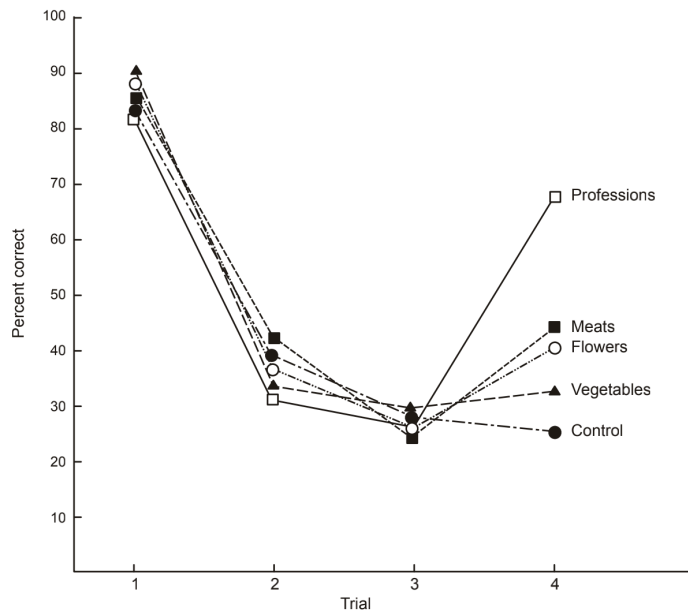
Solso dan Short (1979) melakukan eksperimen serupa, tetapi melibatkan hijau, biru, merah, kuning, cokelat, dan ungu karena potensi stimuli ini untuk dikodekan secara visual. Dalam eksperimen ini, diasumsikan bahwa warna dapat direpresentasikan “secara fisik/visual” (misalnya merah), “nama warna” (merah), atau secara konseptual (berhubungan dengan darah). Minta subjek untuk merespons dengan menekan tombol jika warna yang diberikan cocok dengan warna (warna kode warna), cocok dengan nama warna (kode warna nama warna), dan cocok dengan asosiasi warna (kode warna asosiasi) dengan nama warna atau asosiasi warna. Tanpa penundaan waktu, “warna-warna” memiliki waktu respons yang lebih cepat daripada “warna nama warna” atau “warna asosiasi”. Dengan bertambahnya waktu tunda, terlihat bahwa perbedaan waktu reaksi di antara ketiganya cenderung menurun. Eksperimen oleh Posner dan Solso menunjukkan bahwa pemrosesan informasi dalam sistem memori jangka pendek dicapai melalui bentuk pemrosesan paralel, dan rangkumannya, informasi dapat direpresentasikan dalam sistem memori jangka pendek baik secara auditori maupun visual.

3. Penyandian semantik

Penyandian semantik adalah tentang makna atau makna. Pertanyaan yang sedang dibahas adalah apakah informasi dapat direpresentasikan secara semantik dalam sistem memori jangka pendek. Eksperimen Wickens *et al* (1976) didasarkan pada konsep penghambatan proaktif atau *Proactive Inhibitions* (PI), di mana seseorang mengalami kesulitan mempelajari informasi/materi baru karena materi yang dipelajari sebelumnya masih mengganggu materi baru yang dipelajari. Misalnya, jika subjek diberikan materi berupa “XCJ, HBR, TSV”, subjek tidak akan kesulitan mengingatnya, tetapi akan kesulitan mengingat kata “KRN” yang ditambahkan selanjutnya karena tiga kata terdahulu mencampuri kata keempat (KRN) yang baru diberikan. Namun, jika bukan kata KRN yang ditambahkan angka “529”, misalnya, subjek dapat dengan mudah mengingat semuanya. Dalam kasus ini, subjek tidak memiliki PI.

Eksperimen yang dilakukan oleh Wickens *et al* (1976) menunjukkan bahwa PI juga dapat dikecualikan jika kelompok semantik suatu aitem-aitem berubah makna. Pada percobaan ini subjek diminta untuk mengikuti 3 percobaan yang masing-masing terdiri dari 3 aitem. Misalnya, untuk kelompok “*fruits*” yang digunakan sebagai kelompok kontrol, subjek pada percobaan pertama diberi informasi: “*banana, peach, apple*”, kemudian pada percobaan kedua diberikan: “*plum, apricot, lime*”, dan memberikan percobaan ketiga: “*melon, lemon, grape*”. Dalam setiap percobaan, subjek diminta untuk menghitung mundur dari angka acak yang diberikan, seperti dalam tes memori Peterson dan Peterson. Selanjutnya pada percobaan berikutnya (keempat), subjek diberi: “*orange, cherry, pineapple*”. Percobaan tersebut diulang untuk kelompok “*vegetables*” dengan aitem berbeda pada percobaan ke 1, 2, dan 3, namun aitem sama pada percobaan ke 4 (“*orange, cherry, pineapple*”), kemudian serupa untuk kelompok “*flowers*”, kelompok “*meats*”, dan kelompok “*professions*”. Seperti pada kelompok “*vegetables*”, kelompok “*flowers*”, “*meats*”, dan “*professions*” diikuti dengan percobaan ke 4 yang sama yang aitemnya adalah “*orange, cherry, pineapple*”. Kesimpulan dari percobaan adalah pada percobaan pertama semua kelompok mendapat nilai hampir sama (90% benar) dan pada percobaan kedua semua kelompok mendapat nilai lebih rendah (40% benar), pada percobaan ketiga semua kelompok mendapat nilai lebih rendah (30% benar), tetapi pada percobaan keempat kelompok “*professions*” mendapat skor tertinggi (70% benar), diikuti oleh kelompok “*meats*” (48%), kelompok “*flowers*” (45% benar), kelompok “*vegetables*” (33 % benar), dan terendah pada kelompok “*fruits*” (28% benar).

Hasil percobaan ini menyimpulkan bahwa kelompok “*professions*” mampu mencapai skor tertinggi pada percobaan keempat karena pembebasan PI dan penyandian konsep (Gambar3).



Gambar 3. Pembebasan pengaruh PI sebagai fungsi dari similaritas semantik (Wickens, 1976)

5.5 Memori Jangka Panjang (*Long Term Memory*)

Memori jangka panjang adalah kemampuan untuk menyimpan informasi secara permanen selama berbulan-bulan, bertahun-tahun, atau bahkan seumur hidup. Berbicara tentang memori jangka panjang berarti kita sedang berbicara tentang sistem limbik, atau bagian dari otak mamalia, peran *hippocampus*.

Hippocampus dikenal sebagai pintu gerbang untuk memproses dan mengkonsolidasikan semua ingatan kognitif. Ketika sebuah pesan memasuki otak melalui pancaindra kita, semua informasi ini pertama kali diterima dan diproses oleh *thalamus* dan kemudian dikirim ke *hippocampus*. Informasi ini kemudian dikirim ke memori kerja.

Saat kita tidur, terutama saat tidur REM, *hippocampus* memutar ulang dan mengingat semua pengalaman yang kita alami sepanjang hari. Jika pengalaman atau informasi ditandai sebagai “penting”, *hippocampus* mentransfer informasi atau pengalaman tersebut ke bagian otak yang menyimpan memori jangka panjang di neokorteks.

Ketika informasi “ditulis” ke dalam memori jangka panjang, perubahan fisik dan efisiensi transmisi terjadi di celah sinaptik yang terkait dengan memori itu. Perubahan fisik di bagian otak yang mewakili penyimpanan permanen informasi disebut engram.

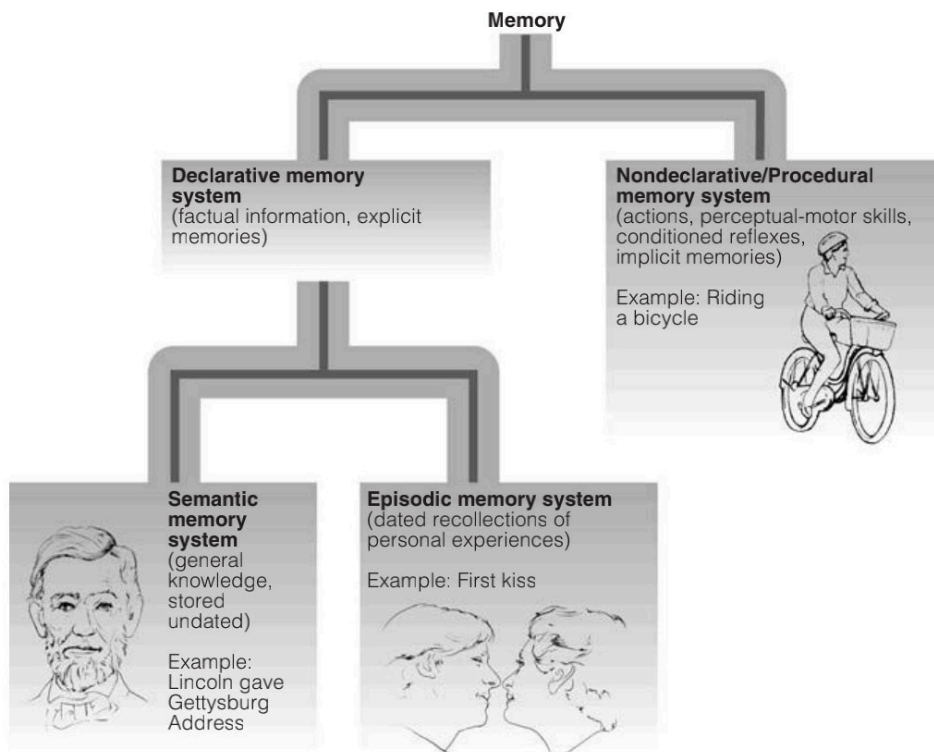
Seperti memori jangka pendek, dalam sistem memori jangka panjang informasi disandikan juga secara akustik, visual atau semantik. Secara umum memori jangka panjang dapat dibayangkan sebagai tempat penyimpanan (gudang) semua informasi yang saat ini belum perlu digunakan namun potensial untuk dapat diperoleh kembali bila diperlukan.

Menurut Bower (1975), beberapa jenis informasi yang tersimpan dalam memori jangka panjang antara lain: a). Model spasial alam di sekitar kita, struktur simbolik yang terkait dengan gambar rumah, kota, negara atau planet, dan informasi lokasi objek penting dalam peta kognitif, b). Mempelajari tentang hukum fisika, kosmologi, sifat benda dan segala sesuatu yang berhubungan dengannya, c). Keyakinan kita tentang siapa diri kita, tentang diri kita sendiri, dan bagaimana kita berperilaku dalam berbagai situasi sosial, d) nilai-nilai dan tujuan sosial yang kita kejar, e). Keterampilan motorik dalam mengemudi, bersepeda, dan sejenisnya; pemecahan masalah dalam berbagai situasi; rencana kita untuk mencapai tujuan tertentu, f). Kemampuan persepsi untuk memahami bahasa atau menafsirkan lukisan atau musik.

Informasi dalam sistem memori jangka panjang disimpan secara terorganisir dalam berbagai cara. Informasi baru yang memasuki memori jangka panjang tidak memerlukan pembuatan jaringan baru, melainkan disimpan dalam organisasi yang sudah ada. Umumnya tidak ada batasan kapasitas dan durasi memori jangka panjang, tetapi beberapa hal dapat menyebabkan kelupaan atau ketidakmampuan untuk mengambil informasi yang sudah disimpan dalam memori jangka panjang.

5.5.1 Cara Kerja Otak dalam Perolehan Memori Jangka Panjang

Masalah yang secara inheren membingungkan dalam mempelajari memori adalah berbagai istilah yang digunakan para ilmuwan untuk menggambarkan kemungkinan subkomponen LTM. Psikolog kognitif, neuropsikolog, ahli saraf, dan masyarakat umum menggunakan istilah yang berbeda, dan terkadang bertentangan. Misalnya, ketika mengacu pada LTM, rata-rata orang biasanya memikirkan kemampuan untuk mengingat informasi dari masa lalu yang jauh. Neuropsikolog, bagaimanapun, mengacu pada kemampuan khusus untuk merekam informasi (*encoding*), mengaturnya dengan cara yang berarti (penyimpanan), dan mengingat atau mengidentifikasi ketika dibutuhkan (*retrieval*). Menurut definisi ini, LTM adalah kemampuan untuk mempelajari dan menyimpan informasi baru. Memori jarak jauh, di sisi lain, melibatkan memori peristiwa dari waktu yang lama. Berbagai konsep teoretis membagi LTM menjadi subsistem (Gambar 4).



Gambar 4. Klasifikasi memori jangka panjang (LTM). Teori toko LTM yang dipisahkan secara anatomis mengandung perbedaan yang signifikan. (Dari Weiten, W. [1998]. Psikologi: Tema dan variasi [hal. 291, Gambar 7.28]. Pacific Grove, CA: Brooks/Cole.)

Memori deklaratif bersifat eksplisit dan dapat diakses oleh kesadaran. Ingatan non-deklaratif biasanya tersirat, dan seseorang menunjukkannya melalui kinerja. Squire dan Butters (1992) menyatakan bahwa domain memori non-deklaratif atau prosedural adalah aturan dan prosedur, daripada informasi yang dapat diekspresikan, meskipun memori non-deklaratif belum didefinisikan secara operasional dan sering kali mencakup mempelajari keterampilan campur aduk untuk tugas seperti pembelajaran keterampilan motorik, membaca cermin, dan priming verbal. Schacter (1987) membedakan antara memori eksplisit dan implisit. Memori atau pengenalan, melalui cara verbal atau non-verbal, secara langsung mewakili memori eksplisit. Kesadaran sadar seringkali tersirat, seperti halnya niat memori. Orang menampilkan ingatan implisit dengan cara yang tidak selalu membutuhkan kesadaran, seperti priming implisit, pembelajaran keterampilan, dan pengkondisian. Perbedaan lain yang mungkin dalam LTM adalah perbedaan antara memori semantik dan memori episodik.

Para peneliti mempertimbangkan dua bentuk memori eksplisit atau deklaratif. Tulving (1972) memperkenalkan perbedaan antara memori episodik, yang mengacu pada episode individu biasanya otobiografi, yang memiliki tag spasial dan temporal tertentu dalam memori, dan memori semantik, yang mengacu pada memori untuk informasi dan fakta yang

tidak memiliki referensi tag waktu tertentu. Misalnya, mengingat detail dan peristiwa kencana pertama melibatkan memori episodik, sementara mengingat definisi kata terkait dengan memori semantik. Untuk memori semantik, biasanya tidak ada konteks yang mengkodekan memori. Jadi, ketika kami mengetahui nama presiden pertama Amerika Serikat, kebanyakan dari kami tidak dapat mengingat detail situasi dan orang-orang yang terlibat.

Pembagian yang paling defensif secara neuroanatomi antara sistem LTM adalah sistem memori deklaratif/eksplisit dan non-deklaratif. Beberapa juga menggunakan istilah deklaratif vs prosedural atau eksplisit vs implisit dengan cara yang hampir sama. Ada banyak perdebatan tentang keberadaan plot dan sistem semantik yang terpisah. Faktanya, meskipun para peneliti pertama kali menggambarkan kedua sistem tersebut secara konseptual berbeda, mereka sekarang percaya bahwa kedua sistem tersebut tumpang tindih dengan konsep memori lainnya.

5.5.1.1 Memori Deklaratif

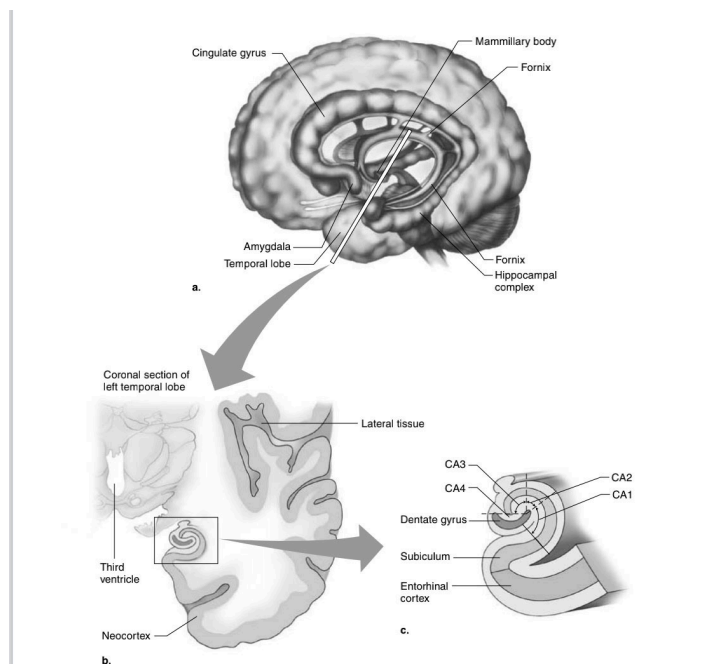
Ketika orang mulai berpikir tentang memori, salah satu pertanyaan pertama yang muncul di benak adalah, “Di mana memori disimpan di otak?” Ini biasanya berarti mencari “pusat” di otak tempat memori disimpan. Ini juga berarti bahwa jika pusat ini dihapus, semua memori akan terhapus. Ini seperti menghapus seluruh hard drive komputer Anda. Jika semua memori jarak jauh dihilangkan dari otak, seseorang tidak akan dapat mengingat kata-kata, fakta, plot, nama, atau informasi lain yang telah disandikan sebelumnya. Dari studi individu dengan kerusakan otak, kita tahu ini tidak terjadi. Orang mungkin kehilangan bagian dari memori jarak jauh mereka, tetapi otak mereka tidak “terhapus”. Tidak ada penyimpanan pusat tunggal. Sebaliknya, sebagian besar neuropsikolog percaya bahwa memori pada akhirnya disimpan di area di mana ia awalnya diproses (misalnya, lihat Squire, 1987). Misalnya, ini berarti bahwa memori pendengaran disimpan di area asosiasi primer, sekunder atau pendengaran dan sistem fungsional lainnya.

Fungsi sistem memori deklaratif adalah memproses informasi sedemikian rupa sehingga memberi label atau mengkonsolidasikan informasi untuk disimpan di otak. Menurut model ini, ketika pembelajaran deklaratif baru terjadi, informasi dari area kortikal yang berbeda mengalir ke dalam struktur yang bertanggung jawab untuk memori deklaratif. Setelah diproses, jalur saraf kembali mengirim informasi ke area kortikal tertentu.

Model Deklaratif dari Encoding dan Retrieval— Tulving dan rekan (1994) mengembangkan model pengodean memori dan pengambilan, Hemispheric Encoding Retrieval Asymmetry (HERA), berdasarkan studi neuroimaging individu sehat. Model ini mengusulkan bahwa wilayah prefrontal (dorsolateral) belahan kiri terutama terlibat dalam pengodean kontekstual, sedangkan wilayah prefrontal belahan kanan terutama digunakan untuk pengambilan informasi kontekstual. Selain itu, tinjauan komprehensif dari 275 studi tomografi emisi positron (PET) dan pencitraan resonansi magnetik fungsional (fMRI) oleh Cabeza dan Nyberg (2000) memberikan dukungan parsial untuk model ini. Analisis studi neuroimaging ini menunjukkan bahwa daerah prefrontal kiri diaktifkan dalam pengodean kontekstual linguistik, sementara pencarian informasi kontekstual condong

ke kanan (daerah prefrontal) untuk konten verbal dan nonverbal. Bertentangan dengan prediksi berdasarkan model HERA, pengodean informasi nonverbal menghasilkan aktivasi prefrontal bilateral dan kanan lateral. Daerah lain yang diaktifkan selama pengambilan episodik termasuk temporo-medial, parietal, parietotemporal medial, lobus temporal, oksipital, dan daerah serebelum, menyoroti banyak daerah dan sirkuit yang terlibat dalam pengambilan memori. Tidak seperti pencarian kontekstual, pencarian informasi semantik bergantung pada wilayah prefrontal kiri untuk informasi verbal dan nonverbal (Cabeza & Nyberg, 2000). Mirip dengan pengambilan episodik, daerah otak lain yang terlibat dalam pengambilan semantik termasuk temporal, cingulate anterior, dan daerah serebelum.

Integrasi Deklaratif - Tiga konstelasi utama dari struktur otak yang saling berhubungan berperan dalam mengintegrasikan informasi ke dalam LTM. Memori pertama berputar di sekitar lobus temporal medial, yang kedua di sekitar diencephalon, dan yang ketiga di otak depan basal. Struktur lobus temporal medial yang penting untuk memori deklaratif jangka panjang berpusat pada hipokampus dan lobus temporal medial. Kasus HM yang terdokumentasi dengan baik (Milner, Corkin, dan Teuber, 1968; Scoville, 1968) paling baik menggambarkan apa yang terjadi ketika struktur seperti itu runtuh. Pada tahun 1953, pada usia 27 tahun, HM menjalani operasi otak untuk mengurangi kejang yang tidak dapat disembuhkan. Pembedahan termasuk reseksi bilateral *hippocampus* dan bagian dari daerah sekitarnya, termasuk struktur *hippocampus* (Gambar 5).



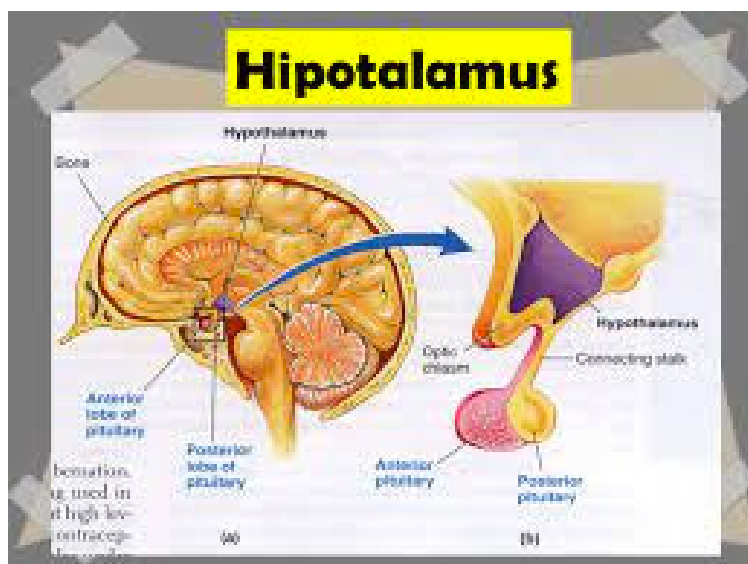
Gambar 5. Kompleks hipokampus. (a) Kompleks *hippocampus* terletak di permukaan medial lobus temporal. (b) Potongan koronal menunjukkan *hippocampus* sebagai lipatan di lobus temporal. (c) Sebuah *close-up* dari struktur terkait ditampilkan. *Hippocampus* terdiri dari

empat bagian (CA1-CA4). Jalur dari korteks ke *hippocampus* melalui korteks entorhinal. ([b] Diadaptasi dari Pinel, PJ, & Edwards, M. [1998]. Pengantar penuh warna tentang anatomi otak manusia [hal. 169, Gambar 10.1]. Boston: Allyn & Bacon, dengan izin; [c] diadaptasi dari Burt, AM [1988] Buku teks neuroanatomi [hal 488, Gambar 20.7] Philadelphia: WB Saunders, oleh izin).

Struktur *hippocampal* atau kompleks *hippocampal* meliputi *hippocampus*, *dentate gyrus*, dan *subiculum*. Pada potongan melintang, *hippocampus* memiliki ciri khas bentuk “kuda laut”. Informasi memasuki hipokampus melalui korteks entorhinal. Selain itu, korteks perirhinal dan parahippocampal yang berdekatan dengan struktur hipokampus diduga berperan dalam memori. Sedikit yang diketahui tentang dampak memori dari operasi ini dalam hal operasi HM. Setelah operasi, meskipun kecerdasannya di atas rata-rata, dia sangat amnesia tentang pembelajaran baru (anterograde amnesia), baik episodik maupun semantik. Dia mampu mengingat ingatan dan fakta lama, tetapi pembelajaran baru tidak mungkin lagi. STM dipertahankan karena dapat menyimpan informasi baru selama beberapa menit. Namun, informasi ini tidak dapat dimasukkan ke dalam penyimpanan jangka panjang. Jika dia dia bertemu seseorang dan orang itu pergi, dia tidak akan mengingat menit setelah pertemuan itu. Dengan cara ini, bertemu orang itu lagi seperti bertemu untuk pertama kalinya. HM memiliki amnesia yang lebih parah daripada NA karena ia juga mengalami kesulitan mempelajari informasi visuospasial baru.

Pelestarian ingatan lama dengan kerusakan pada lobus temporal medial menunjukkan bahwa ingatan tidak disimpan di hipokampus; sebaliknya, struktur ini tampaknya terlibat dalam mentransfer informasi baru ke penyimpanan jangka panjang. Studi PET dan fMRI (Cabeza & Nyberg, 2000) telah menunjukkan bahwa wilayah lobus temporal medial kiri aktif selama pengkodean materi linguistik, sedangkan aktivasi bilateral terbukti selama pemrosesan konten nonverbal. Kerusakan hipokampus secara signifikan merusak memori deklaratif, tetapi kerusakan luas pada daerah entorhinal dan parahippocampal menghasilkan amnesia yang lebih parah dan bertahan lama.

Fungsi yang tepat dari daerah temporal medial tidak sepenuhnya dipahami, tetapi penelitian menunjukkan bahwa mereka berkontribusi secara berbeda terhadap memori. Misalnya, korteks asosiasi visual memiliki proyeksi signifikan ke korteks perirhinal, sedangkan korteks parietal memproyeksikan ke korteks parahippocampal. Struktur ini tampaknya memainkan peran khusus dalam pengenalan visual dan memori spasial, masing-masing (Squire & Knowlton, 2000). *Hippocampus* tampaknya memiliki peran khusus dalam tugas memori yang memerlukan korelasi atau integrasi informasi dari sumber kortikal yang berbeda, seperti hubungan spasial dan temporal objek atau peristiwa tertentu. Struktur diensefalik yang berhubungan dengan memori berpusat pada nukleus spesifik talamus dan badan mammillary hipotalamus (Gambar 6).

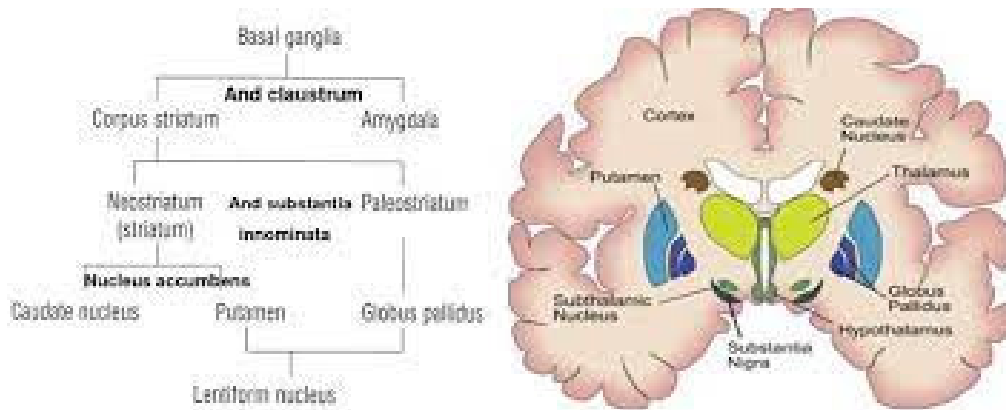


Gambar 6. Hipotalamus

Talamus terdiri dari beberapa nukleus, di mana nukleus dorsal medial talamus paling sering dikaitkan dengan gangguan memori. Meskipun nukleus medial dorsal terlibat dalam konsolidasi memori, telah disarankan bahwa nukleus medial dorsal juga dapat membantu memulai dan memantau pengambilan memori episodik secara sadar (Wenk, 2004). Kerusakan pada nukleus medial dorsal sering dikaitkan dengan sindrom Korsakoff dan, dalam beberapa kasus, amnesia spesifik. Sindrom Korsakoff adalah hasil dari alkoholisme kronis yang berhubungan dengan kekurangan vitamin (tiamin). Akibatnya, nukleus medial dorsal *thalamus* dan badan mamilari mengalami degenerasi. Pasien dengan sindrom Korsakoff menunjukkan amnesia anterograde dan retrograde yang nyata, meskipun beberapa bentuk memori non-deklaratif (misalnya, memori prosedural) dipertahankan. Selain itu, ada juga kasus amnesia yang disebabkan oleh kerusakan spesifik pada daerah diensefalik.

Otak depan basal adalah area ketiga yang memproses memori deklaratif jangka panjang. Wilayah ini adalah bagian subkortikal dari telensefalon yang mengelilingi ujung inferior kornu frontalis dan sangat berhubungan dengan struktur limbik; beberapa ahli saraf menganggapnya sebagai bagian dari sistem limbik (lihat, misalnya, Crosson, 1992). Otak depan basal adalah sumber utama keluaran kolinergik ke korteks. Beberapa peneliti telah menyarankan bahwa kerusakan luas pada struktur otak depan basal mungkin diperlukan untuk mempengaruhi memori (ZolaMorgan & Squire, 1993); dengan demikian, melihat kontribusi nukleus individu ke memori mungkin tidak bermanfaat seperti melihat sistem sebagai jaringan. Stroke dapat dengan mudah mempengaruhi otak depan basal karena lokasinya di ujung bawah tanduk frontal dan di sekitar arteri komunikans inferior yang mensuplai area ini. Area ini penting untuk mengingat tidak hanya untuk nukleus di dalamnya tetapi juga untuk serat yang melintasi area tersebut. Otak depan basal juga mengandung banyak koneksi

ke area mediotemporal. Struktur otak depan basal yang terlibat dalam memori termasuk nukleus basal Meynert, nukleus septum medial, nukleus diagonal Broca, dan innominate (Gambar 7).



Gambar 7. Otak Depan Basal

Nukleus basalis Meynert terdiri dari sekelompok besar neuron yang diselingi dalam innominata. Materi innominata adalah area materi abu-abu dan putih yang memisahkan globus pallidus dari permukaan bawah otak depan. Ini berhubungan dengan korteks frontal, parietal dan temporal. Jalur penting yang berjalan melalui innominata substansial adalah jalur amigdalofugal ventral, yang menghubungkan amigdala ke nukleus medial dorsal talamus. Nukleus septum medial terletak di ujung precommissural fornix dan menonjol ke hipokampus melalui fornix. Memori kemungkinan besar akan terpengaruh ketika kerusakan mengganggu aliran informasi ke hipokampus. Nukleus diagonal Broca adalah daerah materi putih dan badan sel yang terletak di dekat nukleus basal. Ini juga memproyeksikan ke hipokampus melalui fornix. Para peneliti percaya bahwa struktur ini adalah struktur memori kolinergik yang penting.

Sistem memori deklaratif utama adalah sirkuit Papez. Papez awalnya mengusulkan bahwa jalur perulangan ini didedikasikan untuk pemrosesan emosi. Dia memperhatikan bahwa manifestasi klinis gejala emosional yang intens pada hewan rabies (berasal dari bahasa Latin untuk "kemarahan") dikaitkan dengan lesi di berbagai struktur sistem limbik, terutama hipokampus. Sekarang, para peneliti tahu bahwa loop ini lebih berkaitan dengan mengintegrasikan informasi dalam memori daripada dengan prosesor emosional utama. Informasi dari area asosiasi kortikal dan kortikal yang lebih tinggi memasuki sirkuit melalui girus cingulate, berjalan ke girus parahippocampal, dan kemudian berjalan melalui struktur hipokampus ke hipokampus. Sistem keluaran utama dari struktur hipokampus adalah fornix. Ini berisi hampir 1 juta serabut dan ukurannya sebanding dengan saluran optik (Nauta & Feirtag, 1986). Fornix muncul dari kompleks hipokampus dan melengkung ke anterior di bawah corpus callosum. Fornix menyampaikan informasi ke badan mamillary (khususnya

nukleus mammillary medial) dari hipotalamus. Dari sana informasi diproyeksikan ke nukleus anterior talamus di sepanjang traktus mamillo-thalamic, dari mana informasi tersebut kemudian menuju cingulate gyrus untuk melengkapi sirkuit.

5.5.1.2 Memori Non Deklaratif

Istilah memori non-deklaratif tidak mengacu pada sistem memori diskrit, karena ia mengakui bahwa fungsi memori tertentu beroperasi di luar sirkuit limbik memori eksplisit atau deklaratif. Kebalikan dari memori berbasis sirkuit limbik secara luas disebut oleh para peneliti sebagai “memori kebiasaan” (Mishkin, Malamut & Bachevalier, 1984), “memori prosedural” (Cohen, 1984), dan “memori implisit” (Graf & Schacter, 1985). Berbagai fungsi memori yang dicakup oleh istilah-istilah ini mungkin mencerminkan rangkaian kemampuan yang berbeda, tidak selalu eksklusif satu sama lain, dan mungkin bergantung pada sistem pemrosesan yang berbeda. Misalnya, memori implisit berarti dipengaruhi oleh pengalaman sebelumnya tanpa menyadari peristiwa tersebut. Pembelajaran prosedural melibatkan pembelajaran prosedur, aturan, atau keterampilan melalui kinerja daripada ekspresi verbal, meskipun kesadaran sadar dapat membantu pembelajaran prosedural. Karena istilah-istilah ini tidak selalu mencakup seluruh spektrum memori non-deklaratif, peneliti lebih memilih istilah yang kurang spesifik (lihat Squire, 1994). Ahli saraf juga tahu bahwa satu lesi tidak dapat menghapus semua ingatan non-deklaratif, seperti halnya pembelajaran baru deklaratif.

Peneliti mengamati HM telah memperhatikan bahwa meskipun amnesia parah untuk informasi deklaratif, HM meningkat dengan latihan pada tugas-tugas sensorimotor tertentu (Milner *et al.*, 1968; Scoville, 1968). Dia belajar dengan berlatih tanpa menyadarinya. Jika amnesia total, pemeriksa akan mengharapkan setiap presentasi tugas dilakukan seolah-olah baru. Salah satu area memori non-deklaratif melibatkan adaptasi sensorimotor dan perolehan keterampilan. Banyak orang dengan amnesia, seperti HM, menunjukkan kurva belajar normal ketika berlatih tugas membaca seperti mengejar rotator dan mirroring ke belakang. Menelusuri rotor mengharuskan peserta ujian untuk memegang stylus pada cakram yang berputar seperti halnya ia harus memegang posisi pada catatan di meja putar. Membaca cermin terbalik mengharuskan seseorang berjalan melalui labirin sambil melihatnya melalui cermin.

Secara persepsi, amnesia juga menunjukkan perilaku adaptif normal saat menggunakan prisma visual. Karena prisma mendistorsi input visual, tindakan sederhana seperti menggenggam objek dapat menyesatkan pada awalnya. Sistem visuomotor harus cepat belajar untuk “mengatur ulang” sistem agar kembali ke targetnya dengan tepat berdasarkan informasi visual baru. Menariknya, orang dengan amnesia mampu melakukan penyesuaian pembelajaran dan kinerja ini meskipun amnesia deklaratif parah. Namun, amnesia tidak berarti pembelajaran normal keterampilan non-deklaratif di semua tugas. Misalnya, survei kinerja HM pada kompleks, tugas pemecahan masalah non-deklaratif (Menara Hanoi) (Gabrieli, Keane, & Corkin, 1987; Xu dan Corkin, 2001) tidak menemukan peningkatan yang konsisten dalam pembelajaran atau uji coba penguasaan bukti.

Dukungan lebih lanjut untuk sistem memori non-deklaratif disediakan oleh kinerja diferensial pasien dengan amnesia, penyakit Huntington, dan penyakit Parkinson pada langkah-langkah pembelajaran keterampilan waktu reaksi terus menerus (Schacter & Curran, 2000). Minta pasien untuk menekan salah satu dari empat tombol saat iluminasi terjadi di atas tombol. Kelompok pasien tidak menyadari urutan pencahayaan berulang, namun, selama percobaan studi, pasien dengan amnesia menunjukkan peningkatan kinerja, sebagaimana dibuktikan dengan waktu reaksi penekanan tombol berkurang. Sebaliknya, orang dengan penyakit Huntington dan penyakit Parkinson menunjukkan ketidakmampuan belajar. Patologi striatal subkortikal merupakan pusat penyakit Huntington dan Parkinson, menunjukkan bahwa wilayah ini terlibat dalam pembelajaran waktu reaksi berkelanjutan. Studi pencitraan fungsional mengonfirmasi bahwa daerah striatal dan sirkuit mendukung pembelajaran keterampilan waktu reaksi berkelanjutan. Area lain yang menunjukkan perubahan terkait pembelajaran selama pembelajaran keterampilan waktu reaksi berkelanjutan terutama melibatkan neokorteks (motorik primer, motor tambahan, premotor, korteks parietal dan oksipital). Perubahan ini menunjukkan bahwa pembelajaran waktu reaksi serial melibatkan perubahan di area persepsi dan motorik yang mendukung gerakan yang dipandu secara visual (Schacter & Curran, 2000).

Para peneliti juga memperhatikan bahwa orang dengan amnesia parah dengan sindrom Korsakoff menunjukkan fenomena yang disebut priming implisit. Misalnya, dalam paradigma priming penyelesaian-penyelesaian, daftar kata (misalnya, gereja, parasut, klarinet, dan lainnya) disajikan terlebih dahulu. Karena amnesia yang parah, orang memiliki ingatan yang buruk ketika pemeriksa diminta untuk mengingat mereka dalam tugas-tugas deklaratif. Pemeriksa kemudian memberi pasien kata dasar tiga huruf (misalnya, chu____, par____, cla____) dan meminta mereka untuk membuat kata dengan melengkapi akar. Dibandingkan dengan subjek yang tidak memiliki pilihan, pasien "prima" dengan sindrom Korsakoff lebih mungkin untuk menyelesaikan kata-kata dasar dengan kata-kata yang mereka lihat, meskipun tingkat amnesia deklaratif yang serupa untuk kata-kata itu. Priming persepsi juga terjadi dengan pengenalan objek terfragmentasi yang lebih cepat (seperti yang diperkenalkan pada Bab 8 untuk menguji agnosika aperseptif) atau kata-kata (lihat Gambar 9.6 untuk contoh rangsangan priming). Mirip dengan pasien dengan sindrom Korsakoff, pasien dengan amnesia yang telah mengganggu daerah otak medial dan diensefalik sering menunjukkan persepsi implisit tanpa gangguan.

Priming implisit berbasis persepsi dikaitkan dengan penurunan aktivitas neokorteks posterior. Secara teoretis, pengurangan aktivasi neokorteks posterior mencerminkan pengurangan sumber daya saraf yang diperlukan untuk memproses konten ketika diulang, karena jejak visual dipertahankan dalam presentasi asli materi (Squire & Knowlton, 2000). Secara khusus, priming implisit tidak identik dengan memori pengenalan (mengenal rangsangan target ketika disajikan dengan rangsangan non-target lainnya). Memori pengenalan tampaknya melibatkan pengkodean informasi deklaratif fonetik atau semantik, sedangkan

priming tergantung pada fitur visual dari konten yang disajikan. Selain itu, sistem otak yang berbeda dianggap mendukung kedua jenis memori. Contoh memori pengenalan akan meminta seseorang untuk menghafal daftar kata dan kemudian menyajikan kata-kata itu di lain waktu, diselingi secara acak dengan kata-kata lain yang tidak disajikan. Orang tersebut kemudian diminta untuk mengidentifikasi kata yang awalnya dipelajari. Pengenalan kata-kata yang awalnya dipelajari memberikan ukuran memori pengenalan. Studi kasus telah menunjukkan bahwa pasien dengan lesi di daerah ekstrastriatal bidang visual menunjukkan defisit dalam persepsi visual priming tetapi memiliki memori pengenalan yang utuh. Pasien amnesia menunjukkan pola yang berlawanan.

Bentuk lain dari pembelajaran implisit adalah “tata bahasa buatan”. Individu melihat *string* konsonan yang tampaknya acak tanpa menyadari bahwa pengaturan untaian ini mencerminkan seperangkat aturan yang kompleks. Kemudian beri tahu untuk menghasilkan string konsonan sesuai dengan seperangkat aturan. Setelah penjelasan ini, mereka diberi daftar string konsonan gramatikal dan nongramatikal dan meminta mereka untuk mengevaluasi string mana yang terdiri dari seperangkat aturan yang sama. Para pasien dengan amnesia tampil sama baiknya dengan peserta yang sehat, meskipun mereka tidak memiliki memori string konsonan yang digunakan selama pelatihan. Selain itu, pasien dengan gangguan ganglia basal seperti penyakit Parkinson juga dapat melakukan tugas tata bahasa buatan, menunjukkan bahwa patologi striatal tidak terkait dengan bentuk memori ini. Penelitian telah menunjukkan bahwa neokorteks posterior dapat mendukung kinerja tugas tata bahasa buatan, yang mengarahkan beberapa peneliti untuk mengungkapkan bahwa jenis pembelajaran ini mungkin mencerminkan pemrosesan atau persepsi awal (Schacter & Curran, 2000; Squire & Knowlton, 2000).

Bentuk paling sederhana dari memori non-deklaratif melibatkan pembelajaran klasik atau asosiatif. Jenis memori ini jauh lebih tua dalam evolusi dan umumnya beroperasi atas dasar asosiasi yang dipelajari. Para peneliti mampu menunjukkan bahwa bahkan hewan dengan hippocampus mereka dihapus dapat mempelajari asosiasi stimulus-respons sederhana. Misalnya, planaria dapat mempelajari pasangan kejutan ringan dan mundur dari cahaya nanti ketika mereka menghadapi cahaya sendirian. Ini menunjukkan bahwa beberapa aspek fundamental dan primitif dari pengkondisian asosiatif sedang bekerja. Banyak struktur otak yang terlibat dalam gerakan, termasuk otak kecil, ganglia basal, dan strip motorik yang terlibat dalam pembelajaran motorik. Otak kecil memfasilitasi pembelajaran motorik berurutan, seperti langkah-langkah yang diperlukan untuk belajar piano. Ganglion basal adalah sirkuit otak penting yang bertanggung jawab untuk pembelajaran dan adaptasi sensorimotor.

5.6 IMPLIKASI TERHADAP PEMBELAJARAN

Memori atau ingatan sering dikaitkan dengan prestasi belajar. Jika seseorang memiliki daya ingat yang baik, maka prestasi akademiknya juga akan baik. Ingatan memegang peranan penting dalam keberhasilan dalam bidang pendidikan, yang tercermin dari prestasi belajar kemampuan mengingat manusia, sehingga pengalaman belajar yang telah diterima dan

disimpan dapat muncul kembali setiap saat. Inilah yang mendorong keberhasilan pembelajar. Semakin cepat seorang pembelajar mengembalikan suatu ingatan atau ingatan, maka akan semakin baik pula proses belajar yang dihasilkan.

Salah satu tujuan kognitif kompleks yang paling penting bagi siswa adalah kemampuan untuk memahami apa yang telah mereka pelajari dan menerapkannya pada situasi baru. Salah satu tujuan sekolah adalah agar siswa mempelajari sesuatu yang dapat mereka terapkan di luar sekolah. Sekolah tidak dapat berfungsi secara efektif jika siswa dapat mengerjakan tes bahasa dengan baik tetapi tidak dapat menulis surat pengantar yang baik. Sekolah tidak akan efektif jika seorang siswa berhasil dalam matematika tetapi dia tidak dapat memecahkan masalah aritmatika di tempat kerja.

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan masalah yang telah diuraikan, guru dapat menempuh berbagai cara dalam pembelajaran pengetahuan deklaratif.

1. Pengulangan (*rehearsal*)

Pengulangan seharusnya hanya digunakan sebagai upaya terakhir untuk diingat. Kerugian utama menggunakan pendekatan berulang untuk menyimpan informasi deklaratif adalah bahwa kita hanya dapat membuat sedikit atau tidak ada hubungan antara informasi baru dan pengetahuan yang sudah disimpan dalam memori jangka panjang. Jadi kita terlibat dalam pembelajaran hafalan, di mana kita mempelajari informasi dalam bentuk yang relatif tidak dapat dijelaskan, daripada mencoba memahami atau memberi makna padanya. Bertentangan dengan apa yang siswa pikirkan, memori hafalan adalah cara yang lambat dan relatif tidak efektif untuk menyimpan informasi deklaratif dalam memori jangka panjang sebagai upaya terakhir.

2. Melakukan pembelajaran bermakna

Pembelajaran yang bermakna dicapai dengan mengasosiasikan informasi baru dengan informasi yang diketahui. Pembelajaran yang bermakna akan sangat efektif bagi siswa jika korelasi yang dibuat dengan pengetahuan awal yang dimiliki siswa benar. Ini berarti dengan membantu siswa menghubungkan informasi baru dengan apa yang sudah mereka ketahui, apakah itu tentang dunia secara umum atau tentang diri mereka sendiri sebagai manusia.

3. Organisasi

Cara organisasi mempelajari pengetahuan deklaratif adalah dengan membuat hubungan antara informasi baru. Jenis organisasi ini sangat efektif dalam mempelajari pengetahuan deklaratif jika diorganisasikan dengan baik dan bukan sekadar daftar fakta yang berbeda. Cara melakukannya adalah dengan mengomunikasikan materi secara terorganisir dan menunjukkan organisasi dan hubungan timbal balik di dalam subjek.

4. Elaborasi

Tujuan elaborasi di sini adalah untuk memasukkan ide-ide tambahan tentang informasi baru berdasarkan informasi yang diketahui. Pendekatan rinci akan efektif jika asosiasi

dan pelengkap yang dibuat sesuai dan produktif. Pendekatan tersirat adalah untuk mendorong siswa untuk belajar di luar informasi itu sendiri dengan menarik kesimpulan atau memperkirakan kemungkinan implikasinya.

5. Pembayangan visual (*visual imagery*)

Cara pembayangan visual adalah menggambarkan pengajaran lisan melalui bahan visual seperti gambar, peta, bagan, dll, sehingga membentuk gambaran mental dari informasi tersebut. Pendekatan citra visual ini efektif jika digunakan bersamaan dengan pembelajaran, pengorganisasian, atau elaborasi yang bermakna (Suci Fajrina & Neviyarni, 2019).

Metode pengolahan informasi penting untuk diketahui dan dipahami oleh pendidik dalam kaitannya dengan proses pembelajaran. Pendekatan pemrosesan informasi adalah pendekatan kognitif di mana anak-anak memproses informasi, memantaunya, dan mengembangkan strategi tentangnya. Inti dari metode ini adalah proses ingatan dan cara berpikir. Memori mengacu pada kemampuan peserta didik untuk secara mental menyimpan apa yang telah mereka pelajari sebelumnya. Proses memori dimulai dengan pengodean, penyimpanan, dan kemudian menemukan kembali untuk tujuan tertentu. Guru dapat membantu siswa dengan memori dalam berbagai cara, termasuk pengulangan, pembelajaran yang bermakna, organisasi, elaborasi, dan citra visual.

Untuk mencapai efek belajar yang terbaik dari siswa, guru juga perlu menguasai penguasaan metode pengolahan informasi, terutama dalam hal memori, lupa dan transfer. Oleh karena itu, upaya guru untuk meningkatkan mutu pendidikan perlu diarahkan pada pengembangan kemampuan mengingat, menyampaikan informasi, dan meminimalkan lupa dengan menerapkan strategi yang tepat terkait dengan kemampuan tersebut.

5.7 PERAN MEMORI DALAM PROSES BELAJAR

Fungsi memori itu sendiri adalah menyimpan informasi dan mengambil informasi yang tersimpan. Ini adalah memori yang ada selama kita hidup. Memori itu sendiri pada awalnya dibagi menjadi memori primer dan sekunder. Memori merupakan salah satu faktor yang erat kaitannya dengan belajar. Daya ingat yang lemah terhadap materi pembelajaran dapat menurunkan hasil belajar. Memori memberi para ahli arti yang berbeda. Memori sering dipandang sebagai hubungan pengalaman dengan masa lalu.

Memori atau ingatan, sering dikaitkan dengan prestasi belajar. Jika seseorang memiliki daya ingat yang baik, maka prestasi akademiknya juga akan baik. Memori memegang peranan penting dalam keberhasilan pendidikan, yang diwujudkan dalam prestasi belajar dan kemampuan manusia untuk mengingat, sehingga pengalaman belajar yang telah diterima dan disimpan dapat muncul kembali setiap saat. Inilah yang mendorong keberhasilan pembelajar. Semakin cepat seorang pembelajar mengembalikan suatu ingatan atau ingatan, maka akan semakin baik pula proses belajar yang dihasilkan.

Setiap siswa memiliki daya ingat yang berbeda-beda dalam proses pembelajaran. Perbedaan ini mempengaruhi jumlah material yang dapat diterima. Hal ini tentunya juga mempengaruhi nilai siswa. Daya ingat yang tinggi tentunya akan memudahkan siswa dalam mengingat materi pembelajaran yang diajarkan sehingga menghasilkan hasil belajar yang baik.

Setiap orang mengandalkan ingatannya untuk aktivitas sehari-hari. Untuk dapat melakukan aktivitas, manusia perlu mengingat apa yang terjadi dan apa yang direncanakannya. Mereka semua adalah bagian dari memori. Memori atau juga diartikan sebagai memori. Peneliti pertama memori manusia adalah H. Ebbinghaus pada tahun 1885. Penelitiannya menyimpulkan bahwa proses mudarnya ingatan, atau lupa, terjadi paling cepat dalam 9 jam pertama setelah informasi diperoleh, dan berlanjut hingga 30 hari berikutnya. Ebbinghaus kemudian menggunakan seri tersebut sebagai standar pembelajaran, yang disebut Program Pembelajaran. Memori sendiri merupakan tempat atau alat untuk menerima, mengelola, menyimpan pengalaman atau informasi di dalam otak, dan mengambil atau mengingat kembali informasi. Memori memainkan peran yang sangat penting dalam kehidupan manusia.

Jika kita berbicara tentang belajar, memori memegang peranan penting dalam keberhasilan belajar seseorang. Tidak hanya nilai akademik, tetapi juga nilai karakter, nilai moral, dan nilai agama, yang akan menjadi dasar perilaku dan pemikiran setiap anak ketika tumbuh dewasa. Penelitian menunjukkan bahwa untuk dapat memperoleh memori jangka panjang atau *Long-Term Memory*, pembelajaran pendidikan harus terus menerus melibatkan tindakan atau tindakan serta penglihatan dan pendengaran. Jadi pada dasarnya mengajak anak atau siswa untuk terjun langsung ke setiap kegiatan dalam pembelajaran atau pendidikan, tidak hanya melalui tayangan video tetapi juga tindakan nyata. Oleh karena itu istilah "*learning by doing*". Ada juga istilah ketika kamu ingin bisa berenang maka kamu harus nyebur ke kolam air Kalau kamu pengen berenang tapi kamu takut air atau bahan tidak pernah masuk ke dalam kolam maka kemampuan berenang tidak akan kamu dapatkan.

5.8 PROSES MENINGKATKAN MEMORI UNTUK ANAK-ANAK

Memori, juga dikenal sebagai daya ingat, adalah proses mempertahankan, menyimpan, dan mengingat kembali pengalaman masa lalu. Kunci memori adalah transfer informasi dari memori jangka pendek ke memori jangka panjang. Beberapa hal yang dapat Anda gunakan untuk meningkatkan daya ingat atau daya ingat anak Anda adalah sebagai berikut:

1. Bermain sambil belajar

Bermain adalah metode yang paling disukai anak-anak untuk meningkatkan daya ingat mereka. Untuk meningkatkan perkembangan otak, lakukan aktivitas yang menyenangkan bersama anak Anda. Misalnya dengan mengajaknya bermain sambil belajar. Beberapa permainan yang dapat Anda lakukan bersama anak untuk merangsang daya ingatnya adalah *puzzle*, *flash card*, mewarnai, permainan aneka bentuk dan warna, serta menempelkan angka, huruf, ataupun gambar.

2. Bercerita Bersama

Kita menceritakan semua jenis cerita sebelum tidur dan di waktu luang kami. Setelah bercerita, mintalah anak-anak untuk mengingat kembali alur cerita, seperti nama-nama tokoh, tempat, dan lainnya. Melalui pengulangan, lama kelamaan anak menjadi terbiasa mendengarkan dan merekamnya dalam ingatannya. Selain buku cerita, kita juga bisa menggunakan boneka tangan, yang dapat mengubah gambar yang menarik perhatian.

3. Mengajak bernyanyi

Selain itu juga meningkatkan daya ingat anak melalui musik dan mengajaknya bernyanyi, seperti langkah-langkah mengikat tali sepatu. Jangan lupa ajak anak-anak untuk menari dan bertepuk tangan untuk menambah keceriaan dan semangat mereka. Jika kegiatan ini dilakukan secara rutin, anak pasti lambat laun akan mencoba menirukan nada dan lirik lagu yang sering dinyanyikannya dan mengingat informasi yang terkandung di dalam lagu tersebut.

4. Aktivitas fisik

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa aktivitas fisik memiliki manfaat bagi seluruh tubuh. Inilah sebabnya mengapa anak-anak harus dibiasakan dengan aktivitas fisik sejak usia dini. Aktivitas fisik bagi anak membawa banyak manfaat, seperti mengasah keterampilan motorik, interaksi sosial dengan orang-orang di sekitarnya, dan perkembangan otak. Selain itu, aktivitas fisik ini akan mengurangi risiko obesitas pada anak. Anak yang aktif belajar lebih efektif di dalam dan di luar lingkungan sekolah. Jadi jangan lupa ajak si kecil untuk melakukan aktivitas fisik yang menyenangkan dan bervariasi sesuai usia dan perkembangannya.

5. Cukup tidur

Sebuah studi yang dilakukan oleh Northwestern University menemukan bahwa tidur yang cukup adalah kunci untuk menjaga daya ingat. Ini karena saat tidur, otak menyimpan hal-hal penting yang dipelajari di siang hari. Karena itu, pastikan anak Anda mendapatkan tidur yang berkualitas setiap hari. *National Sleep Foundation* (NSF) merekomendasikan agar anak-anak tidur 11-13 jam sehari (termasuk tidur siang).

6. Memperhatikan asupan nutrisi

Selain beberapa kebiasaan sederhana yang disebutkan di atas, perhatikan asupan gizi anak Anda. Memberi anak makanan bergizi juga berperan penting dalam meningkatkan daya ingat anak. Berikan anak asupan gizi yang cukup dan berikan makanan yang kaya vitamin, asam folat, asam lemak esensial, zat besi dan seng untuk merangsang fungsi otak dan akhirnya daya ingat.

5.9 PROSES TERJADINYA LUPA

Proses lupa adalah proses dimana seseorang kehilangan ingatan jangka pendek. Proses melupakan juga dapat dikatakan sebagai hilangnya kemampuan untuk mengingat

atau mengingat kembali apa yang telah dipelajari. Sederhananya, lupa adalah hilangnya kemampuan untuk mengungkapkan kembali informasi yang telah diterima. Ini mungkin karena informasinya tidak disimpan dengan benar.

Kelupaan terjadi karena ingatan yang tersimpan tidak pernah atau jarang diingatkan kembali. Ingatan itu perlahan menghilang. Ada empat teori tentang konsep melupakan, yaitu: Decay theory (menganggap bahwa memori akan semakin memudar), Teori *interferensi* (menitikberatkan pada interval), *Retrieval failure* (kegagalan mengingat memori disebabkan oleh interferensi), teori *Motivated Forgetting* (kecenderungan melupakan hal-hal yang tidak menyenangkan. Fisiologis (perubahan fisik pada otak akibat gangguan fisik). Lupa juga bisa menjadi tanda fisiologis penuaan, karena sistem saraf menurun fungsinya di usia tua dan tidak bisa lagi meregenerasi dirinya sendiri.

Dalam kondisi amnestik, ingatan atau ingatan yang disimpan mungkin memiliki kekurangan dalam proses penyimpanan, seperti waktu terpajang yang kurang, kurangnya frekuensi, kurang khas, atau terlalu lama dan jarang dipanggil kembali. Lupa adalah hal yang biasa terjadi pada setiap orang. Dengan memahami sistem memori kerja ini, dimungkinkan untuk meningkatkan cara informasi dipelajari atau diingat dengan lebih sering terpapar. Lupa bisa terjadi pada siapa saja, baik itu anak-anak, remaja, orang tua, guru, pejabat, profesor, petani, dan lainnya. Beberapa psikolog kognitif percaya bahwa lupa terjadi sebagai akibat dari gangguan atau halangan oleh informasi lain.

Informasi yang masuk ke otak manusia dicerna dalam bentuk kode oleh memori kita. Proses lupa merupakan bentuk terjadinya kegagalan dalam penyandian (*failure to encode*) mengacu pada kegagalan memasukkan materi atau *password* ke dalam otak. Alasan kegagalan pengodean adalah bahwa informasi yang dipelajari tidak benar-benar masuk ke memori kita dan disebabkan oleh stres. Ada beberapa teori tentang proses melupakan:

1. Teori Atropi (*Decay*)

Decay (pembusukan) ini adalah kehilangan memori yang disebabkan oleh penggunaan informasi yang jarang. Oleh karena itu, teori tersebut berpendapat bahwa lupa terjadi karena informasi yang disimpan tidak pernah atau jarang digunakan. Ini dapat menyebabkan informasi rusak sendiri atau rusak seiring waktu.

2. Teori Interferensi

Merupakan memori yang terganggu oleh *input* informasi lain. Pemblokiran informasi, pemblokiran informasi yang ingin Anda ingat. Ada dua jenis hambatan informasi dalam memori, yaitu 1) *Retroactive Inhibition*, yaitu memori baru menghambat memori lama. 2) *Proactive Inhibition*, yaitu memori lama menghambat pengambilan memori baru.

3. Cue Dependent Forgetting Theory

Teori ini menyatakan bahwa, pada prinsipnya, lupa disebabkan oleh informasi yang rusak dalam memori atau terhalang oleh informasi lain. Selain itu, ada terlalu banyak informasi yang ingin diingat orang.

Ketika seseorang mengalami kelupaan, sebenarnya ada 4 tahapan yang terjadi yaitu:

1. Tahap Pertama

Jika materi ingin diingat tetapi tidak pernah digunakan, apa yang telah kita ingat akan disimpan di beberapa bagian otak. Oleh karena itu, karena proses metabolisme di otak, materi di otak secara bertahap menghilang, sehingga tidak mungkin untuk diingat. Dengan cara ini, karena tidak digunakan lagi, secara tidak langsung akan menyebabkan bahan tersebut hilang dengan sendirinya.

2. Tahap Kedua

Anda perlu memahami beberapa prinsip sistem, yaitu:

Penghalusan, material berubah bentuk menjadi lebih halus, lebih simetris dan kurang tajam, membuat bentuk aslinya tidak dapat diingat lagi. Penegasan, bagian yang menonjol dalam sesuatu adalah yang paling mengesankan. Ini akan ditekankan dalam memori. Jadi bagian-bagiannya hanya diingat dan bagian-bagian lainnya secara keseluruhan tidak terlalu diingat. Asimilasi, misalnya, Anda ingat bunga, dan kemudian Anda ingat bahwa itu adalah bunga, meskipun bentuknya bukan bunga. Jadi Anda hanya ingat sekuntum bunga, tetapi Anda tidak ingat seperti apa bentuknya. Perubahan materi ini disebabkan oleh fakta bahwa bentuk wajah seseorang tidak lagi diingat.

3. Tahap Ketiga

Ketika Anda mempelajari sesuatu yang baru, apa yang Anda ingat sebelumnya mungkin tidak dapat diingat kembali. Boleh dibilang, materi kedua merupakan penghalang untuk mengingat kembali materi pertama sebelumnya. Gangguan seperti ini disebut gangguan retrospektif. Di sisi lain, mungkin juga materi yang baru dipelajari tidak masuk memori karena materi lain sebelumnya, gangguan ini disebut gangguan aktif.

4. Tahap Keempat

Terkadang seseorang melakukan sesuatu dan ini disebut represi. Peristiwa mengerikan, mengerikan, menjijikkan, dan sejenisnya. Tidak dapat diterima oleh hati nurani, yang memungkinkan peristiwa sengaja dilupakan tanpa disadari.

5.10 UPAYA MENGOPTIMALKAN INGATAN

Ingatan dan kemampuan Anda untuk berkonsentrasi dapat menurun seiring bertambahnya usia. Untuk mengatasi masalah ini, ada cara untuk meningkatkan daya ingat. Oleh karena itu, kapasitas memori tetap optimal dan tidak menua. Beberapa upaya, salah satunya adalah dengan menjalani pola hidup sehat. Salah satu tips efektif yang bisa Anda lakukan untuk menjaga dan meningkatkan daya ingat adalah dengan menjalani gaya hidup sehat, seperti:

1. Perhatikan asupan nutrisi

Otak tentunya membutuhkan makanan padat nutrisi agar dapat berfungsi secara optimal. Perbanyak konsumsi sayuran hijau, ikan, teh hijau, kacang-kacangan dan makanan

lainnya untuk membuat fungsi otak lebih terjaga. Juga, kurangi atau batasi konsumsi minuman beralkohol. Sebuah penelitian menunjukkan bahwa kebiasaan minum minuman beralkohol dalam jumlah berlebihan dapat berdampak negatif pada fungsi kognitif atau proses berpikir dan memori.

2. Rutin olahraga

Olahraga teratur juga dianggap sebagai cara yang tepat untuk menjaga daya ingat dan konsentrasi yang optimal. Olahraga memiliki beberapa manfaat untuk kesehatan otak, antara lain:

- a. Melancarkan peredaran darah di dalam tubuh dan meningkatkan suplai darah ke otak
- b. Mengurangi peradangan
- c. Mendorong perkembangan sel saraf baru
- d. Mengurangi resistensi insulin
- e. Merangsang pelepasan biokimia yang mempengaruhi kesehatan otak

Disarankan untuk melakukan olahraga ringan sekitar 30 menit seperti berjalan, berlari atau berenang setiap hari.

1. Lakukan senam otak

Selain menjaga nutrisi dan olahraga, otak membutuhkan latihan untuk menjaga kemampuannya. Latihan otak dapat dilakukan dengan banyak cara, yaitu teka-teki silang, bermain *puzzle*, membaca, bermain catur, menguji daya ingat dengan menghafal gambar, atau belajar memainkan alat musik.

2. Biasakan diri mengorganisir hal-hal kecil

Seringkali seseorang melupakan barang bawaannya karena diletakkan di mana saja. Karena itu, cobalah untuk mengemas barang-barang pribadi di sekitar Anda. Mulailah dengan hal-hal sederhana seperti menyusun kembali barang-barang, menulis agenda harian, dan membuang barang-barang yang tidak Anda butuhkan. Ini akan membuat otak lebih fokus dan dengan demikian menjaga memori.

3. Cukupi istirahat

Istirahat yang cukup berperan penting dalam menjaga fokus dan daya ingat. Selama tidur, ingatan seseorang merekonstruksi informasi dari apa yang telah terjadi. Istirahat yang cukup akan membuat tubuh merasa sehat dan terhindar dari stres. Biasanya, orang dewasa membutuhkan sekitar 7-9 jam tidur. Plus, tidur yang baik dapat membantu Anda mengingat dan mempelajari hal-hal baru.

4. Aktif bersosialisasi

Aktif bersosialisasi dan membangun komunikasi, seperti dengan teman, sahabat, dan orang terdekat, merupakan salah satu cara untuk meningkatkan daya ingat yang efektif.

Bergaul dengan mereka dapat menyelamatkan Anda dari stres dan depresi. Kedua kondisi ini terkait erat dengan penyebab hilangnya ingatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, J.R. 1995. *Learning and Memory-An Integrated Approach*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Davis, M.L. and Cornwell, D.A. 1985. *Introduction to Environmental Engineering*. Boston: PWS Engineering.
- Evans, G.W. 1982. *Environmental Stress*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Fajrina, Suci & Neviyarni. 2019. Peran Ingatan Serta Implikasinya dalam Proses Pembelajaran. *Jurnal Pendidikan Rokania Vol. IV., No. 1., hal. 35-48.*
- Feldman, R.S. 1999. *Understanding Psychology*. 5th ed. Boston: McGraw-Hill College.
- Goodale, R.A. and Goldberg, E.R. 1978. *Experiencing Psychology*. Chicago: Science Research Associates, Inc.
- Graf, P. and Schacter, D.L. 1985. Implicit and Explicit Memory for New Associations in Normal and Amnesic Subjects. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition. Vol.11, No.3, 501-518.*
- Hartman, M. 1995. Aging and Interference: Evidence from Indirect Memory Tests. *Psychology and Aging. Vol. 10, No.4, 659-669.*
- Hastjarjo, T.D. 1992. *Ingatan Eksplisit dan Implisit Pada Remaja*. Laporan Penelitian (tidak diterbitkan). Fakultas Psikologi UGM.
- McEvoy, C.L., Holley, P.E., and Nelson, D.L. 1995. Age Effects in Cued Recall: Sources from Implicit and Explicit Memory. *Psychology and Aging. Vol.10, No.3, 314-324.*
- Saenz, A.L. and Stephens, R.W. 1986. *Noise Pollution*. New York: John Wiley & Sons.
- Sanders, M.S. and McCormick, E.J. 1987. *Human Factors In Engineering And Design*. New York: McGraw Hill.
- Solso, R.L. 1995. *Cognitive Psychology*. (4th ed). Boston: Allyn and Bacon, Inc.
- Zilmer, Eric A., Mary V. Spiers, & William C. Culbertson. 2008. *Principles of Neuropsychology, Second Edition*. USA: Thomson Higher Education.

ATTENTION DAN EMOTIONAL

6.1 Pengertian *Attention* dan *Emotional* Psikologi

Perhatian (*attention*) adalah salah satu isi utama psikologi. Informasi diproses terlebih dahulu, jadi Anda harus berhati-hati. Perhatian penuh adalah konsentrasi sumber daya mental. Perhatian adalah proses pemusatan mental atau pemusatan aktivitas pikiran (perhatian adalah pemusatan aktivitas mental). Istilah dan teori perhatian muncul pada tahun 1953 oleh Donald Broadbent. Dia adalah seorang psikolog Inggris yang menulis buku yang sangat berpengaruh. Dalam bukunya *Perception and Communication*, ia menjelaskan bahwa perhatian adalah hasil dari keterbatasan kemampuan pemrosesan dan sistem informasi. Ide sentral dari teori Broadbent adalah bahwa dunia terdiri dari sensasi dalam kumpulan sensasi yang lebih besar yang dapat diproses melalui kemampuan persepsi dan kognitif manusia. Untuk memproses sejumlah besar informasi, orang secara selektif memilih hanya satu set isyarat dan mengabaikan rangsangan lainnya. Penelitian tentang perhatian terutama mencakup lima aspek, yaitu kemampuan memproses dan perhatian selektif, tingkat stimulus, kontrol perhatian, kesadaran dan *neurosains* kognitif (Solso, 2007: 90-91).

Menurut Sardiman (2003:45), perhatian adalah pemusatan energi mental pada subjek pembelajaran, dan dapat dikatakan bahwa aktivitas pembelajaran melibatkan banyak kesadaran. Perhatian adalah konsentrasi aktivitas mental yang melibatkan kita dalam aliran informasi terbatas yang terkandung dalam memori dan rangsangan sensorik. Informasi diperoleh melalui persepsi, memori, dan proses kognitif lainnya. Selama periode ini, informasi yang tidak perlu tidak akan diproses secara detail. Proses perhatian membantu untuk secara efisien menggunakan sumber daya mental yang terbatas dan mempercepat respons terhadap rangsangan tertentu. Keterbatasan sumber daya manusia untuk memproses rangsangan perlu membantu mengurangi waktu reaksi. Berfokus pada informasi spesifik mempercepat pemrosesan mental terhadap rangsangan. Misalnya, saat mengendarai mobil, mendapatkan perhatian pengemudi akan mengarahkan pengemudi untuk memperhatikan kondisi jalan dan bereaksi lebih cepat saat menekan pedal rem dalam situasi berbahaya. Perhatian juga sangat dipengaruhi oleh perbedaan usia pada masa kanak-kanak. Perhatian (*Attention*) memakai dua proses dalam sosialisasi persepsi, proses bottom-up dan top-down. Kadang-kadang dapat lebih atau kurang fokus secara mental pada rangsangan yang menarik di lingkungan dan menarik perhatian (pemrosesan dari bawah ke atas).

Geva, Zivan, & Olchik (2013) mendefinisikan perhatian sebagai kesadaran dan kemampuan untuk fokus pada rangsangan atau informasi tertentu. Perhatian berarti menyadari apa yang sedang terjadi dalam hidup Anda. Menurut William James, perhatian adalah fokus eksplisit pada serangkaian objek atau kelompok ide yang terjadi secara bersamaan. James (Solso, 2008) Fokus kesadaran adalah sifat perhatian. Perhatian berarti mengabaikan objek lain sehingga dapat secara efektif menangani satu objek tertentu. Solso (2001) mengacu pada konsep perhatian dalam psikologi kognitif sebagai konsentrasi upaya mental pada sensasi atau peristiwa mental. Perhatian difokuskan pada serangkaian objek atau kelompok ide secara simultan dengan cara yang jelas dan tidak ambigu (Solso, 2008). Perhatian tidak dapat dihindari karena setiap peristiwa atau rangsangan yang ditangkap melalui panca indera harus diperhatikan sebelum merespon atau menafsirkan peristiwa atau rangsangan itu. Artinya keberadaan objek-objek persepsi publik yang dirasakan, termasuk orang lain dan dirinya sendiri. Dalam beberapa kasus, rangsangan yang menarik perhatian sering dianggap lebih penting daripada rangsangan yang tidak menarik perhatian. Misalnya, orang yang paling diperhatikan seringkali dianggap paling berpengaruh (Annur & Hawi, 2015:13). Menurut Jalaluddin (2000:52), perhatian adalah suatu proses mental ketika suatu rangsangan atau rangkaian rangsangan muncul dalam kesadaran ketika rangsangan lain dikurangi. Perhatian terjadi ketika seseorang berfokus pada satu organ indra dan mengabaikan masukan dari indera lainnya.

Emosi berasal dari bahasa Latin *emovere* yang artinya meninggalkan. Arti kata itu berarti bahwa kecenderungan untuk bertindak secara emosional mutlak. Menurut Goleman (2002), emosi mengacu pada perasaan dan pikiran yang unik, keadaan fisik dan psikologis, dan seperangkat kecenderungan perilaku. Emosi adalah respon terhadap rangsangan baik dari luar maupun dari dalam, misalnya emosi senang menyebabkan suasana hati seseorang berubah, sehingga secara biologis tampak tertawa, dan emosi sedih menyebabkan seseorang menangis. Menurut Rakhmat (2001), emosi menunjukkan perubahan fisiologis yang disertai dengan gejala kesadaran, perilaku, dan proses fisiologis. Kesadaran ketika seseorang mengetahui pentingnya situasi saat ini. Jantung berdetak lebih cepat dan kulit merespons keringat dan pernapasan. Terengah-engah adalah bagian dari proses fisiologis, yang terakhir adalah ketika seseorang bertindak berdasarkan apa yang terjadi.

Franken (Baihaqi, dkk, 2007) menjelaskan bahwa emosi merupakan hasil interaksi antara faktor subjektif (proses kognitif), faktor lingkungan (hasil belajar), dan faktor biologis (proses hormonal). Dengan kata lain, emosi terjadi ketika manusia berinteraksi dengan lingkungannya sebagai akibat dari usahanya untuk beradaptasi dengan lingkungan (Baihaqi, *et al.*, 2007). Menurut neurologi, emosi mencakup dua keadaan: perilaku (ekspresi emosi) dan emosi (pengalaman emosi). Di sisi lain, Bird menemukan bahwa ekspresi emosional tidak bergantung pada fungsi hipotalamus atau korteks serebral, tetapi pada aksi gabungan hipotalamus. Di sisi lain, dari sudut pandang psikologis, emosi adalah kesadaran, pengalaman kompleks yang mempengaruhi aktivitas fisik dan membangkitkan sensasi motorik organik

dengan gejala yang jelas, impulsif simultan, dan nada emosional yang kuat (Baihaqi *et al.*, 2007). Kata emosi berasal dari bahasa Latin *emovere* yang berarti meninggalkan. Arti kata tersebut menyiratkan bahwa kecenderungan untuk bertindak secara emosional mutlak.

Menurut Goleman (2002), emosi mengacu pada perasaan dan pikiran yang unik, keadaan fisik dan psikologis, dan seperangkat kecenderungan perilaku. Emosi pada dasarnya adalah dorongan untuk bertindak. Biasanya emosi merupakan tanggapan terhadap rangsangan baik dari sumber eksternal maupun internal. Misalnya, emosi bahagia menyebabkan suasana hati seseorang berubah sehingga secara fisik tampak tertawa, emosi sedih menyebabkan seseorang menangis, emosi adalah keadaan yang disebabkan oleh situasi (khusus) tertentu, dan emosi sering dikaitkan dengan perilaku yang mengarah (*approach*) atau menyingkiri (*avoidance*) terhadap sesuatu, dan perilaku ini sering disertai dengan ekspresi fisik agar orang lain dapat mengetahui bahwa seseorang sedang mengalami suatu emosi (Saleh, 2018:107-108).

Goleman (2000) mengusulkan macam emosi sebagai berikut:

1. Amarah: beringas, mengamuk, benci, jengkel, kesal hati
2. Kesedihan: pedih, sedih, muram, suram, melankolis, mengasihi diri, putus asa
3. Rasa Takut: cemas, gugup, khawatir, was-was, perasaan takut sekali waspada, tidak tenang, *ngeri*.
4. Kenikmatan: bahagia, gembira, riang, puas, riang, senang, terhibur, bangga.
5. Cinta: penerimaan, persahabatan, kepercayaan, kebaikan hati, rasa dekat, bakti, hormat, kemesraan, kasih.
6. Terkejut: terkesiap, terkejut.
7. Jengkel: hina, jijik, muak, mual, tidak suka
8. Malu: malu hati, kesal. Emosi mengacu pada emosi dan pikiran yang unik, keadaan biologis dan psikologis, dan serangkaian kecenderungan perilaku.

Emosi adalah respons terhadap rangsangan eksternal atau internal. Misalnya, emosi bahagia dapat menyebabkan perubahan suasana hati dan tampaknya menjadi tawa fisiologis. Emosi sedih mendorong seseorang untuk menangis dan mengekspresikan diri (Goleman, 1996:23). Kata emosi berasal dari kata "*mood*" atau "mengekspresikan emosi" atau "kebangkitan" (*stirring*). Artinya sesuatu yang mendorong sesuatu. Misalnya, emosi bahagia mendorong tawa. Emosi didefinisikan sebagai keadaan gejala yang diatur yang berasal dari dalam dan mempengaruhi hampir semua orang (Sujiono, 2005). Warna efektif ini mengacu pada emosi tertentu yang dialami ketika menghadapi (kehidupan) dalam situasi tertentu. Misalnya, kegembiraan, kebahagiaan, ketakutan. Di sisi lain, menurut Goalman, kata-kata emosional mengacu pada emosi dan pikiran. Pikiran khas, keadaan fisik dan psikologis, dan lebih banyak kecenderungan untuk bertindak (Syamsu, 2008).

Emosi adalah pengalaman atau emosi sesaat yang diekspresikan dalam bentuk kebahagiaan, kesedihan, ketakutan, kemarahan, cinta. Hathersall (dikutip dalam Rismalinda, 2017: 243) mendefinisikan emosi sebagai bentuk psikologi yang ditemukan dalam pengalamannya

sendiri. Menurut Oxford English Dictionary, emosi adalah keadaan mental yang intens dan berlebihan dari pikiran, emosi, keinginan, aktivitas, atau gairah, sedangkan emosi adalah suasana hati dan pikiran yang khas, keadaan biologis dan psikologis, dan umumnya mengacu pada kecenderungan untuk bertindak. Emosi dapat dibagi menjadi marah, sedih, cinta, terkejut, jengkel dan malu (Ali & Asrori, 2005). Kecerdasan berasal dari kata *inteligensia*, yang berarti penggunaan yang sebenarnya dari esensi kecerdasan. Ada tiga jenis. Kebijakan untuk menetapkan dan mempertahankan (mencapai) tujuan tertentu, kemampuan menyesuaikan diri untuk mencapai tujuan tersebut, dan kemampuan mengkritik diri sendiri atau belajar dari kesalahan yang dilakukan (Hamzah, 2012).

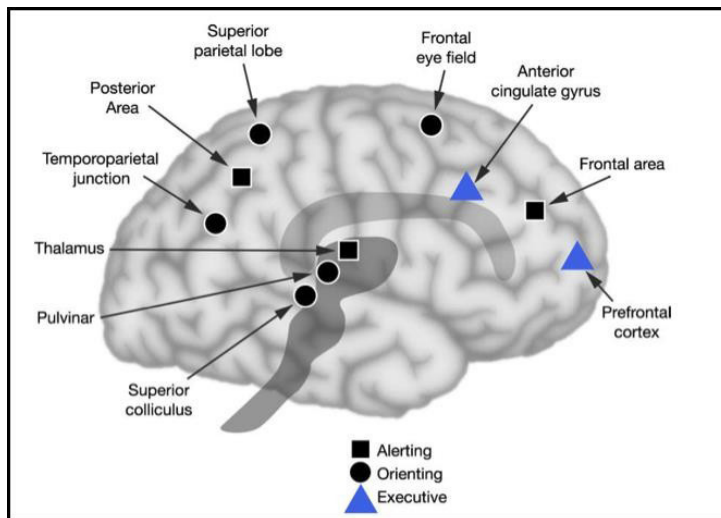
6.2 Fungsi Perhatian (*Attention*)

Abu Ahmadi menjelaskan bahwa proses pembelajaran memiliki beberapa karakteristik:

1. Semua fungsi jiwa bekerja dengan baik.
2. Semua fungsi bekerja sama.
3. Pengamatan yang lebih jelas.
4. Jawabannya lebih tajam dan jelas.
5. Bahan bisa langsung dicerna.
6. Reproduksi dapat berjalan dengan mudah
7. Bahan-bahan dapat diambil dengan lebih teliti.
8. Pembentukan pengertian dapat berjalan dengan cepat, mudah dan tepat.

Rober J. Stenberg (2008) juga menjelaskan bahwa perhatian yang lebih besar dan fungsi kognitif secara keseluruhan menambah nilai pada semua tingkat perhatian dan berperan dalam kognisi. Tiga fungsi catatan adalah:

1. Kesadaran membantu memantau interaksi dengan lingkungan.
2. Perhatian dapat dikaitkan dengan ingatan masa lalu dan masa kini.
3. Kontrol perhatian dan rencanakan tindakan di masa depan.



Area Anatomis di Otak yang Berperan dalam Proses Atensi
(Posner MI, Rothbart MK, 2007)

Alerting adalah situasi di mana otak dapat memberi sinyal stimulus yang dirasakan. Proses waspada pertama adalah stimulasi sistem aktivasi formasi retikuler (RAS), yang mentransmisikan input sensorik dari saraf kranial di batang otak dan mengaktifkan pola di korteks serebral. Dalam prosesnya, Anda menemukan bahwa otak menerima suatu rangsangan, meskipun ia hanya tahu sedikit tentang arti dari rangsangan itu. Selama kewaspadaan, suatu stimulus datang dan dirasakan oleh reseptor di panca indera dan kemudian diterima oleh neuron sensorik ke inti kranial batang otak, diangkut oleh neurotransmitter aktif norepinefrin di korteks melalui jalur aferen. Selama proses ini, bagian modal korteks serebral, wilayah parietal yang merupakan pusat sensorik utama, menjadi lobus frontal dan talamus (Yin *et al.*, 2012).

Orienting adalah proses selanjutnya setelah peringatan (*alerting*). Dalam prosesnya, otak kita memberi tahu kita untuk lebih memperhatikan rangsangan yang datang untuk mendapatkan informasi sebanyak mungkin dari rangsangan yang kita terima. *Orienting* dapat dicapai dengan menggerakkan mata ke arah stimulus atau tidak menggerakannya sama sekali. Neurotransmitter yang terlibat dalam proses ini adalah asetilkolin (Ach), yang mengaktifkan respons terhadap instruksi spesifik yang mengarah pada stimulasi. Instruksi respons yang lebih spesifik membuat proses percepatan respons peringatan menjadi lebih cepat (Yin *et al.*, 2012). Jaringan kontrol eksekutif (konflik) mencakup proses yang memantau dan menyelesaikan konflik yang timbul dari proses internal, termasuk pikiran, perasaan, dan reaksi.

6.3 Macam-macam Perhatian (*Attention*)

Menurut Ahmadi (2009:144—146), ada lima jenis perhatian berikut.

1. Perhatian Spontan dan Disengaja

Perhatian spontan disebut perhatian sejati atau langsung. Ini karena perhatian secara alami muncul dari ketertarikan pada sesuatu, daripada didorong oleh kemauan keras. Perhatian spontan adalah perhatian yang terjadi secara otomatis (pasif) (Baharrudin, 2007). Perhatian ini hanyalah “seolah-olah” yang tidak disengaja dan tanpa usaha. Perhatian spontan juga dikenal sebagai perhatian sejati atau perhatian langsung. Artinya, perhatian yang muncul secara otomatis karena seseorang tertarik pada sesuatu dan tidak dimotivasi oleh kemauan (Ahmadi, 2003). Perhatian spontan ini erat kaitannya dengan minat individu terhadap objek. Misalnya, orang yang tertarik dengan musik akan menyadarinya secara tidak sadar. Perhatian dibangkitkan secara sengaja, bukan secara sukarela (*intentionally*) (Baharrudin, 2007). Perhatian sadar adalah perhatian yang didorong oleh niat karena tujuannya. Oleh karena itu, harus ada kemauan (aktif) untuk menyebabkannya. Perhatian yang disengaja adalah kebalikan dari perhatian sukarela. Perhatian sadar adalah perhatian yang muncul dari kehendak yang didorong oleh tujuan.

2. Perhatian statis dan dinamis

Perhatian statis adalah fokus konstan pada sesuatu. Perhatian dinamis adalah perhatian yang dengan mudah berpindah dari satu objek ke objek lainnya.

3. Konsentrasi dan distribusi perhatian

Perhatian konservatif disebut juga sebagai perhatian terfokus, yaitu perhatian yang hanya memusatkan perhatian pada suatu objek (masalah) tertentu. Situasi tergantung pada fokus pada distribusi. Perhatian yang terdistribusi adalah distraksi. Artinya, orang dapat mengalihkan perhatian mereka ke hal-hal yang terbatas bahkan di lingkungan yang ramai.

4. Perhatian sempit dan luas

Perhatian sempit adalah perhatian seseorang mudah dipusatkan pada suatu objek yang terbatas, tetapi tidak mudah dipusatkan pada objek lain, jiwanya tidak mudah lepas dari godaan di samping mereka. Orang-orang yang lebih tertarik pada peristiwa di sekitar mereka menarik, tetapi mereka tidak dapat fokus pada hal-hal tertentu, mudah bersemangat, dan dapat dengan mudah mengubah jiwa mereka.

5. Perhatian fiktif dan fluktuatif

Perhatian maya (*attention attach*) adalah perhatian yang mudah dipusatkan dan melekat pada sesuatu. Perhatian yang berfluktuasi (fluktuasi perhatian) adalah perhatian yang umumnya dapat memusatkan perhatian pada berbagai hal pada waktu yang bersamaan, tetapi kebanyakan tidak tepat, perhatiannya sangat subjektif, sehingga hanya akan menempel pada hal-hal yang penting baginya.

6.4 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Perhatian (*Attention*)

Menurut Mole, Smithies, dan Wu (2011), faktor-faktor perhatian dibagi menjadi dua sebagai berikut.

1. **Faktor internal (berasal dari dalam diri manusia)**

- 1) Tertarik pada objek lain (stimulus)
- 2) Persiapan mental, pengalaman belajar, dan respons tindakan.
- 3) Adanya kemampuan individu untuk memilih dan menyaring rangsangan masa depan.

2. **Faktor Eksternal**

- 1) Ada sensasi yang luar biasa, baik dalam ukuran, warna, dan bentuk.
- 2) Ada stimulus baru yang berlawanan dengan lingkungan.
- 3) Adanya pergerakan stimulus (audio-visual-kinestetik).

Sardjoe percaya bahwa perhatian siswa dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor tertentu. Faktor-faktor yang mempengaruhi perhatian adalah sebagai berikut.

1. **Pembawaannya**

Adanya kecenderungan tertentu terhadap orang-orang yang berhubungan dengan objek yang bersangkutan, sedikit banyak akan berpengaruh pada objek tersebut.

2. **Keadaan jasmani**

Kondisi fisik seseorang dapat mempengaruhi konsentrasi, seperti sakit atau lelah, sehingga sulit untuk fokus pada objek tertentu. Demikian juga, orang lebih cenderung memusatkan perhatian mereka pada objek target jika mereka dalam kondisi fisik yang baik.

3. **Kebutuhan**

Adanya kebutuhan seseorang akan sesuatu memungkinkan timbulnya perhatian terhadap objek yang diinginkan.

4. **Keadaan alam sekitar**

Adanya berbagai rangsangan di sekitar orang dapat mempengaruhi perhatian orang terhadap objek tertentu, seperti: kekacauan, keributan, keindahan, dan sebagainya.

5. **Kemauan**

Kemauan yang kuat dapat memaksa seseorang untuk fokus pada objek tertentu. Dengan kemauan yang kuat mendorong seseorang untuk berintegrasi ke dalam pikiran dan perasaannya untuk menunjukkan kepeduliannya terhadap objek yang dihadapinya sehingga segala hambatan dapat diatasi.

6. **Kesan-kesan dari luar**

Rangsangan kuat dari luar bisa tiba-tiba menarik perhatian orang.

6.5 **Bentuk-Bentuk Emosional**

Dalam Daniel Goleman (1995) Ali & Asrori (2008:6263) kami mengidentifikasi kelompok emosional berikut:

1. Marah, ini termasuk kekejaman, kemarahan, kebencian, kemarahan, kejengkelan, kebencian, gangguan, kepahitan, kemarahan, agresi, permusuhan, kekerasan, dan kebencian patologis.
2. Kesedihan, termasuk rasa sakit, kesedihan, melankolis, melankolis, melankolis, mengasihani diri sendiri, kesepian, penolakan, keputusan, dan depresi.
3. Kecemasan, termasuk rasa takut, cemas, gugup, khawatir, gugup, cemas, sedih, waspada, gelisah, takut, marah, panik, dan fobia.
4. Kegembiraan, termasuk kebahagiaan, hiburan, kebanggaan, keajaiban, kemewahan, kepuasan, rasa pencapaian, senang, kegembiraan, daya tarik, dan fanatisme.
5. Cinta, ini termasuk penerimaan, persahabatan, kepercayaan, kebaikan, dedikasi, rasa hormat, cinta, dan kasih sayang.
6. Terkejut, termasuk sesak napas, heran, dan tidak percaya.
7. Jengkel, termasuk kebencian, jijik, penghinaan, dan muak.
8. Malu, termasuk kesal, menyesal, terhina, aib, dan hati hancur lebur.

Menurut Lazarus (1991), emosi yang terdapat pada individu antara lain marah (*anger*), takut (*anxiety*), ketakutan (*fear*), cemburu (*guilt*), malu (*shame*), jijik (*disgust*), kegembiraan (*happiness*), kebanggaan (*pride*), kelegaan (*relief*), harapan (*hope*), cinta (*love*), welas asih (*pity*). Di sisi lain, menurut Descrates (Gunarsa & Yulia, 2003), setiap orang memiliki enam emosi dasar, yaitu keinginan (*desire*), kebencian (*hate*), kesedihan (*sadness*), kejutan, cinta dan kegembiraan. Goleman (2009) mengelaborasi berbagai jenis emosi, yaitu marah, sedih, takut, gembira, cinta, terkejut, marah, dan malu. Dia juga menemukan bahwa perilaku orang sangat emosional. Emosi dasar seorang individu meliputi emosi positif dan negatif. Emosi negatif adalah emosi yang tidak diinginkan yang membuat kondisi mental tidak nyaman.

6.6 Ciri-Ciri Emosional

Emosi, di sisi lain, dapat menjadi sumber energi yang memungkinkan seseorang melakukan apa saja tanpa berpikir, kata Muawanah (2012: 493). Syamsu (2008:116-117) berpendapat bahwa emosi dicirikan sebagai berikut.

1. Lebih subjektif daripada peristiwa psikologis lainnya seperti pengamatan dan pemikiran.
2. Berfluktuasi (tidak tetap).
3. Banyak yang berhubungan dengan kejadian pancaindra.

Emosi dapat dibagi menjadi dua bagian yaitu emosi sensorik dan emosi psikologis (mental).

1. Emosi sensorik, emosi yang disebabkan oleh rangsangan eksternal seperti dingin, manis, lelah, kenyang, dan lapar.
2. Emosi mental, emosi dengan penyebab psikologis.

Emosi yang mengandung emosi psikologis adalah sebagai berikut.

1. Perasaan intelektual, ini ada hubungannya dengan ruang lingkup kebenaran. Perasaan ini bermanifestasi sebagai:
 - 1) Keyakinan dan keraguan dalam karya ilmiah,
 - 2) Sukacita karena mendapat suatu kebenaran,
 - 3) Puas karena memecahkan masalah ilmiah yang harus dipecahkan.
2. Perasaan sosial, Artinya, perasaan tentang orang lain, baik secara individu maupun kolektif. itu terasa seperti 1) Rasa solidaritas, 2) Persaudaraan, 3) Simpati, dan 4) Kasih sayang.
3. Perasaan susila, yaitu perasaan yang berkaitan dengan nilai baik atau buruk atau moralitas (moralitas). Misalnya: 1) Tanggung jawab (*responsibility*), 2) Rasa bersalah karena melanggar norma 3) Keamanan dalam mengikuti norma.
4. Perasaan keindahan (estetis), yaitu sensasi yang terkait erat dengan keindahan bersifat kebendaan dan kerohanian.
5. Perasaan ketuhanan, Salah satu kelebihan manusia sebagai makhluk Tuhan adalah dikaruniai kemampuan (kemampuan atau perasaan) untuk mengenal Tuhan. Dengan kata lain, manusia dikaruniai naluri keagamaan (religious insting). Karena memiliki sifat ini, manusia disebut "Homo Divinans" dan "Homo Religius", yaitu sebagai makhluk yang berketuhanan atau makhluk beragama.

6.7 Kematangan Emosi

Menurut Hurlock (2000), kematangan emosi dapat dianggap sebagai perasaan yang stabil atau tanggapan sensorik terhadap objek yang bermasalah. Chaplin (1993:165) Kematangan emosi adalah suatu keadaan atau kondisi yang telah mencapai tingkat kematangan perkembangan emosi sehingga yang bersangkutan tidak lagi menunjukkan pola-pola emosi yang sesuai bagi anak. Menurut Cole (Nyul, 2008), kematangan emosi memiliki beberapa keterampilan penting yang harus dimiliki, yaitu kemampuan mengekspresikan dan menerima emosi, kemampuan menunjukkan kesetiaan, kemampuan benar-benar menghargai orang lain, kemampuan menilai harapan dan inspirasi, dan kemampuan berempati dengan orang lain. Secara emosional mengurangi penilaian dan mengurangi toleransi dan rasa hormat. Soesilowindradini (1995) menjelaskan dalam bukunya Psikologi Perkembangan (*Adolescence*) bahwa remaja menjadi dewasa secara emosional jika memiliki sikap sebagai berikut:

1. Dia tidak bisa lagi "meledak" di depan orang banyak karena dia tidak bisa lagi mengontrol emosinya.
2. Dia melihat situasi secara kritis sebelum bereaksi secara emosional. Jadi, situasinya berbeda dengan seorang remaja yang bereaksi hanya dengan melihat situasi.
3. Dia memiliki respons yang lebih stabil terhadap emosi yang dia alami.

Gusti (2008) menyatakan bahwa kriteria kematangan emosi adalah sebagai berikut.

1. Kemampuan beradaptasi dengan kenyataan. Kemampuan individu untuk mengarahkan dirinya sendiri tanpa mengembangkan mekanisme pertahanan diri ketika konflik yang muncul mulai mempengaruhi perilakunya. Orang yang matang secara emosional melihat sumber masalah berdasarkan fakta dan kenyataan di lapangan dan tidak menyalahkan orang lain atau hal-hal yang menjadi kendala. Dia bisa beradaptasi dengan lingkungannya dan selalu berpikir positif tentang masalah yang dia hadapi.
2. Kemampuan beradaptasi dengan perubahan. Perubahan mendadak dapat menyebabkan orang mendekati, menjauhkan, atau menghindari hal-hal di lingkungan baru mereka. Kematangan emosi menunjukkan bahwa seseorang dapat dengan cepat beradaptasi dengan hal-hal baru tanpa stres. Kemampuan ini berpotensi untuk berkembang sebagai bentuk adaptasi terhadap lingkungan baru dan sengaja diciptakan untuk mengurangi stres yang mungkin dialaminya.
3. Seseorang dapat mengontrol gejala emosional yang menyebabkan kecemasan. Munculnya kepanikan dimulai dengan akumulasi gejala yang menginformasikan radar ancaman eksternal. Akumulasi kecemasan yang berlebihan dapat menyebabkan serangan panik yang tidak normal. Orang yang matang secara emosional dapat mengelola gejala mereka sebelum kecemasan dimulai.
4. Kemampuan untuk menemukan kedamaian batin dengan memberi daripada menerima. Kematangan emosi seseorang, keindahan memberi, integritas untuk membantu orang lain, membantu orang miskin, berpartisipasi dalam masalah sosial, keinginan untuk membantu orang lain, dan sebagainya.
5. Ikuti prinsip dan keinginan untuk membantu orang lain. Orang yang matang secara emosional adalah mereka yang telah menemukan prinsip-prinsip teguh dalam hidup mereka. Dia menghormati prinsip orang lain dan menghormati perbedaan. Dia selalu menepati janjinya dan selalu bertanggung jawab atas apa yang dia katakan. Dia juga bersemangat untuk membantu mereka yang membutuhkan.
6. Seseorang dapat mengubah naluri negatif Anda menjadi energi kreatif dan konstruktif. Kematangan emosi individu dapat mengontrol perilaku impulsif yang dapat merusak energi fisik. Setiap orang tidak hanya bisa memuaskan keinginannya sendiri yang berpotensi mengalahkan dirinya sendiri, tetapi juga melakukan sesuatu yang positif. Dia memiliki lebih banyak waktu untuk melakukan hal-hal yang lebih berguna untuk dirinya sendiri dan orang lain.
7. kemampuan untuk mencintai. Cinta adalah energi seseorang untuk bertahan dan menjadi lebih bergairah dalam hidup. Pengalaman spiritual mencintai Tuhan dan mencintai manusia juga menjadi semacam keindahan bagi mereka yang dekat dengan Tuhan.

6.8 Regulasi Emosi

Shaffer (2005) menggambarkan regulasi emosi sebagai kemampuan untuk mengontrol dan mengatur emosi yang terjadi pada intensitas yang sesuai untuk mencapai tujuan. Regulasi emosi yang tepat meliputi kemampuan mengatur emosi, respons fisiologis, kognisi terkait emosi, dan respons terkait emosi. Regulasi emosi adalah strategi sadar atau tidak sadar untuk mempertahankan, meningkatkan atau menurunkan satu atau lebih aspek respons emosional: pengalaman emosi dan perilaku. Gross dan Thompson (2007) menunjukkan bahwa penyesuaian emosional adalah serangkaian proses penyesuaian emosional yang berbeda. Proses pengaturan emosi itu otomatis atau terkendali, sadar atau tidak sadar, dan mempengaruhi satu atau lebih proses yang menghasilkan emosi. Emosi adalah proses yang melibatkan banyak komponen yang berfungsi dari waktu ke waktu. Regulasi emosi melibatkan perubahan dalam besaran dan durasi dinamika emosional atau ketika terjadi, perilaku, pengalaman, atau respons fisiologis. Penyesuaian suasana hati dapat mengurangi, meningkatkan, atau mempertahankan emosi, tergantung pada tujuan masing-masing orang.

Anak-anak yang menghabiskan lebih banyak waktu dengan orang tua mereka dianggap menggunakan lebih banyak strategi pengaturan emosi yang diarahkan sendiri dalam situasi depresi daripada anak-anak yang menghabiskan lebih sedikit waktu dengan orang tua mereka. Untuk menyelidiki hipotesis ini, kami menilai perhatian bersama dalam salah satu dari dua skenario penundaan. Dalam kasus tertunda, anak harus menunggu untuk memperoleh objek yang menarik, dan orang tua diperbolehkan untuk berinteraksi dengan anak sesuai kebutuhan (situasi *parent-active*). Dengan memeriksa perhatian bersama dalam situasi yang mengharuskan anak-anak untuk mengatur emosi, kami dapat menilai hubungan antara perbedaan individu dalam perilaku perhatian bersama dan perilaku pengaturan emosi anak-anak dalam situasi penundaan kedua yang mengharuskan anak-anak untuk mengatur emosi lebih mandiri. Pada situasi penundaan kedua, anak kembali menunggu objek yang diminati, namun orang tua diminta untuk tetap pasif selama menyelesaikan tugas yang telah ditentukan (situasi pasif orang tua) (Morales *et al.*, 2005:260).

Mengatur emosi adalah faktor yang rumit. Mungkin karena keadaan dan penyebab emosi tersebut belum teridentifikasi dengan jelas. Mengkoordinasikan emosi berarti mampu mengidentifikasi dan memahaminya serta mengelolanya dalam diri seseorang. Menurut Gross (2007), ada empat dimensi yang digunakan untuk menentukan kemampuan seseorang dalam mengatur emosi.

1. Strategi regulasi emosi adalah keyakinan pribadi tentang mampu mengatasi masalah dan memiliki kemampuan untuk mengurangi emosi negatif dan menemukan cara untuk menenangkan diri ketika Anda merasa emosi yang berlebihan.
2. Terlibat dalam perilaku yang diarahkan pada tujuan (*goals*) adalah kemampuan individu untuk mandiri dari emosi negatif yang mereka rasakan, yang memungkinkan mereka untuk berpikir dan terus melakukan hal-hal baik.
3. Mengontrol respon emosional (impulsivitas) adalah respon emosional (respons fisiologis, perilaku, nada suara) yang dirasakan dan dimanifestasikan oleh individu agar

individu tersebut tidak merasakan emosi yang berlebihan dan menampilkan respons emosional yang sesuai.

4. Penerimaan reaksi emosional adalah kemampuan individu untuk membangkitkan emosi negatif dan menerima peristiwa yang tidak malu untuk merasakan emosi tersebut.

Sementara itu, Hurlock (2006) mengemukakan beberapa faktor yang dapat mempengaruhi regulasi emosi yang terjadi dalam jiwa seseorang. Faktor-faktor regulasi emosi adalah sebagai berikut.

1. Masalah Kesehatan

Ketika seseorang dalam kesehatan yang baik, emosi positif mendominasi, dan ketika Anda dalam kesehatan yang buruk, emosi negatif mendominasi.

2. Suasana Rumah

Orang yang dibesarkan di lingkungan rumah yang nyaman jauh dari pergumulan, kecemburuan, dendam, atau situasi tidak menyenangkan lainnya cenderung tampak bahagia.

3. Hubungan dengan Keluarga

Hubungan yang tidak harmonis antara orang tua dan saudara kandung menghasilkan banyak kemarahan dan kecemburuan, dan perasaan ini cenderung mendominasi kehidupan seseorang.

4. Hubungan dengan Teman

Emosi positif mendominasi ketika seseorang merasa diterima oleh sekelompok teman sebaya, dan emosi negatif mendominasi ketika seseorang ditolak oleh sekelompok teman sebaya. Contoh: Panduan untuk mengontrol emosi.

5. Bimbingan berfokus pada pendalaman pemahaman, dan terkadang kemunduran diperlukan untuk mencegah kemarahan dan kebencian menjadi emosi yang dominan.

Menurut Gross dan Thompson (1998), regulasi emosi mencakup semua strategi sadar dan tidak sadar untuk meningkatkan, mempertahankan, atau mengurangi satu atau lebih elemen respons emosional. Komponen emosi, perilaku, respons fisiologis, dan proses regulasi emosi terjadi dua kali. Artinya, regulasi yang terjadi di awal tindakan (*preceding-focused emotional regulation/processing*) dan di akhir tindakan (*reaction-focused emosi*).

6.9 Kecerdasan Emosional

Kecerdasan emosional dipengaruhi oleh lingkungan, tidak statis, tetapi dapat berubah sewaktu-waktu. Untuk itu lingkungan berperan sangat penting dalam pembentukan kecerdasan emosional pada anak usia dini. Emosi memegang peranan khusus dalam perkembangan anak, sehingga sangat penting bagi pendidik atau orang dewasa untuk dapat

memahami perkembangan emosinya. Cara menanamkan kecerdasan emosional pada anak dapat dilakukan dengan mengembangkan kesadaran dan komunikasi emosional, yang disampaikan melalui komunikasi sehari-hari, verbal maupun non-verbal. Selain itu dapat mengontrol emosi anak, karena dalam proses belajar mengontrol emosi tersebut, anak akan mengetahui seberapa banyak mereka mengekspresikan emosi seperti marah dan apakah terlalu berlebihan. Emosi adalah keadaan kegembiraan yang disertai dengan perubahan sadar, perubahan sifat, dan perubahan perilaku (Chaplin, J.P, 2011). Kontrol emosi yang membedakan emosi adalah kemampuan untuk mengekspresikan dan mengontrol emosi seseorang, kemampuan mendengarkan dan berempati dengan orang lain, dan kemampuan menggunakan informasi untuk memandu pikiran dan tindakan seseorang.

6.10 Ciri-Ciri Kecerdasan Emosional

Menurut Hamzah (2010:18) dalam perkembangan kecerdasan emosional pada anak. Setiap tahapan kecerdasan emosional anak memiliki beberapa karakteristik adalah sebagai berikut.

A. Waktu bayi

- 1) Pada usia 3 bulan, anak belum bisa membedakan benda, tetapi sudah bisa berotot. Matanya kuat, telinganya bisa mendengar, dan dia mulai membedakan orang-orang di sekitarnya dan memberinya senyuman. Jadi senyum yang diberikan di sini adalah bentuk emosi. Ini terjadi pada anak kecil berusia tiga bulan.
- 2) Pada usia 4-6 bulan, anak dapat merespons suara yang ramah dan menyenangkan dan mulai tertawa. Pada usia 7 bulan, anak terkadang menunjukkan agresi, seperti menggaruk, mencakar, dan menggigit. Tingkah laku seperti ini menunjukkan bahwa emosi anak sudah berkembang.
- 3) Antara 12 bulan hingga 24 bulan, anak mampu meraih, melihat, merebut barang-barang bayi lain, anak mampu mengenali larangan dan menunjukkan minat pada orang dewasa dan ingin dekat dengan mereka setiap saat, ia mulai menggunakan mainan. sebagai alat hubungan sosial.

B. Periode Prasekolah

- 1) Disebut kelompok tidak mengikuti makna sosialisasi yang sebenarnya. mereka mulai belajar beradaptasi dengan lingkungan sosialnya.
- 2) Hubungan dengan teman sebaya, pada usia 3-4 tahun, anak mulai bermain bersama, tampak mulai mengobrol sambil bermain, memilih teman bermain, mengurangi perilaku bermusuhan.

C. Masa Sekolah

Pada titik ini, anak mulai membentuk karakter dengan kelompoknya (geng). Anak pada tahap ini sangat penting dan penting bagi perkembangan sosialnya. Dampaknya adalah sebagai berikut.

- 1) Membantu anak-anak belajar dan bertindak dengan orang lain dan diterima oleh kelompok.
- 2) Bantu anak-anak mengembangkan nilai-nilai sosial lain yang melampaui nilai-nilai orang tua.
- 3) Membantu mengembangkan kepribadian mandiri dan kepuasan sosial emosional melalui persahabatan.

6.11 Hubungan antara Perhatian dan Emosional dengan Pembelajaran di SD

Faktor psikologis lainnya, seperti konsep diri dan motivasi belajar, serta faktor kecerdasan emosional meliputi imobilitas, keterampilan sosial, empati, kesabaran, kejujuran, keuletan, dan keuletan. Kecerdasan emosional didasarkan pada hubungan emosional, kepribadian, dan moral. Diantaranya adalah pengendalian diri, semangat dan kesabaran, kemampuan beradaptasi, kemampuan memecahkan masalah pribadi, kemampuan mengendalikan amarah, dan kemampuan memotivasi diri sendiri terutama selama proses pembelajaran (Daud, 2012). Kecerdasan emosional adalah kemampuan untuk memantau dan mengendalikan emosi diri sendiri dan orang lain dan menggunakannya untuk memandu pikiran dan tindakan. Kecerdasan emosional adalah kemampuan untuk mengeksplorasi emosi diri sendiri dan orang lain, memotivasi diri sendiri, dan mengelola emosi dengan baik dalam hubungan diri sendiri dengan orang lain. Mengingat pentingnya kecerdasan emosional dalam meningkatkan prestasi belajar siswa dalam proses pembelajaran, maka guru dan pendidik perlu memperhatikan kecerdasan emosional siswa. Seringkali, pencapaian di bawah hasil belajar ideal melibatkan perubahan psikologis karena pengalaman dan proses belajar siswa (Winarni, 2015).

Selama sekolah dasar, anak-anak akan mulai berinteraksi dengan teman sebayanya dan orang dewasa lainnya. Pada saat ini, siswa sekolah dasar tidak hanya harus mengendalikan emosinya sendiri, tetapi juga harus mampu mengendalikan emosinya terhadap orang lain. Oleh karena itu, guru SD harus mampu mengembangkan emosi siswanya agar dapat lebih mengontrol kehidupan siswanya. Selain itu, kemampuan emosional siswa juga dapat mempengaruhi pencapaian tujuan pembelajaran di sekolah dasar. Hal inilah yang mendasari penelitian penulis tentang perkembangan emosi siswa sekolah dasar, yang dapat dijadikan acuan bagi guru untuk memahami dan mengembangkan emosi siswa selama pembelajaran di sekolah dasar (Marsari, Neviyarni & Irdamurni, 2021:1817).

DAFTAR PUSTAKA

- Abu, Ahmadi. 2009. *Psikologi Umum*. Jakarta: Rieka Cipta.
- Ali, Mohammad., dan Asrori, Mohammad. 2005. *Psikologi Remaja Perkembangan Peserta Didik*. PT Bumi Aksara.
- A.M, Sardiman. 2003. *Interaksi dan Motivasi Belajar Mengajar*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.

- Annur, Saipul., dan Akmal Hawi. 2015. *Persepsi Mahasiswa Terhadap Layanan Perpustakaan PT AIS di Sumatera Selatan*. Yogyakarta: IDEA Press.
- Baihaqi, dkk. 2007. *Psikiatri (Konsep Dasar dan Gangguan-gangguan)*. Bandung: PT Refika Aditama.
- Baharuddin. 2007. *Psikologi Pendidikan*. Yogyakarta: Ar-Ruzz Media.
- Chaplin, C.P. 1993. *Kamus Lengkap Psikologi*. Jakarta: PT. Raja Grafindo.
- Chaplin, J.P. 2011. *Kamus Psikologi Lengkap*. Jakarta: PT Raja Grafindo.
- Daud. Firdaus. 2012. Pengaruh Kecerdasan Emosional (EQ) dan Motivasi Belajar terhadap Hasil Belajar Biologi Siswa SMA 3 Negeri Kota Palopo. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran*.
- Geva R, Zivan M, Warsha A, Olchik D, Wan X, Science R.B. 2013. *Alerting, Orienting or Executive Attention Networks: Differential Patters of Pupil Dilations*. doi:10.3389/fnbeh.2013.00145
- Goleman, D. 1996. *Emotional Intelligence*. London: Blowsbury.
- Goleman, Daniel. 2000. *Kecerdasan Emosional*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Goleman, Daniel. 2002. *Kecerdasan Emosional Untuk Mencapai Puncak Prestasi*. Alih bahasa: Alex Tri Kantjono Widodo. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka.
- Goleman, Daniel. 2009. *Kecerdasan Emosional: Mengapa EI lebih penting daripada IQ*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Gross, J.J. & Ross A. Thompson. 1998. Antecedent and Response Focused Emotion Regulation: Divergen Consequences for Experience and Physiology. *Journal of Personality and Social Psychology*.
- Gross, J.J., & Thompson, R.A. 2007. *Emotion regulation: Conceptual foundations*. In *Handbook of emotion regulation*. New York: Guilford Press.
- Gunarsa, S.D. dan Yulia S.D.G. 2003. *Psikologi Perkembangan Anak dan Remaja*. Jakarta: BPK Gunung Mulia.
- Gusti, A.Y., & Margaretha P.M. 2008. *Perilaku Prososial Ditinjau dari Empati dan Kematangan Emosi*. *Jurnal Psikologi*, 9(1).
- Hurlock, E.B. 2000. *Perkembangan Anak. Jilid 1, Alih Bahasa: Imed Meitasari Tjandrasa*. Jakarta: Erlangga.
- Hurlock, E.B. 2006. *Psikologi Perkembangan Suatu Pendekatan Sepanjang Rentang Kehidupan. Edisi Kelima. Alih bahasa Istiwidayanti dan Soedjarwo*. Jakarta: Erlangga.
- Jalaludin, Rahmat. 2000. *Psikologi Komunikasi*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Jalaluddin, Rakhmat. 2001. *Psikologi Komunikasi Edisi Revisi*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Lazarus, R.S & Monat, A. 1991. *Stess and Coping an Anthology*. 3rd ed.; New York: Columbia University Press.

- Marsari, Henni, Neviyarni & Irdamurni. 2021. Perkembangan Emosi Anak Usia Sekolah Dasar. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 5(1).
- Mole, Christopher., Smithies, Declan., Wu, Wayne. 2011. *Attention Philosophical and Psychological Essays*. New York: Oxford University.
- Moralesa, Michael, dkk. 2005. Individual Differences in Infant Attention Skills, Joint Attention, and Emotion Regulation Behaviour. *International Journal of Behavioral Development*, DOI: 10.1177/01650250444000432.
- Muawanah, L.B. 2012. Kematangan Emosi, Konsep Diri, dan Kenakalan Remaja. *Jurnal Psikologi Personal*, 1(1).
- Posner, M.I., & Rothbart, M.K. 2007. *Research on Attention Networks as a Model for the Integration of Psychological Science. The Annual Review of Psychology*.
- Rismalinda. 2017. *Buku Ajar Psikologi Kesehatan*. Jakarta: Trans Info Media.
- Saleh, Abdul Rachman. 2018. Pengaruh Disiplin Kerja, Motivasi Kerja, Etos Kerja, dan Lingkungan Kerja Terhadap Produktivitas Kerja Karyawan Bagian Produksi PT. Inko Java Semarang. *Amongmakarti*, 11 (21).
- Shaffer, K.A. 2005. On the nature and function of emotion: A component process approach. In K. R. Scherer & P.E. Ekman (Eds.), *Approaches to emotion*. Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
- Soesilowindradini. 1995. *Psikologi Perkembangan Masa Remaja*. Surabaya: Usaha Nasional.
- Solso, Robert, dkk. 2007. *Psikologi Kognitif*. Jakarta: Erlangga.
- Solso, R.L., Maclin, O.H., dan Maclin, M.K. 2008. *Psikologi Kognitif (Edisi Kedelapan). Alih Bahasa: Mikael Rahardanto dan Kristanto Batuadji*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Sternberg, Robert J. 2008. *Psikologi Kognitif Edisi Keempat, (Judul asli: Cognitive Psychology, Fourth Edition), terj. Yudi Santoso*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Sujiono, B & Y.N Sujiono. 2005. *Mencerdaskan Prilaku Pendidikan Anak Usia Dini*. Jakarta: Elex Media Kompusindo.
- Syamsu, Yusuf. 2008. *Psikologi Perkembangan Anak dan Remaja*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Uno, Hamzah. B. 2010. *Orientasi Baru dalam Psikologi Pembelajaran*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Winarni. 2014). Pengaruh Perhatian Guru, Motivasi Belajar, dan Kecerdasan Emosional Terhadap Prestasi Belajar Biologi Siswa SMA Negeri 2 Bantul. *Jurnal Bioedukatika*.
- Yin, Robert, K. 2013. *Studi Kasus Desain dan Metode*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.

BAB VII

FAKTOR YANG MEMPENGARUHI FUNGSI EKSEKUTIF PADA ANAK USIA SEKOLAH DASAR (*Executive functioning*)

7.1 Mengenai Neuropsikologi

Dalam bidang psikologi, ada banyak aplikasi neuropsikologis yang berkembang pesat. Dalam neuropsikologi, ada seorang ilmuwan yang mempelajari Fungsi Eksekutif (FE). FE adalah bagian dari fungsi kognitif. Menurut Anderson dari Goldstein & Naglieri (2014), relatif banyak proses yang terkait dengan fungsi kognitif, tetapi elemen utamanya meliputi antisi-pasi, pemilihan tujuan, perencanaan, inisiasi aktivitas, pengaturan diri, fleksibilitas mental, penyebaran perhatian, dan pemanfaatan umpan balik.

Agar anak-anak dapat belajar dengan baik, terutama siswa sekolah dasar, mereka harus memiliki fungsi otak eksekutif yang baik. Fungsi eksekutif ini terletak di otak depan, dan perannya memungkinkan anak untuk berpikir kritis, membuat rencana, fokus, mengi-ngat perintah, dan yang paling penting, melalui fungsi eksekutif, anak mampu mengenda-likan emosinya sehingga ketika berada di dalamnya tidak mudah marah dan frustrasi saat belajar dan menghadapi kesulitan pekerjaan.

Fungsi eksekutif seperti *Chief Executive Officer* (CEO) atau kepala perusahaan. Seperti halnya CEO perusahaan yang memainkan peran penting dalam merencanakan dan menen-tukan tujuan, demikian pula fungsi eksekutif ketika seseorang membutuhkan kemampuan untuk mengendalikan diri, mengatur pikiran, mengendalikan emosi, dan tindakan.

Fungsi eksekutif adalah serangkaian proses mental yang diperlukan ketika seseorang harus berkonsentrasi, tidak dapat mengandalkan respons otomatis, atau mengandalkan insting/intuisi. Fungsi eksekutif memungkinkan seseorang untuk secara mental bermain dengan ide-ide; meluangkan waktu untuk berpikir sebelum bertindak; menemukan hal-hal baru, menghadapi tantangan tak terduga; menahan godaan; dan tetap fokus. Fungsi ekse-kutif dituntut untuk fokus dan berpikir ketika melakukan tindakan baru (*unfamiliar*) daripada tindakan biasa.

Kajian tentang fungsi eksekutif bermula dari hasil penelitian Luria (1966), yang menjelaskan bahwa fungsi eksekutif adalah kemampuan untuk merencanakan, mengatur dan menyesuaikan kognisi dan perilaku, yang dikendalikan oleh lobus frontal, terutama

korteks prefrontal. Lobus frontal adalah bagian utama dari fungsi eksekutif sistem saraf. Lobus frontal secara ideal diposisikan sebagai kontrol pengawasan tingkat tinggi karena mencakup sekitar setengah dari seluruh korteks otak. Selain koneksi dengan banyak bagian lain dari otak, informasi diterima dan dikirim melalui sirkuit saraf kompleks ke korteks posterior, batang otak, struktur *limbic* (*hippocampus* dan *amigdala*), thalamus, basal ganglia, striatum, dan *cerebellum*.

EF mengandung tiga komponen inti, yaitu *inhibition*, *working memory*, dan *cognitive flexibility*. Komponen inti pertama EF meliputi pengendalian diri (penghambatan perilaku), pengendalian diri dari penghambatan interferensi, resistensi terhadap perilaku impulsif, perhatian selektif (*selective attention*). Kontrol penghambatan melibatkan kemampuan untuk mengendalikan perhatian, perilaku, pikiran, dan/atau emosi seseorang untuk menolak/mengatasi dorongan internal atau godaan eksternal yang kuat, tetapi untuk melakukan apa yang lebih tepat atau perlu (Diamond, 2013). Tanpa kontrol penghambatan, anak akan dikendalikan oleh impuls, kebiasaan (respons yang dikondisikan), dan/atau rangsangan di lingkungan yang menariknya untuk merespons dengan cara tertentu. Dengan demikian, kontrol penghambatan memungkinkan anak-anak untuk mengubah dan memilih bagaimana individu merespons dan berperilaku.

Komponen kedua dari EF adalah *Working Memory* (WM), yang mencakup kemampuan untuk menyimpan informasi dalam pikiran dan kemudian menggunakannya, atau dengan kata lain, bekerja dengan informasi yang baru saja diperoleh (Diamond, 2013). WM sangat penting untuk dapat memahami apa yang terjadi dari waktu ke waktu, sehingga selalu perlu untuk dapat mengingat apa yang terjadi sebelumnya dan berhubungan dengan apa yang terjadi kemudian. Hal ini diperlukan untuk dapat memahami bahasa lisan dan tulisan dalam bentuk kalimat, paragraf atau teks yang lebih panjang. Bekerja dengan masalah matematika di kepala Anda juga membutuhkan WM (seperti mengatur ulang hal-hal yang harus dilakukan), menerjemahkan instruksi ke dalam rencana tindakan, memasukkan informasi baru ke dalam pemikiran atau rencana tindakan, atau melihat hubungan antara item atau ide. Oleh karena itu, inferensi tidak mungkin tanpa WM.

Komponen ketiga dari EF adalah *Cognitive Flexibility* (CF), juga dikenal sebagai transformasi himpunan, yang berkaitan erat dengan pemikiran kreatif, melihat sesuatu dari perspektif yang berbeda, dan beradaptasi dengan cepat dan fleksibel terhadap situasi yang berubah (Diamond, 2013; Miyake *et al.*, 2000; Monette dkk., 2011). Ada beberapa aspek dalam CF, yang pertama adalah kemampuan untuk mengubah perspektif secara spasial (seperti melihat sesuatu dari perspektif yang berbeda) dan yang kedua adalah kemampuan untuk mengubah cara Anda berpikir tentang sesuatu (*thinking outside the box*). Aspek kedua ini, misalnya, jika salah satu cara untuk menyelesaikan suatu masalah tidak berhasil, Anda bisa menggunakan cara lain untuk menyelesaikannya kembali dengan membentuk atau menyusun rencana atau ide di benak Anda yang belum pernah Anda pikirkan sebelumnya. Aspek ketiga melibatkan kemampuan untuk fleksibel terhadap perubahan kebutuhan atau

prioritas, untuk mengakui kesalahan, dan untuk memanfaatkan atau memperoleh peluang yang tidak terduga dari situasi yang tiba-tiba atau berubah (Hermahayu & Wimbari, 2017).

Untuk memaksimalkan fungsi eksekutif anak, orang tua dan guru dapat melakukan banyak hal, seperti membiasakan diri dengan hal-hal sederhana, termasuk menata mainan setelah digunakan, makan dan bersih-bersih, menyelesaikan aktivitas, dan lainnya. Hal seperti ini akan menjadi kebiasaan baik yang akan terus memaksimalkan pelatihan fungsi eksekutif. Tetapi penting juga untuk dicatat bahwa fungsi eksekutif juga berkembang sempurna jika kita memperhatikan faktor bantu. Pada artikel ini, kita akan membahas faktor-faktor apa yang mempengaruhi perkembangan fungsi eksekutif pada siswa sekolah dasar.

7.2 Executif Function Brain (Fungsi Eksekutif Otak)

Executive Function Brain adalah bagian dari kapasitas pemrosesan kognitif yang dialami setiap orang. Diamond (2013) menjelaskan bahwa fungsi otak eksekutif (*executive function brain*) berkaitan dengan kesehatan mental, kesehatan fisik, kualitas hidup, kesiapan sekolah, keberhasilan akademik, pekerjaan, keharmonisan perkawinan, dan keamanan publik. Diamond menjelaskan hal ini berdasarkan temuan dari penelitian dan studi kesehatan. Rendahnya fungsi eksekutif otak dalam penelitian kesehatan mental telah dikaitkan dengan faktor kecanduan narkoba, perilaku makan berlebihan (obesitas), kurangnya kesadaran kesehatan dan fungsi eksekutif yang baik dapat meningkatkan kualitas pribadi (Diamond, 2013).

Menurut Burgess dan Alderma (2004), fungsi eksekutif didefinisikan sebagai kemampuan individu untuk menentukan tujuan, bagaimana mencapai kesuksesan, dan beradaptasi dengan langkah-langkah tersebut.

Brooks, White, dan Stern (2008) mendefinisikan fungsi eksekutif otak (*executive function brain*) sebagai kemampuan dan perilaku neurokognitif yang membutuhkan langkah lebih dari biasanya. Menurut definisi beberapa ahli di atas, kita dapat menyimpulkan bahwa fungsi eksekutif otak adalah kemampuan bagian neurokognitif, yang memiliki tingkat pemeliharaan kesehatan mental, kesehatan fisik, kualitas hidup, kesiapan sekolah, keberhasilan belajar, pekerjaan yang tinggi, keharmonisan perkawinan, keamanan publik. Rendahnya fungsi eksekutif kapasitas otak dalam penelitian kesehatan mental akibat penggunaan narkoba, makan berlebihan (obesitas), kurangnya kesadaran kesehatan, dan kapasitas fungsi eksekutif tinggi yang dapat meningkatkan kualitas pribadi.

7.3 Perkembangan Kemampuan Kognitif

Kemampuan kognitif atau *cognitive ability* menurut pendapat ahli adalah Schermerhom *et al* (2007:307) mengemukakan bahwa kemampuan kognitif, kecerdasan, kecerdasan sosial adalah kemampuan untuk mengumpulkan, menggabungkan dan menginterpretasikan informasi, dan untuk memahami domain sosial. Sementara Carrol (1993:16) dalam penelitian kemampuan kognitifnya mendefinisikan kemampuan kognitif sebagai kemampuan seseorang untuk melakukan tugas atau tugas kognitif (berpikir atau kognisi).

Seorang ahli perkembangan kognitif anak usia dini yang terkenal adalah Jean Piaget. Piaget menjelaskan bahwa manusia memiliki kemampuan untuk mengolah lingkungannya mulai dari balita. Kemampuan ini masih sangat sederhana, yaitu kemampuan merasakan gerak. Dalam memahami dunia mereka secara aktif, anak-anak menggunakan skema: asimilasi, adaptasi, organisasi, dan keseimbangan. Dengan kemampuan ini, anak kecil akan mengeksplorasi lingkungannya dan menjadikannya sebagai dasar pengetahuan yang nantinya akan diperolehnya tentang dunia dan akan berubah menjadi kemampuan yang lebih maju dan kompleks. Kemampuan ini disebut Piaget oleh pola. Sedangkan menurut Helena dan Suryana (2018), usia taman kanak-kanak adalah tingkat pendidikan anak usia 4-6 tahun. Pada titik ini, anak memasuki tahap pra-pendaftaran operasi khusus. Pembelajaran di taman kanak-kanak harus dipelajari sambil bermain, karena permainan dapat menumbuhkan kemampuan anak dalam segala aspek, termasuk kemampuan berpikir yang mendukung perkembangan intelektual, memperkaya pengetahuan, banyak berlatih, mengamati, membandingkan, dan banyak lagi. Dapat mengembangkan kemampuan berpikir dan konkret ke abstrak.

Dari berbagai pengertian di atas, penulis menyimpulkan bahwa kemampuan kognitif adalah kemampuan atau kecerdasan yang ada sejak anak usia dini, termasuk kecerdasan umum dan kecerdasan sosial (kemampuan mengumpulkan, mengintegrasikan dan menginterpretasikan informasi, serta memahami domain sosial), dimana kemampuan ini adalah kognitif (berpikir atau mengetahui).

Menurut Pasal 1 ayat 14 Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional, anak usia dini adalah sejak lahir sampai dengan usia 6 tahun. Menurut Aisyah. Dkk. (2011: 1.3) Usia yang masuk kategori usia dini NAEYC (National Association for The Education of Young Children) adalah anak usia 0-8 tahun yang menerima layanan pendidikan di taman penitipan anak, penitipan anak dalam keluarga, prasekolah baik Taman Kanak-Kanak, Sekolah Dasar. Dari Osborn, White dan penelitian Bloom menyimpulkan bahwa perkembangan intelektual seseorang mencapai 50% pada usia empat tahun, 80% pada usia delapan tahun, dan perkembangan 100% pada usia 18 tahun (Santoso, 2011: 7).

Ringkasnya, anak usia dini dapat diartikan sebagai anak usia 0-8 tahun yang disebut dengan *golden age*. Kecerdasan anak berkembang sangat cepat, hingga mencapai 80%, sehingga perkembangan ini memerlukan stimulus, sehingga sinapsis otak anak dapat perkembangan yang paling baik.

Spekulasi termasuk mengkonseptualisasikan lobus frontal sebagai struktur yang "diam" (fungsi terbatas), mendukung fungsi tunggal atau global (misalnya, pemikiran abstrak), atau mendukung kelas perilaku yang berbeda (misalnya, impulsif, penilaian, kreativitas, regulasi emosi, dan penilaian moralitas). Fungsi lobus temporal, parietal, dan oksipital mengikuti prinsip pengorganisasian langsung yang ditetapkan di sekitar pemrosesan oleh sistem sensorik. Sebaliknya, lesi lobus frontal tidak menyebabkan gangguan primer pada sensasi atau persepsi, gangguan motorik, memori, atau bahasa.

Sebaliknya, lobus frontal adalah karena interkoneksinya dengan hampir semua wilayah otak lainnya, termasuk batang otak; lobus oksipital, temporal, dan parietal; wilayah limbik; dan wilayah subkortikal—digunakan untuk menginstruksikan, mengarahkan, mengintegrasikan, dan memantau perilaku yang berorientasi pada target (Anderson, 2002; Anderson, Levin, & Jacobs, 2002). Jika otak adalah sebuah simfoni, lobus frontal bertindak sebagai: konduktor-mengarahkan, mengkoordinasikan dan memimpin berbagai bagian orkestra untuk menghasilkan harmoni dan pertunjukan musik yang terpadu. Istilah fungsi frontal dan fungsi eksekutif sering digunakan secara bergantian. Meskipun istilah tumpang tindih, yang pertama menunjukkan bahwa perilaku yang disajikan secara langsung terkait dengan lobus frontal, sedangkan yang kedua menyiratkan kelas manifestasi perilaku yang mungkin secara langsung atau tidak langsung terkait dengan fungsi lobus frontal.

Karena lobus frontal memiliki koneksi aferen dan eferen yang signifikan ke daerah otak lain, gangguan pada salah satu sistem konektivitas ini menghasilkan perilaku patologis yang serupa dengan yang disebabkan oleh kerusakan lobus frontal langsung. Misalnya, lesi pada nukleus kaudatus basalis ganglia dapat menimbulkan perilaku patologis yang serupa dengan terlihat dengan kerusakan prefrontal dorsolateral. Meskipun istilah fungsi eksekutif tidak menunjukkan dasar anatomis perilaku, istilah itu memang melibatkan korteks frontal dan sirkuit sarafnya yang saling berhubungan. Kedua istilah tersebut disatukan dalam konseptualisasi fungsi kortikal yang terkait dengan mengarahkan, mengendalikan, dan mengelola perilaku, yang dikenal sebagai komputasi otak terawasi tingkat tinggi. Fungsi yang terkait dengan sistem eksekutif meliputi: perencanaan, pemecahan masalah yang fleksibel, memori kerja, alokasi perhatian, penghambatan, dan pada tingkat tertinggi pemantauan diri dan penilaian diri perilaku.

Jelas, fungsi eksekutif mengacu pada seperangkat perilaku tingkat yang lebih tinggi, bukan fungsi eksekutif yang tidak terbatas pada proses kognitif, tetapi sangat terlibat dalam regulasi perilaku emosional dan sosial. Faktanya, lesi di daerah prefrontal dan daerah subkortikal yang berhubungan dengan fungsi emosional dan sosial menghasilkan beberapa gangguan yang paling merusak. Fungsi eksekutif yang terganggu menjadi lebih menonjol dalam aspek paling kompleks dari aktivitas manusia, aktivitas pemecahan masalah yang disadari atau tingkat yang lebih tinggi, penalaran, abstraksi, kesadaran diri yang kritis, dan interaksi sosial yang menjadikan kita manusia.

7.4 Fungsi Eksekutif pada Anak Sekolah Dasar

Keterampilan fungsi eksekutif adalah istilah umum yang digunakan untuk menggambarkan keterampilan berbasis neurologis termasuk kontrol mental dan pengaturan diri pada anak-anak.

Jika keterampilan ini tidak dikembangkan dengan baik, hal itu dapat mencegah anak-anak melakukan hal-hal dasar seperti pergi ke sekolah atau belajar, memelihara hubungan, melakukan sesuatu secara mandiri, atau mengatasi kecemasan yang disebabkan oleh persaingan.

Berikut adalah beberapa manfaat dari melatih keterampilan fungsi eksekutif pada anak-anak:

1. Inisiasi

Ini membantu anak memulai atau memulai tugas, yang berarti menghasilkan pemikiran, tanggapan, dan strategi pemecahan masalah yang terkait secara mandiri.

2. Penghambatan

Ini membantu anak-anak menghentikan diri mereka sendiri pada waktu yang tepat, baik dalam pikiran maupun tindakan. Kurangnya hambatan membuat anak impulsif.

3. Kontrol emosional

Ini membantu anak mengatur respons emosionalnya dengan mengingat alasan perasaan dan pikirannya.

4. Memori kerja

Ini membantu untuk mempertahankan atau mempertahankan memori untuk tugas apa pun atau tugas terkait.

5. Pantau diri sendiri

Ini membantu untuk memeriksa atau memantau kinerja atau perilaku seseorang setelah menyelesaikan tugas-tugas tertentu atau terkait.

6. *Shift*

Ini membantu anak berpindah dari satu situasi ke situasi lain secara efektif dan berpikir fleksibel sesuai situasi yang dibutuhkan.

7. Membuat perencanaan

Ini membantu anak-anak mengembangkan kegiatan saat ini dan masa depan dengan memprediksi peristiwa masa depan di muka, menetapkan tujuan dan mengembangkan strategi untuk melakukan kegiatan tertentu.

8. Mengatur

Keterampilan fungsi eksekutif untuk anak-anak ini membantu mereka mempertahankan atau membangun ketertiban di suatu tempat atau kegiatan. Dengan kata lain, bantu anak Anda menyelesaikan berbagai tugas atau aktivitas secara sistematis.

Ini adalah manfaat dari melatih keterampilan fungsi eksekutif anak-anak. Jangan diremehkan karena dapat mempengaruhi kemampuan anak Anda di lingkungan sekolah, pergaulan bahkan lingkungan kerja.

7.5 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Fungsi Eksekutif Anak

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa tidak semua bidang FE dipengaruhi oleh kecerdasan. Carlson, Zelazo, & Faja (2013) menyatakan bahwa FE tidak dipengaruhi oleh

kecerdasan, tetapi lebih dipengaruhi oleh faktor sosial ekonomi, jenis kelamin, budaya, bahasa, pola asuh, interaksi gen-lingkungan, dan pola tidur. Faktor gender juga dapat mempengaruhi FE. Perbedaan gender mempengaruhi kinerja beberapa ukuran FE pada anak-anak dan remaja. Satu kemungkinan adalah bahwa EF dingin (abstrak di luar konteks, tergantung pada kemampuan bahasa) lebih baik pada wanita, sedangkan EF panas (representasi fleksibel dari penguatan atau stimulus) lebih baik pada pria.

Bahasa adalah faktor keempat yang mempengaruhi FE. Penelitian telah menunjukkan bahwa memiliki kosa kata berkorelasi dan dapat digunakan untuk memprediksi perkembangan FE. Carlson, Zelazo, & Faja (2013) berpendapat bahwa aspek kunci dari FE, kontrol penghambatan, berkembang lebih cepat pada anak-anak dengan pengalaman bahasa yang luas. Dalam setiap kasus, contoh campuran menunjukkan bahwa anak-anak yang akrab dengan kedua bahasa berkinerja lebih baik pada tes FE daripada anak-anak yang hanya akrab dengan satu bahasa.

Faktor selanjutnya yang mempengaruhi FE adalah interaksi antara gen dan lingkungan. Carlson, Zelazo, dan Faja (2013) menyimpulkan bahwa domain FE tertentu (*inhibitory control* dominan, memperbarui *working memory*, dan *shifting*) berbagi faktor genetik umum serta pengaruh genetik tambahan. Studi eksperimental telah menunjukkan bahwa intervensi meningkatkan berbagai aspek manifestasi FE pada anak-anak dan telah menunjukkan bahwa FE diturunkan, sehingga dapat dipastikan bahwa gen dan lingkungan memiliki pengaruh terhadap perkembangan FE. Hormon kortisol yang dimiliki orang tua akan diturunkan kepada anak-anaknya. Hormon kortisol dan tingkat stres yang tinggi pada orang dewasa yang lebih tua juga dapat berpengaruh pada FE. Anak dari orang tua berpenghasilan tinggi memiliki FE yang lebih baik daripada anak dari orang tua berpenghasilan rendah (Lickliter, 2012).

Faktor terakhir yang mempengaruhi FE adalah mode tidur. Carlson, Zelazo, & Faja (2013) menyebutkan bahwa tidur bayi dapat memprediksi FE pada anak usia dini, bahkan setelah sebelumnya mengontrol SES, kemampuan kognitif, dan kemampuan eksekutif. Bayi 12-18 bulan dengan proporsi tidur malam yang lebih tinggi memiliki FE yang lebih baik pada usia 26 bulan dan 4 tahun, terutama di bidang kontrol impuls. Hubungan ini unik untuk FE dan bukan untuk kemampuan kognitif umum. Kemudian dalam perkembangannya, pola tidur pada anak juga dapat memprediksi FE pada masa remaja. Anak dengan pola tidur yang baik cenderung memiliki FE yang baik pada akhir masa remaja (Tyas *et al.*, 2021).

Selain itu, studi tahun 2019 oleh Zulherma dkk menunjukkan bahwa peran *Executive Function Brain* dalam meningkatkan kemampuan kognitif pada anak kecil diimplementasikan secara ilmiah selama kurikulum PAUD 2013. Ini harus menjadi bagian penting dari pembelajaran implementasi PAUD. Semua komponen fungsi eksekutif otak (*executive function brain*) harus dikembangkan dan diintegrasikan karena akan mempengaruhi kemampuan anak untuk berfungsi di kelas, sebagai warga negara dan sebagai teman. Ini juga akan membantu mereka tumbuh menjadi orang dewasa dan menjadi bagian dari orang-orang dengan berbagai peran, seperti orang tua, staf, dan pendidikan berkelanjutan. Fungsi eksekutif otak juga

membantu anak-anak tumbuh menjadi individu yang sehat dan bebas stres. Berinvestasi dalam mengembangkan otak eksekutif anak lebih baik untuk masa depan mereka (Zulherma dan Suryana, 2019).

DAFTAR PUSTAKA

- Arffa, S. 2007. The Relationship of Intelligence to Executive Function and Non-Executive Function Measures in a Sample of Average, Above Average, and Gifted Youth. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 22(8), 969-978. <https://doi.org/10.1016/j.acn.2007.08.001>
- Al-Hmouz, H., Abu Hamour, B. 2017. International Do Executive Functions Differentiate Gifted Children, Children at Risk of LDs, and Average Children? *Journal of Special Education*, 32(1), 88-144.
- Apsvalka, D., Cross, E.S., Ramsey, R. 2019. Fluid Intelligence and Working Memory Support Dissociable Aspects of Learning by Physical But not Observational Practice. *Journal of Cognition*, 190, 170-183. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2019.04.015>
- Ardila, A., Pineda, D., & Rosselli, M. 2000. Correlation Between Intelligence Test Scores and Executive Function Measures. *Journal Archives of Clinical Neuropsychology*, 15(1), 31-60. <https://doi.org/10.1093/arclin/15.1.31>
- Ardila, A. 2018. Is Intelligence Equivalent to Executive Functions? *Psicothema*, 30(2), 159-164. <https://doi.org/10.7344/psicothema2017.329>
- Aubry, A., Beatrice, B., Gonthier, C. 2018. Explaining The High Working Memory Capacity of Gifted Children: Contribution of Processing Skills and Executive Control. *Acta Psychologica*, 28. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2021.103358>
- Bardo, M.T., Fishbein, D.H., & Milich, R. 2011. *Inhibitory Control and Drug Abuse Prevention: From Research to Translation*. New York: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1268-8>
- Baron, R.A., Byrne, D. 2003. *Psikologi sosial*. Jakarta: Indonesia.
- Benedek, M., Jauk, E., Sommer, M., Arendasy, M., Neubauer, A.C. 2014. Intelligence, Creativity, and Cognitive Control: The Common and Differential Involvement of Executive Function in Intelligence and Creativity. *Journal of Intelligence*, 46, 73-83. <http://dx.doi.org/10.1016/j.intel.2014.05.007>
- Bernier, A., Carlson, S.M., Deschenes, M., Matte-Gagne, C. 2011. Social Factors in the Development of Early Executive Functioning: a Closer Look at the Caregiving Environment. *Journal of Developmental Science*, 15(1), 12-24. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2011.01093.x>
- Blair, C., Razza, R.P. 2007. Relating Effortful Control, Executive Function, and False Belief Understanding to Emerging Math and Literacy Ability in Kindergarten. *Journal of Child Development*, 78(2), 647-663. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2007.01019.x>

- Briggs, C.J., Reis, S.M., & Sullivan, E.E. 2008. A National View of Promising Programs and Practices of Culturally, Linguistically, and Ethnically Diverse Gifted and Talented Students. *The Gifted Child Quarterly*, 52(2), 131-145. <https://doi.org/10.1177/0016986208316037>
- Carlson, S.M., Zelazo, P.D., & Faja, S. 2013. Executive Function. *The Oxford Handbook of Developmental Psychology (Vol. 1): Body and Mind*. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199958450.001.0001>
- Hornung, C., Brunner, M., Reuter, R.A.P., & Martin, R. 2011. Children's Working Memory: It's Structure and Relationship to Fluid Intelligence. *Journal of Intelligence*, 39(4), 210-221. <https://doi.org/10.1016/j.intel.2011.03.002>
- Huizinga, M., Dolan, C.V., & Van der Molen, M.W. 2006. Age-Related Change in Executive Function: Developmental Trends and a Latent Variable Analysis. *Neuropsychologia*, 44(11), 2017-2036. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2006.01.010>
- Hermahayu, & Wimbari, S. 2017. Perkembangan Executive Functions Pada Anak Pra Sekolah Di Kota Magelang. *EDUKASI Jurnal Penelitian & Artikel Pendidikan*, 9(2), 121-137.
- Kerr, Barbara. 2009. *Encyclopedia of Giftedness, Creativity, and Talent*. USA: Sage Publication, Inc. <https://dx.doi.org/10.4135/9781412971959>
- Kent, P. 2017. Fluid Intelligence: A Brief History. *Journal of Applied Neuropsychology: Child*, 6(3), 193-203. <https://doi.org/10.1080/21622965.2017.1371480>
- Kyllonen, P., Kell, H. 2017. *What is Fluid Intelligence? Can it be Improved? In M. Rosen, K. Yang Hansen, & U. Wolff (Eds.). Cognitive Abilities and Educational Outcomes: A Festschrift in Honour of Jan-Eric Gustafsson*. Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-43473-5_2
- Leikin, M., Paz-Baruch, N., & Leikin, R. 2013. Memory abilities in Generally Gifted and Excelling-in-Mathematics Adolescents. *Intelligence*, 41(5), 566-578. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2013.07.018>
- Lickliter, R. 2012. Exploring the Dynamics of Development and Evolution: Comment on Blair and Raver 2012. *Journal of Developmental Psychology*, 48(3), 658-661. <https://doi.org/10.1037/a0027495>
- MacIntyre, Christine. 2008. *Gifted and Talented Children 4-11: Understanding and Supporting their Development*. New York: Routledge.
- Mahone, E.M., Hagelthorn, K.M., Cutting, L.E., Schuerholz, L.J., Pelletier, S.F., Rawlins, C., Singer, H.S., Denckla, M.B. 2002. Effect of IQ on Executive Functions Measure in Children with ADHD. *Child Neuropsychology. A Journal Normal and Abnormal Development in Childhood and Adolescence*, 8(1), 52-65. <https://doi.org/10.1076/chin.8.1.52.8719>
- Riyan, R., Setiawati, E., & Hendrianingtyas, M. 2018. Pengaruh Senam Sehat Anak Indonesia terhadap Kinerja Fungsi Eksekutif pada Anak dengan Underweight. *Diponegoro*

Medical Journal (Jurnal Kedokteran Diponegoro), 7(1), 322–329. doi: 10.14710/DMJ.V7I1.19391

Tyas, A., Ayomi, R., Widyorini, E., & Roswita, M.Y. 2021. Hubungan Inteligensi dengan Fungsi Eksekutif pada Anak Gifted Relationship Between Intelligence and Executive Function to Gifted Children. *Jurnal Ilmiah Psikologi Candrajiwa*, 6(2), 134–150.

Zulherma, Z., & Suryana, D. 2019. Peran Executive Function Brain dalam Perkembangan Kemampuan Kognitif Anak Usia Dini pada Kurikulum 2013. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 3(1), 648–656. doi: 10.31004/JPTAM.V3I2.269

BAB VIII

BAGAIMANA OTAK BERKEMBANG DAN BEKERJA

8.1 Perkembangan Otak

Manusia melalui proses pertumbuhan dan perkembangan sejak dalam kandungan hingga dewasa, begitu juga dengan otak manusia. Nelson (Sutisna, hlm. 1) menyatakan bahwa otak merupakan salah satu organ tubuh yang mengalami perkembangan luar biasa pada masa prenatal. Diperkirakan ada sekitar 100 miliar sel saraf, atau neuron, di otak anak setelah lahir. Sering juga disebut sebagai pusat kendali manusia, otak memiliki berbagai peran dan fungsi penting dalam tubuh, yang didukung oleh Khadijah (2016, hlm. 13) bahwa otak merupakan pusat perannya dalam perilaku, berpikir dan emosi. Aspek mengatur semua aktivitas sehari-hari manusia.

Perkembangan otak sejak dini berdampak besar bagi tumbuh kembang anak karena otak dipengaruhi dan bergantung pada aktivitas sel-sel saraf dan cabang-cabangnya untuk membentuk hubungan antar sel. Melalui kompetisi alami, sendi yang jarang atau tidak digunakan mati. Stabilisasi koneksi terjadi ketika sel-sel saraf memperoleh informasi yang dapat menghantarkan impuls listrik untuk membentuk koneksi sel saraf baru. Seberapa baik otak menyerap dan memproses informasi tergantung pada jumlah neuron yang membentuk unit-unit ini.

Perkembangan otak merupakan hasil pematangan sistem saraf pusat yang berinteraksi dengan organ-organ yang dipengaruhinya. Tahap awal perkembangan meliputi beberapa aspek kapasitas fungsional, yaitu kognitif, motorik, emosional, sosial, dan bahasa. Perkembangan awal ini menentukan tahap perkembangan selanjutnya, dan jika salah satu aspek kurang berkembang maka akan mempengaruhi aspek lainnya.

Salah satu cara agar otak anak dapat berkembang dan bekerja dengan baik adalah dengan memberikan stimulasi. Jika semakin banyak stimulasi yang diberikan, maka otak akan berkembang. Dalam hal ini, anak perlu diberikan lingkungan yang merangsang perkembangan otak dan selalu menerima rangsangan psikososial. Stimulasi sosial dapat dengan mudah diciptakan dengan menyentuh dan mengajak anak bermain. Hal ini didukung oleh Susanto (2019, hlm. 104) yang mengatakan bahwa salah satu prinsip belajar adalah melalui bermain, suatu kegiatan yang menciptakan suasana belajar yang menyenangkan bagi siswa karena melalui bermain pengetahuan, keterampilan, sikap dan kemampuan fantasi anak.

Jika hal ini tidak diperoleh anak, maka anak dapat mengalami berbagai bias perilaku. Hal ini sering terjadi di lingkungan sosial Indonesia dimana anak tumbuh dengan rasa

kurang percaya diri, pemalu dan tidak mandiri, atau anak menjadi agresif dan tidak memiliki rasa malu. Hal ini disebabkan mentalitas orang tua dan masyarakat yang masih memandang bermain sebagai kegiatan yang tidak bermanfaat, padahal para ahli pendidikan menganggap bermain sebagai kegiatan yang bernilai praktis, artinya bermain digunakan sebagai media untuk meningkatkan keterampilan tertentu pada anak dan kemampuan. Bermain juga merupakan jembatan bagi anak dari pembelajaran informal ke formal, karena melalui aktivitas bermain anak dapat mencapai perkembangan fisik, intelektual, emosional, sosial dan bahasa.

Hal ini dibuktikan dengan temuan penelitian Warni Djuwita berjudul “Urgensi Bermain Sebagai Stimulasi Perkembangan Otak dan Solusi Mengatasi Kekerasan (Child Abuse) dalam Pertumbuhan dan Perkembangan Anak”. Kesimpulan dari penelitian ini adalah otak mengalami pertumbuhan yang sangat pesat dan pesat sebelum usia satu tahun. Faktanya, diperkirakan ada lebih dari 100.000 sel dalam gen manusia yang digunakan untuk menghasilkan sel-sel otak. Bayi baru lahir memiliki miliaran sel otak, jauh lebih banyak sel otak daripada orang dewasa pada usia tiga tahun dan dua kali lebih banyak dari orang dewasa. Perkembangan ini terjadi melalui berbagai aktivitas neurobiologis visual, auditori, sensorik, dan motorik. Perkembangan otak itu sendiri dapat dipicu oleh rangsangan dan pengalaman baru, dan cara terbaik untuk membangun jaringan koneksi di otak anak kecil adalah melalui program bermain. Jika bakat dan potensi, keunggulan tersembunyi anak dapat dikembangkan dengan baik, secara tepat dan benar, mereka akan menjadi generasi yang dibanggakan, jika sebaliknya potensi, bakat keunggulan anak salah dalam perkembangannya maka akan menjadi malapetaka.

Setiap anak terlahir baik, tidak buruk, setiap anak adalah jenius, dan lingkungannya (orang tua dan orang dewasa di sekitarnya) yang membuatnya menjadi karakter yang buruk. Kekerasan atau berbagai turunannya justru dapat menimbulkan penderitaan bagi anak. Hubungan buruk atau kondisi lingkungan pada usia dini dapat menyebabkan stres pada otak anak, yang traumatis bagi anak, menyebabkan otak anak melakukan reorganisasi lebih permanen, yang meningkatkan kewaspadaan hiper, yang meningkatkan reaktivitas dan tekanan darah. Dengan kondisi seperti ini, anak mudah impulsif dan agresif, sehingga di bawah bimbingan orang dewasa di sekitarnya, terutama orang tua dan keluarga sebagai pendidik utama dan pertama, bermain, bergerak, dan mencintai segala macam bentuk pendidikan telah menjadi penanaman nilai-nilai karakter media dapat membuat anak tumbuh menjadi anak yang diharapkan dalam kehidupan sosial.

Untuk itu dalam bidang pendidikan dikembangkan pembelajaran berbasis neuro-pedagogi. Menurut Janah (2021, hlm. 17), neuropedagogi merupakan studi interdisipliner yang menggabungkan tiga bidang ilmu yang sebelumnya telah ada dan berkembang, yaitu psikologi, neurosains dan pendidikan.

Berdasarkan uraian latar belakang di atas maka dapat ditentukan rumusan masalah dalam makalah ini yaitu:

1. Bagaimana tahapan perkembangan otak pada anak?
2. Bagaimana cara kerja otak?

3. Apakah stimulasi dini penting untuk perkembangan otak?
4. Bermain sebagai stimulus perkembangan otak anak dan cara mengatasi kekerasan (*Child Abuse*) pada tumbuh kembang anak?
5. Bagaimana cara untuk mengoptimalkan pendidikan anak usia dini melalui pembelajaran yang berbasis perkembangan otak?
6. Bagaimana hasil riset neuropedagogi dan implementasinya dalam pendidikan?

Berdasarkan rumusan masalah yang dikemukakan oleh peneliti di atas, maka tujuan dari penulisan makalah ini adalah untuk:

1. Pelajari bagaimana otak anak-anak berkembang.
2. Pelajari cara kerja otak.
3. Memahami apakah stimulasi dini penting untuk perkembangan otak.
4. Cari tahu apakah bermain dapat merangsang perkembangan otak anak dan cara mengatasi kekerasan (*child abuse*) saat anak tumbuh dan berkembang.
5. Pelajari cara mengoptimalkan pendidikan anak usia dini melalui pembelajaran berbasis perkembangan otak.
6. Memahami hasil penelitian neuropedagogi dan implementasinya dalam pendidikan.

Manfaat yang diharapkan dari penulisan artikel ini adalah sebagai berikut:

1. Secara Teoretis, diharapkan memberikan ide untuk memperkaya wawasan tentang tahapan perkembangan dan cara kerja otak.
2. Secara Praktis, diharapkan akan bermanfaat sebagai berikut:
 - a. Bagi pematerei berfungsi sebagai penambah pengetahuan dan sebagai tambahan referensi untuk memahami tahapan perkembangan umum dan cara kerja otak serta peran bermain sebagai stimulus bagi perkembangan otak anak.
 - b. Bagi guru bermanfaat untuk mengetahui bagaimana mengoptimalkan pendidikan berdasarkan tingkat perkembangan otak anak.
 - c. Bagi masyarakat ada baiknya berperan dalam menciptakan lingkungan yang baik dan sehat bagi anak untuk tumbuh dan berkembang.

8.2 Teori Perkembangan Otak

Sebagaimana bagian tubuh manusia lainnya yang mengalami pertumbuhan dan perkembangan otak mengalami hal yang sama, hal ini didukung oleh pandangan Nelson (2011) bahwa otak merupakan salah satu organ tubuh yang mengalami perkembangan luar biasa pada masa prenatal. Diperkirakan ada sekitar 100 miliar sel saraf, atau neuron, di otak anak setelah lahir. Pada usia dua tahun, anak-anak mengalami peningkatan berat otak yang luar biasa, yaitu pada usia ini mereka kira-kira 75% dari berat otak orang dewasa (Santrock, 2010, hlm. 116).

Anhusadar mengatakan bahwa perkembangan otak anak yang sedang tumbuh melewati tiga tahap, (1) otak primitif mengatur kelangsungan hidup fisik kita, mengelola

refleks, mengontrol gerakan motorik, memantau fungsi tubuh, dan memproses informasi dari pancaindra. Ketika menghadapi ancaman atau situasi berbahaya, otak primitif, bersama dengan otak limbik, mempersiapkan tubuh untuk respons “hadapi atau lari” (*fight or flight response*), (2) otak limbik memproses emosi seperti suka dan tidak suka, cinta dan benci. Otak ini adalah penghubung antara otak yang berpikir dan otak yang asli. Artinya, otak primordial dapat diperintahkan untuk mengikuti kehendak otak yang berpikir, dan di lain waktu otak yang berpikir dapat “dikunci” dalam keadaan darurat dari melayani otak limbik dan primal, nyata atau tidak. Otak berpikir adalah bentuk tertinggi dari kemampuan berpikir dan bagian paling objektif dari otak, yang menerima masukan dari otak primitif dan limbik. Namun, memproses informasi, termasuk image, membutuhkan lebih banyak waktu daripada otak primitif dan limbik. (3) Otak berpikir juga tempat pengalaman, ingatan, perasaan, dan kemampuan berpikir bergabung untuk menghasilkan ide dan tindakan.

Konsisten dengan kedua pemikiran tersebut, Suyanto, Mutiah, dan Kledon (Qudsyi, 2010, hlm. 99) menjelaskan bahwa, tidak seperti pertumbuhan fisik, sel saraf otak tidak bertambah jumlahnya setelah lahir karena sel saraf ini tidak dapat membelah lagi. Tetapi jumlah koneksi antara sel saraf dan proses mielinisasi terus berlanjut satu sel saraf otak dapat berhubungan dengan 5, 10, 100 atau bahkan 20.000 sel saraf otak lainnya, semakin banyak jumlah hubungan sel saraf tersebut maka akan semakin cerdas otaknya dan anaknya akan semakin berbakat.

Dari ketiga teori di atas dapat disimpulkan bahwa tidak hanya bagian tubuh saja yang mengalami proses pertumbuhan dan perkembangan, tetapi otak juga mengalami hal yang sama. Jumlah sel saraf di otak anak umumnya tumbuh lebih banyak daripada otak orang dewasa, tetapi melalui persaingan alami, sambungan yang jarang atau tidak digunakan akan mengalami kematian.

8.3 Cara Kerja Otak

Sutisna mengungkapkan otak manusia memiliki dua belahan besar, yaitu belahan kiri dan belahan kanan. Kedua belahan otak terletak di bagian terbesar dari otak, atau biasa dikenal dengan cerebellum, yang menguasai 80% otak, selebihnya adalah cerebellum, otak tengah, dan sumsum tulang yang lebih tinggi. Oleh karena itu, otak manusia memiliki empat wilayah, yaitu (1) otak berperan dalam mengatur semua aktivitas mental, yaitu aktivitas yang berkaitan dengan kecerdasan, ingatan, kesadaran, dan pemikiran. (2) Otak tengah terletak di depan otak kecil. Fungsi otak tengah atas adalah untuk mengatur refleks mata dan pendengaran. (3) Fungsi otak kecil adalah mengatur koordinasi gerak otot, keseimbangan dan postur tubuh. (4) Fungsi sumsum tulang lanjutan menghubungkan sinyal dari sumsum tulang belakang ke otak itu juga mengontrol.

Selama bernafas, tekanan darah, detak jantung, pencernaan, bersin, batuk, dan berkedip (Gul, 2007, hlm. 23). Seperti disebutkan di atas, otak memiliki dua belahan, yaitu belahan kiri dan belahan kanan. Tentu saja ada perbedaan spesifik antara kedua belahan otak. Perbedaannya dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Belahan Otak Kiri	Belahan Otak Kanan
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Memilih sesuatu yang berurutan ➤ Belajar lebih baik dari bagian-bagian media keseluruhan ➤ Lebih memilih sistem membaca fonetik ➤ Menyukai kata-kata, simbol, dan huruf ➤ Lebih memilih membaca subjeknya terlebih dahulu ➤ Mau berbagi informasi factual yang berhubungan ➤ Lebih memilih instruksi yang berurutan secara detail ➤ Mengalami fokus internal lebih besar ➤ Menginginkan struktur dan prediktabilitas 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Merasa lebih nyaman dengan sesuatu yang acak ➤ Paling baik belajar dari bagian keseluruhan kemudian bagian-bagian ➤ Lebih memilih sistem membaca seluruh bahasa ➤ Menyukai gambar, grafik, dan diagram ➤ Lebih memilih melihat atau mengalami subjeknya terlebih dahulu ➤ Mau berbagi informasi tentang hubungan antara segala sesuatu ➤ Lebih memilih yang spontan, lingkungan pembelajaran mengalir ➤ Mengalami fokus eksternal yang lebih besar ➤ Menginginkan pendekatan yang tak terbatas, baru dan mengejutkan

8.4 Prinsip Kerja Otak

Kita perlu memahami 5 prinsip cara kerja otak agar kita dapat memanfaatkannya secara maksimal, sebagaimana penelitian Profesor Sean Adams dari Max Planck Institute di Swiss menunjukkan bahwa hanya dalam hal belajar, Otak dipenuhi dengan satu hal baru per detik, yang berarti bahwa setiap detik terjadi. Koneksi besar antar neuron. Secara tidak langsung, kita hanya akan mampu mengisi kapasitas otak setelah melakukannya selama 30 juta tahun (pada kenyataannya, tidak ada otak yang lengkap dalam kehidupan manusia).

Berikut adalah 5 prinsip kerja otak:

1. Otak suka menjelajahi dan memberikan makna

Dalam hal ini, otak selalu mencari data sebagai informasi untuk setiap pengalaman baru, karena dendrit dan akson otak bekerja sangat keras, yaitu jika kita ingin mengoptimalkan kerja dengan cara memberikan gambaran besar (*mind map*) secara jelas dan terarah, serta otak bekerja secara maksimal. Jika kita berada dalam posisi yang baik untuk mengeksplorasi pengalaman baru dan memberi mereka makna.

2. Otak suka membuat hubungan

Setiap kali dendrit dan akson bertemu, makna baru terbentuk karena setiap orang selalu memiliki kemampuan untuk menghubungkan sesuatu, misalnya jika kita melihat kucing berjalan di balik tembok, seolah-olah kita melihatnya mengambang.

3. Otak bertumbuh pesat dengan membentuk pola

Setiap pengalaman menjadi pola referensi. Koneksi neuronal ini menyatukan sel-sel yang kita miliki, karena informasi serupa akhirnya membentuk sebuah pola. Juga, jika pengalaman melibatkan emosi (katalisator memori), maka kita mengingatkannya lebih lama dan lebih mudah untuk melampiaskannya.

4. Otak suka belajar dengan meniru

Manusia belajar cepat dengan meniru, itulah yang kita lakukan ketika kita masih kecil, kita selalu meniru perilaku yang orang-orang di sekitar kita lihat, dalam hal ini kita harus meniru contoh orang baik, perilaku di lingkungan bermanfaat.

5. Otak bekerja baik dalam kondisi emosi positif

Jika emosi positif dimunculkan, maka yang kita dapatkan adalah perasaan nyaman, tenang, damai, bahagia, dan kemampuan otak untuk bekerja secara maksimal. Jika dalam keadaan emosi negatif, yang kita dapatkan hanyalah kelupaan (hilang ingatan) dan stres menyebabkan kesulitan belajar, seperti contoh dalam keadaan depresi (negatif), otak kita sulit menunjukkan potensi (daya ingat), bahkan jika otak kita tidak membatasi penyimpanan, memori, atau minum segelas anggur putih, 500 sel neuron akan mati selamanya, bayangkan berapa banyak bir yang diperlukan untuk mengurangi potensi perkembangan otak manusia, yang mengakibatkan hilangnya/kerusakan sel neuron memori.

8.5 Pentingnya Stimulasi Dini bagi Tumbuh Kembang Otak

Di lingkungan keluarga, masyarakat, dan pendidikan saat ini, ada orang yang percaya bahwa mendidik anak membutuhkan proses yang cermat dan tepat sasaran agar anak menjadi lebih pintar. Namun, melakukan hal tersebut tanpa memperhatikan tahap perkembangan dan kebutuhan otak anak dapat menyebabkan anak merasa terbebani dan mempengaruhi sistem perkembangan otak anak di kemudian hari. Oleh karena itu, stimulasi diperlukan selama perkembangan otak.

Menurut dr. Atien Nur Chamidah stimulasi bisa sangat membantu dalam merangsang otak untuk memproduksi hormon yang dibutuhkan untuk perkembangan. Stimulasi dapat dilakukan dalam berbagai bentuk yang sederhana dan mudah diikuti. Stimulusnya bisa berupa kehangatan dan cinta yang tulus dari orang tua. Selain itu, orang tua dapat memberikan pengalaman langsung dengan menggunakan pancaindra mereka (penglihatan, pendengaran, perasa, peraba, dan penciuman). Interaksi anak-orang tua melalui sentuhan, pelukan, senyuman, nyanyian, dan mendengarkan dengan penuh perhatian juga merupakan bentuk awal dari stimulasi.

Saat anak yang belum bisa berbicara mengoceh, ocehan tersebut perlu direspon untuk merangsang kemampuan bahasa anak. Sejak usia dini, orang tua harus menggunakan suara lembut untuk mengundang percakapan dan memberi anak-anak mereka rasa aman. Saat lahir, otak anak sudah memiliki miliaran sel saraf, tetapi jumlah ini hilang setelah lahir, tetapi ketika otak menerima rangsangan baru, otak mempelajari hal-hal baru. Stimulasi menyebabkan sel-sel saraf membentuk koneksi baru untuk menyimpan informasi. Sel yang digunakan untuk menyimpan informasi akan berkembang, dan sel yang jarang atau tidak digunakan akan mati.

Di sinilah pentingnya stimulasi teratur. Stimulasi yang teratur dan berkelanjutan memperkuat hubungan antar saraf yang telah terbentuk, yang secara otomatis meningkatkan

fungsi otak. Stimulasi yang diberikan sejak usia dini juga dapat mempengaruhi perkembangan otak anak. Stimulasi dini pada anak dari usia kehamilan 6 bulan hingga 2-3 tahun menghasilkan perubahan ukuran dan fungsi kimia otak.

Dalam penelitiannya, dr. Atien Nur Chamidah memberikan tips tentang stimulasi dini pada balita menurut Dr. Soedjatmiko, SpA (K), Msi. Anjuran yang diberikan adalah: (1) Saat memberikan metode stimulasi dini, metode yang dapat digunakan antara lain mendengarkan, melihat, meniru atau mencoba. (2) Bagian yang dirangsang adalah otak kiri dan kanan, sensorik, motorik, kognisi, komunikasi bahasa, emosi sosial, kemandirian dan kreativitas. (3) Cara stimulasi adalah dengan memberikan rangsangan berupa suara, musik, gerakan, sentuhan, berbicara, menyanyi, membaca, mencocokkan, membandingkan, mengelompokkan, memecahkan masalah, menggambar, merangkai, dan lain-lain. (4) Waktu Stimulus adalah waktu orang tua berinteraksi dengan anak (menyusui, menidurkan, memandikan, ganti baju, bermain, nonton TV, dan sebagainya).

Dari penjelasan tersebut dapat disimpulkan bahwa stimulasi sangat berperan penting dalam perkembangan kemampuan otak anak, yang memerlukan dukungan orang tua dan lingkungan sekitar agar otak anak dapat berkembang dengan baik.

8.6 Urgensi Bermain sebagai Stimulasi Perkembangan Otak dan Solusi Mengatasi Kekerasan (*Child Abuse*) dalam Pertumbuhan dan Perkembangan Anak

Perlu kita ketahui bahwa kegiatan bermain merupakan kebutuhan bagi anak, dan kita tidak menyadari bahwa kegiatan bermain sebenarnya merupakan kebutuhan yang sangat penting bagi tumbuh kembang anak, karena bermain dapat membimbing energi emosi yang terpendam pada anak. Bahkan bermain merupakan cara anak untuk menyalurkan stres atau trauma (kekerasan) yang disebabkan oleh keadaan yang membatasi perilakunya.

Solusi untuk menetralkan memori bawah sadar anak melalui program game, agar tidak menjadi catatan buruk (*child abuse*) dalam agama yang berlanjut hingga dewasa, juga tersirat dalam sabda Rasulullah Saw. “keringat anak kecil menambah kecerdasannya di waktu dewasa” (HR. AT-Tarmidzi).

Pandangan di atas didukung oleh temuan penelitian Warni Djuwita yang berjudul “Urgensi Bermain Sebagai Stimulasi Perkembangan Otak dan Solusi Mentasi Kekerasan (*Child Abuse*). Penelitian menunjukkan bahwa masa keemasan ini hanya berlangsung satu kali, dan jika terlewatkan berarti tidak ada peluang untuk terulang kembali.

Pengembangan yang sangat cepat dari sel-sel otak adalah pada masa kanak-kanak, di mana belajar sebagai hasil koneksi-koneksi di dalam otak. Pengembangan bahasa, emosi, sangat cepat pada tahun pertama dan pengembangan kognitif mencapai puncaknya pada dua sampai tiga tahun pertama dari kehidupan.

Neurobiologis menjelaskan bahwa perkembangan otak dipicu oleh rangsangan pengalaman baru, salah satunya adalah bermain. Penting untuk diketahui bahwa pengalaman traumatis masa kecil dari keluarga dan masyarakat akan sangat mempengaruhi kesejahteraan mereka di masa depan.

Maka dari penjelasan tersebut dapat disimpulkan bahwa kegiatan bermain yang dilakukan anak tidak hanya untuk bersenang-senang saja, tetapi kegiatan bermain juga dapat membantu anak menyalurkan emosinya, selain itu kegiatan bermain sebenarnya dapat meminimalkan apa yang dialaminya sejauh mana pengalaman traumatis yang pernah dialami anak, baik di lingkungan keluarga maupun di masyarakat sekitar.

8.7 Optimalisasi Pendidikan Anak Usia Dini Melalui Pembelajaran yang Berbasis Perkembangan Otak

Pendidikan merupakan salah satu dari sekian banyak hal penting yang harus dilalui setiap orang sejak usia dini hingga perguruan tinggi. Namun dalam rangka mengembangkan kemampuan syaraf otak anak, perlu dilakukan optimalisasi pendidikan anak usia dini melalui pembelajaran berbasis otak.

Hazhira Qudsy mengatakan dalam penelitiannya bahwa pembelajaran berbasis otak (*brain-based learning*) dapat menjadi salah satu metode pembelajaran yang dapat diberikan untuk mendorong perkembangan semua potensi anak. Karena pembelajaran berbasis otak ini memberikan konsep untuk menciptakan pembelajaran yang bertujuan untuk meningkatkan potensi otak siswa berdasarkan perkembangan struktur dan fungsi otak.

Salah satu cara untuk mengoptimalkan pembelajaran berbasis otak (*brain-based learning*) pada anak usia dini adalah strategi yang menggunakan prinsip-prinsip berikut: (1) Dengan melibatkan semua aspek fisik anak, ciptakan lingkungan belajar di mana anak dapat sepenuhnya terlibat dalam pengalaman belajar. (2) Memberikan kesempatan belajar yang beragam di dalam kelas. (3) Ciptakan lingkungan belajar yang positif. (4) Ciptakan suasana belajar yang bebas dari tekanan dan ancaman tetapi tetap menantang bagi anak untuk belajar lebih banyak. (5) Mengembangkan kurikulum yang mengembangkan minat dan situasi anak sehingga anak dapat menangkap makna atau makna dari apa yang dipelajari. (6) Mata pelajaran disampaikan melalui pengalaman konkret, terutama pemecahan masalah, karena proses pembelajaran yang paling efektif bukanlah melalui ceramah, tetapi melalui perolehan pengalaman nyata.

8.8 Trend Riset Neuropedagogi dan Implementasinya dalam Pendidikan

Konsep neuropedagogi merupakan topik yang telah lama dibahas dalam komunitas pendidikan, dan neuropedagogi merupakan kajian interdisipliner yang menggabungkan tiga bidang keilmuan yang sebelumnya telah ada dan berkembang, yaitu psikologi, neurosains, dan pendidikan.

Neuropedagogi dipelajari secara ekstensif dari 2015 hingga 2019. Ini termasuk studi oleh Silva Lopez *et al* (2015) yang mengembangkan pembelajaran berbasis neuropedagogi yang disebut *Techno Neuro Pedagogy System* (TNPS). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa, dengan menerapkan metode TNPS dalam pemrograman terstruktur selama 4 kuartal berturut-turut, menunjukkan bahwa bobot pola pikir tidak meningkat secara signifikan pada kuartal 12-Q selama fase start-up. Namun, ketika pendekatan literasi yang diusulkan TNPS

diterapkan dengan pendekatan inkremental interaktif, detail prototipe ditingkatkan, yang secara positif memengaruhi bobot untuk kuartal berikutnya. Menurut temuan, penerapan TNPS dalam kurikulum sebagai model pembelajaran desain dan penggunaan teknologi informasi meningkatkan bobot pola pikir mereka.

Dalam kajiannya, Neneng Maryam Jamaliah Nurul Janah dan Asep Supena menyatakan bahwa neuropedagogi merupakan kajian interdisipliner yang menggabungkan tiga bidang keilmuan yang ada dan berkembang, yaitu psikologi, neurosains dan pendidikan. Neuropedagogis bertujuan untuk meningkatkan pembelajaran melalui inisiatif pendidik, memanfaatkan temuan tentang pembelajaran, memori, bahasa, dan area lain dari struktur kognitif siswa sehingga pendidik dapat mengembangkan strategi pengajaran yang optimal. Oleh karena itu, tugas neuropedagogi harus mencakup: (1) Mengumpulkan informasi tentang kondisi neurobiologis dari realitas pendidikan. (2) Menganalisis realitas, hubungan dan ketergantungan di dalamnya. (3) Diseminasi pengetahuan yang diperoleh untuk mempengaruhi perubahan realitas ini.

8.9 Penelitian Relevan

Banyak penelitian telah dilakukan untuk memahami bagaimana otak berkembang dan bekerja, tetapi dalam artikel ini, presenter hanya akan menggunakan lima penelitian yang relevan, termasuk:

1. Penelitian La Ode Anhusadar, dosen prodi PGRA Jurusan Tarbiyah, STAIN Sultan Qaimuddin Kendari yang berjudul “Perkembangan Otak Anak Usia Dini”. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa perkembangan otak seringkali dipengaruhi oleh faktor genetik dan lingkungan internal dan eksternal. Otak anak yang sedang tumbuh berkembang melalui tiga tahap, dimulai dari otak primitif (*action brain*), otak limbik (*feeling brain*), dan terakhir ke neokorteks atau otak yang biasa dikenal dengan otak berpikir. Gangguan perkembangan otak bisa terjadi sejak dalam kandungan hingga dewasa. Gangguan perkembangan otak janin dapat disebabkan oleh berbagai faktor internal dan eksternal, seperti merokok, influenza kronis, defisiensi folat, infeksi TORCH, defisiensi yodium, defisiensi vitamin D, dan paparan polusi udara. Adapun gangguan perkembangan otak yang dapat dialami oleh anak usia dini yaitu anensefalus, mikrosefalus, ensefalokel, porencefalus, hidranensefalus, hidrosefalus, mielo-meningokel, calebral palsy, meningitis, kanker otak, dan sebagainya.
2. Penelitian berjudul “Perkembangan Otak Anak Usia Dini” oleh Icam Sutisna. Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa otak berkembang sangat pesat pada masa bayi. Saat lahir, otak anak masih sekitar 25% berat otak orang dewasa, tetapi pada usia dua tahun, otak anak telah mencapai 75% dari berat otak orang dewasa. Hal penting lainnya yang berkaitan dengan otak adalah perkembangan neuron atau sel saraf di otak. Sel-sel saraf internal akan membuat koneksi dari satu sel ke sel lain di otak, dan sel-sel saraf terhubung satu sama lain untuk membentuk serat lembut yang menutupi area otak. Serabut otak ini menjadi lebih montok seiring bertambahnya

usia anak. Otak manusia memiliki empat wilayah, otak besar, otak kecil, otak tengah, dan sumsum tulang belakang yang lebih tinggi. Perkembangan otak anak yang salah satunya juga dipengaruhi oleh lingkungan, harus dirancang sedemikian rupa sehingga berpengaruh positif terhadap perkembangan otak anak. Perkembangan otak yang pesat pada anak usia dini berimplikasi pada aspek perkembangan lainnya, seperti kognisi, bahasa, sosioemosional dan gerakan fisik. Maka anak usia dini harus benar-benar mendapat perhatian agar proses tumbuh kembang dapat berjalan dengan optimal.

3. Penelitian Warni Djuwita berjudul “Urgensi Bermain Sebagai Stimulasi Perkembangan Otak dan Solusi Mengatasi Kekerasan (**Child Abuse**) dalam Pertumbuhan dan Perkembangan Anak”. Kesimpulan dari penelitian ini adalah otak mengalami pertumbuhan yang sangat pesat dan pesat sebelum usia satu tahun. Faktanya, diperkirakan ada lebih dari 100.000 sel dalam gen manusia yang digunakan untuk menghasilkan sel-sel otak. Bayi baru lahir memiliki miliaran sel otak, jauh lebih banyak sel otak pada usia tiga tahun dan dua kali lebih banyak dari orang dewasa. Perkembangan ini terjadi melalui berbagai aktivitas neurobiologis visual, auditori, sensorik, dan motorik. Perkembangan otak itu sendiri dapat dipicu oleh rangsangan dan pengalaman baru, dan cara terbaik untuk membangun jaringan koneksi di otak anak kecil adalah melalui program bermain. Setiap anak terlahir baik, tidak buruk, setiap anak adalah jenius, dan lingkungannya (orang tua dan orang dewasa di sekitarnya) yang membuatnya menjadi karakter yang buruk. Kekerasan atau berbagai turunannya justru dapat menimbulkan penderitaan bagi anak. Hubungan buruk atau kondisi lingkungan pada usia dini dapat menyebabkan stres pada otak anak, yang traumatis bagi anak, menyebabkan otak anak untuk mengatur ulang lebih permanen, yang meningkatkan kewaspadaan hiper, yang meningkatkan reaktivitas dan tekanan darah. kondisi tersebut, anak cenderung impulsif dan agresif. Oleh karena itu, bermain dan bergerak dengan orang dewasa di sekitarnya, terutama orang tua, keluarga sebagai tubuh utama dan pendidik pertama sebagai pendidik terkemuka, penuh kasih sayang dan baik dalam berbagai bentuk pendidikan, dan menjadi media untuk penanaman karakter dan nilai-nilai. pertumbuhan dan perkembangan anak. Jadilah anak yang diharapkan masyarakat.
4. 4) Penelitian oleh Neneng Maryam Jamaliah Nurul Janah dan Asep Supena berjudul “Trend Riset Neuropedagogi dan Implementasinya dalam Pendidikan”. Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa penelitian neuropedagogi telah banyak dikaji oleh para ahli, bahkan dalam bidang keilmuan, ada upaya untuk mengintegrasikan neuropedagogi ke dalam suatu metode, teknologi dan metode pembelajaran untuk mengoptimalkan kinerja siswa. Pembelajaran dimulai dari jenjang pendidikan anak usia dini, hingga pendidikan perguruan tinggi. Penelitian di bidang neuropedagogi telah mengalami banyak perkembangan sejak 2015-2018, bahkan 2018

- tampak menjadi puncak emas, terlihat dari banyaknya artikel yang dipublikasikan di lapangan. Nouri (2016), mengidentifikasi lima prinsip penyelidikan ilmiah dalam neuropedagogi: (1) *Neuroeducation* bersifat interdisipliner. (2) Penelitian *neuroeducational* sebagai penelitian terapan yang pada akhirnya menghasilkan temuan yang meningkatkan praktik pendidikan. (3) Penelitian *neuroeducational* dapat dirancang dengan menggunakan berbagai metode, termasuk metode kualitatif dan kuantitatif. (4) Harapan kompetensi peneliti. (5) *Neuroeducation* adalah nilai jenuh karena melibatkan masalah etika. Neuropedagogi sendiri bertujuan untuk meningkatkan pembelajaran melalui inisiatif pendidik, menggunakan temuan tentang pembelajaran, memori, bahasa, dan domain lain dalam struktur kognitif siswa sehingga pendidik dapat mengembangkan strategi pengajaran yang optimal. Oleh karena itu, tugas neuropedagogi harus mencakup tiga hal: (i) Mengumpulkan informasi tentang kondisi neurobiologis dari realitas pendidikan. (ii) Analisis realitas, hubungan dan ketergantungannya. (iii) menyebarkan pengetahuan yang diperoleh untuk mempengaruhi transformasi realitas ini.
5. Penelitian Hazhira Qudsyi berjudul “Melalui Optimalisasi Pendidikan Anak Usia Dini Melalui Pembelajaran Berbasis Perkembangan Otak”. Berdasarkan hasil penelitian ini, disimpulkan bahwa salah satu cara untuk mengoptimalkan pembelajaran berbasis otak (*brain-based learning*) pada anak usia dini adalah dengan menggunakan strategi berprinsip (1) menciptakan lingkungan belajar yang memungkinkan anak untuk berkonsentrasi penuh dalam pengalaman belajar, semua aspek fisik anak terlibat. (2) Memberikan kesempatan belajar yang beragam di dalam kelas. (3) Ciptakan lingkungan belajar yang positif. (4) Ciptakan suasana belajar yang bebas dari tekanan dan ancaman, namun tetap menantang bagi anak untuk belajar lebih banyak. (5) Mengembangkan kurikulum yang mengembangkan minat dan situasi anak sehingga anak dapat menangkap makna atau makna dari apa yang dipelajari. (6) Memberikan pengalaman konkrit terutama pemecahan masalah, karena proses pembelajaran yang paling efektif bukanlah melalui ceramah, tetapi melalui perolehan pengalaman dunia nyata.
 6. Penelitian yang dilakukan oleh dr. Atien Nur Chamidah yang berjudul “Pentingnya Stimulasi Dini bagi Tumbuh Kembang Otak Anak”. Dari penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa stimulasi sangat membantu dalam merangsang otak untuk memproduksi hormon yang dibutuhkan untuk perkembangan. Stimulasi dapat dilakukan dalam berbagai bentuk yang sederhana dan mudah diikuti. Stimulusnya bisa berupa kehangatan dan cinta yang tulus dari orang tua. Selain itu, orang tua dapat memberikan pengalaman langsung dengan menggunakan panca indera mereka (penglihatan, pendengaran, perasa, peraba, dan penciuman). Interaksi anak-orang tua melalui sentuhan, pelukan, senyuman, nyanyian, dan mendengarkan secara saksama juga merupakan salah satu bentuk stimulasi dini. Saat anak yang belum bisa

berbicara mengoceh, ocehan tersebut perlu direspon untuk merangsang kemampuan bahasa anak. Sejak usia dini, orang tua harus menggunakan suara lembut untuk mengundang percakapan dan memberi anak-anak mereka rasa aman. Saat lahir, otak anak sudah memiliki miliaran sel saraf, tetapi jumlah ini menghilang setelah lahir. Ketika otak mendapat rangsangan baru, otak mempelajari hal-hal baru. Stimulasi menyebabkan sel-sel saraf membentuk koneksi baru untuk menyimpan informasi. Sel yang digunakan untuk menyimpan informasi akan berkembang, dan sel yang jarang atau tidak digunakan akan mati. Itulah pentingnya stimulasi teratur. Stimulasi yang teratur dan berkelanjutan memperkuat hubungan antar saraf yang telah terbentuk, yang secara otomatis meningkatkan fungsi otak.

8.10 Konklusi

Berdasarkan pengamatan saya di masyarakat, saya menemukan bahwa masih banyak orang tua yang memandang bermain sebagai kegiatan yang tidak bermanfaat, padahal para ahli pendidikan memandang bermain sebagai kegiatan yang bernilai praktis, yaitu bermain sebagai sarana pengembangan keterampilan dan kompetensi. Bagi sebagian anak, bermain juga merupakan jembatan dari pembelajaran informal ke formal, karena melalui aktivitas bermain anak dapat mencapai perkembangan fisik, intelektual, emosional, sosial, dan bahasa. Menurut Susanto. 2019, hal.104) yang mengatakan bahwa salah satu prinsip belajar adalah melalui bermain, dan bermain merupakan kegiatan yang dapat menciptakan suasana belajar yang menyenangkan bagi siswa, karena melalui bermain anak dikembangkan pengetahuan, keterampilan, sikap dan fantasi. Suasana ini dapat mendorong anak untuk lebih aktif dalam proses pembelajaran. Karena pola pikir orang tua dan masyarakat, banyak anak yang kurang percaya diri, pengecut, dan tidak mandiri dalam proses tumbuh kembangnya, begitu pula sebaliknya, anak menjadi agresif dan tidak memiliki rasa malu.

8.11 Rekomendasi

Untuk mengatasi masalah tersebut, dalam dunia pendidikan saat ini dikembangkan pembelajaran berbasis neuropedagogi. Menurut Janah (2021, hlm. 17), neuropedagogi merupakan studi interdisipliner yang menggabungkan tiga bidang ilmu yang telah ada dan berkembang sebelumnya, yaitu psikologi, neurosains, dan pendidikan.

Neuropedagogis bertujuan untuk meningkatkan pembelajaran melalui inisiatif pendidik, memanfaatkan temuan tentang pembelajaran, memori, bahasa, dan area lain dari struktur kognitif siswa sehingga pendidik dapat mengembangkan strategi pengajaran yang optimal. Boleh dibilang, salah satu pendekatan yang bisa digunakan dalam proses pembelajaran adalah dengan mengoptimalkan pembelajaran berbasis otak.

Salah satu cara untuk mengoptimalkan pembelajaran berbasis otak (*brain-based learning*) pada anak usia dini adalah strategi yang menggunakan prinsip-prinsip berikut: (1) Dengan melibatkan semua aspek fisik anak, ciptakan lingkungan belajar di mana anak dapat terlibat penuh dalam pengalaman belajar. (2) Memberikan kesempatan belajar yang

beragam di dalam kelas. (3) Ciptakan lingkungan belajar yang positif. (4) Ciptakan suasana belajar yang bebas dari tekanan dan ancaman tetapi tetap menantang bagi anak untuk belajar lebih banyak. (5) Mengembangkan kurikulum yang mengembangkan minat dan situasi anak sehingga anak dapat menangkap makna atau makna dari apa yang dipelajari. (6) Mata pelajaran disampaikan melalui pengalaman konkrit terutama dalam pemecahan masalah, karena proses pembelajaran yang paling efektif bukanlah melalui ceramah, tetapi melalui perolehan pengalaman dunia nyata.

DAFTAR PUSTAKA

- Anhusadar, L.O. (n.d.). Perkembangan Otak Anak Usia Dini.
- Chamidah, A.N. (n.d.). Pentingnya Stimulasi Dini bagi Tumbuh Kembang Otak Anak.
- Djuwita, W. 2018. Urgensi Bermain sebagai Stimulus Perkembangan Otak dan Solusi Mengatasi Kekerasan (Child Abuse) dalam Pertumbuhan dan Perkembangan Anak. *Zawwam*.
- Janah Neneng Maryam Jamaliah Nurul, A.S. 2021. Trend Riset Neuropedagogi dan Implementasinya dalam Pendidikan. *EduHumaniora*.
- Khadijah. 2016. *Perkembangan Kognitif Anak Usia Dini*. Medan: Perdana Publishing.
- Qudsyi, H. 2010. Optimalisasi Pendidikan Anak Usia Dini Melalui Pembelajaran yang Berbasis Perkembangan Otak. *Buletin psikologi*, 110.
- Santrock. 2010. *Child Development (Thirteenth Editiona)*. New York: Mc. Graw Hill.
- Susanto, A. 2019. *Teori Belajar dan Pembelajaran di Sekolah Dasar*. Jakarta: Prenada Media Group.
- Sutisna, I. (n.d.). Perkembangan Otak Anak Usia Dini.

DAMPAK NEUROPSIKOLOGI TERHADAP PEMBELAJARAN

Bagaimana Maksimalkan Fungsi Otak? (Cara/Strategi/Prinsip-prinsip Belajar dan Mengajar Berbasis Otak)

9.1 Fungsi Otak

Bagian-bagian otak adalah belahan kanan, belahan kiri, dan otak tengah. Bagian-bagian tersebut memiliki fungsi yang berbeda-beda. Di otak manusia belahan otak kiri dirancang untuk memproses bagian-bagian (berurutan), belahan kanan memproses keseluruhan (acak), dan di otak tengah itu menyumbang sekitar 20% dari semua volume otak dan bertanggung jawab untuk tidur, suasana hati, perhatian, dan pengaturan bagian tubuh, hormon, seksualitas, penciuman, dan produksi kimiawi otak.

Hampir semua aktivitas melibatkan kedua belahan otak. Peristiwa yang terjadi di satu belahan otak mempengaruhi perkembangan yang terjadi secara bersamaan di bagian terjauh dari otak lainnya. (Jerry Levy, Ph.D., (1983, 1985): University Chicago).

Ketika otak kiri bekerja untuk mengingat rumus, berpikir kritis, dan otak kanan tidak bekerja, otak kanan mengganggu kerja otak kiri. Otak kanan bekerja ketika ada musik klasik, gambar lucu, dan sebagainya. Intinya guru harus bisa memberikan instruksi yang menyeimbangkan kerja otak.

Sedangkan otak depan adalah sumber rasio yang terdiri dari pusat-pusat yang memahami apa yang sedang diamati. Amygda adalah tempat menyimpan kenangan emosional dan memainkan peran penting dalam emosi. Amygda memungkinkan tanggapan sebelum berpikir. Yang terbaik adalah memulai dengan pemanasan otak selama kelas sehingga individu mempersiapkan otak untuk hasil belajar yang optimal.

Singkatnya, semua belahan otak digunakan hampir sepanjang waktu dan tidak bisa dihentikan. Otak bekerja dengan baik di luar kesadaran manusia. Siswa adalah individu yang sedang belajar dan berbeda satu sama lain. Kepribadian yang berbeda berasal dari kebiasaan belajar yang berbeda. Padahal, anak bisa belajar kapan saja, di mana saja, tidak hanya di sekolah, tetapi juga di rumah atau keluarga, lingkungan bermain, lingkungan masyarakat. Mengembangkan kebiasaan anak Anda akan membentuk kepribadian mereka sejak usia dini. Membangun karakter anak dimulai dengan membuatnya merasa diterima oleh semua

orang sehingga dia bisa menerima dirinya sendiri. Perhatian padanya juga penting dan perlu karena dia bahkan tidak bisa berbicara. Anak-anak harus sering ditanyai pertanyaan yang merangsang pertumbuhan karakter dan menenangkan diri, dimulai dengan anak-anak yang hanya berbicara.

Begitu juga dalam pembelajaran di sekolah, jika guru memiliki siswa yang pendiam atau pemalu, guru dapat memotivasi siswa untuk berbicara dan memberikan keberanian untuk berbicara. Guru juga harus mampu mengidentifikasi kepribadian siswa. Memudahkan guru untuk memahami dan memahami siswanya. Dan ketika siswa memiliki keberanian untuk berbicara, guru harus dapat memahami dan mendengarkan apa yang dia katakan, sehingga dia dapat mengontrol siswa pada saat yang sama, apakah apa yang dia katakan dapat membentuk karakter atau tidak. Jika dia salah, guru tidak boleh memarahi atau mengatakan hal-hal yang membuatnya merasa rendah, bodoh, apalagi tidak berguna.

9.2 Cara Kerja Otak

Otak terletak di tengkorak dan berlanjut ke sumsum tulang belakang (*medulla spinalis*). Otak memiliki berat sekitar 1.400 gram atau sekitar 2% dari berat badan. Berat otak dan ukuran kepala tidak berhubungan langsung dengan tingkat kecerdasan. Otak semakin besar, tetapi tetap di tengkorak, jadi semakin dalam alurnya, semakin banyak informasi yang disimpan dan semakin pintar pemilikinya.

Secara anatomis, bongkahan otak dapat dibagi menjadi otak besar (*cerebrum*), otak kecil (*cerebellum*), dan batang otak (*brain stem*). Belajar erat kaitannya dengan otak, sedangkan otak kecil lebih bertanggung jawab untuk proses koordinasi dan keseimbangan, sedangkan batang otak mengatur detak jantung dan proses pernapasan yang sangat penting bagi kehidupan. Untuk mempelajari sistem pendidikan, otak akan lebih banyak dieksplorasi. Di dasar alur ada seikat serat yang menghubungkan dua belahan otak, yang disebut corpus callosum. Jika Anda memisahkan otak secara vertikal, Anda akan melihat bahwa otak luar (korteks serebral) berwarna abu-abu dan otak bagian dalam berwarna putih.

Korteks serebral memiliki tiga fungsi, yaitu: 1) fungsi sensorik, yang menerima *input*; 2) asosiasi yang bertanggung jawab untuk memproses *input*, dan 3) motorik yang bertanggung jawab untuk merespons *input* dengan gerakan tubuh (Snell, 1996).

Masukan informasi dari luar ditangkap melalui pancaindea penglihatan, pendengaran, penciuman, peradaban, dan pengecap. Misalnya, jika telinga menerima masukan suara, maka akan diteruskan oleh saraf pendengaran ke pusatnya di korteks lateral. Selain itu, input dikirim ke area asosiasi untuk mencocokkan arti kata. Akhirnya dikirim ke pusat bicara di cortex depan, di mana kemudian ditanggapi dengan perintah lidah dan telinga dan tangan. Semua proses ini disimpan di gudang memori korteks dan dapat dipanggil kembali kapan saja. Puluhan tahun yang lalu, diturunkan dari generasi ke generasi. Ini adalah respons naluri dan tak terduga yang dibentuk manusia ketika dihadapkan dengan apa yang dihadapi nenek moyang mereka sebelumnya (Goleman, 1997).

Otak menggunakan asosiasi untuk menyimpan informasi. Jika ada penguatan informasi lama dan penambahan informasi baru, sel-sel otak segera berkembang membentuk hubungan baru. Semakin banyak jaringan saraf yang terbentuk, semakin lama dan semakin kuat informasi yang disimpan.

Otak bekerja dengan menggunakan prinsip alur (sirkuit), bukan dengan sendirinya. Fungsi ini dimungkinkan karena semua bagian otak bekerja dalam sirkuit yang kompleks. Setiap bagian otak memiliki kekuatannya sendiri di sirkuit ini. Misalnya, fungsi mental terjadi karena semua bagian otak terlibat dalam “sirkuit spiritual” yang dapat menghasilkan perasaan mistis atau sensasi tertentu yang terkait dengan kedamaian dan kenyamanan. Sirkuit otak bekerja sesuai dengan prinsip-prinsip berikut, yang berkembang selama periode panjang kehidupan manusia;

1. Prinsip resiprokal
2. Hubungan bersifat divergen
3. Susunan serial atau paralel atau keduanya
4. Fungsi-fungsi spesifik

9.3 Kelebihan dan Kekurangan Teori Kerja Otak

Sebagai teori belajar yang berbasis pada kemampuan otak (*neuroscience*), tentu memiliki pro dan kontra. Keuntungannya adalah sebagai berikut:

1. Ide-ide baru tentang cara kerja otak manusia.
2. Perhatikan kerja alamiah otak peserta didik selama proses pembelajaran.
3. Menciptakan suasana belajar yang menghormati dan mendukung peserta didik.
4. Menghindari terjadinya pemforsiran kerja otak.
5. Berbagai model pembelajaran dapat digunakan dalam menerapkan teori tersebut. Disarankan untuk mengubah mode pembelajaran untuk merangsang potensi peserta didik.

Kerugiannya adalah sebagai berikut:

1. Teori ini (masih baru) belum sepenuhnya dipahami oleh para pendidik Indonesia.
2. Butuh banyak waktu untuk memahami (mempelajari) cara kerja otak kita.
3. Menciptakan lingkungan belajar yang baik untuk otak membutuhkan banyak biaya.
4. Diperlukan fasilitas yang memadai untuk mendukung praktik pembelajaran teori.

9.4 Prinsip-prinsip Belajar dan Mengajar Berbasis Otak

Belajar adalah interaksi antara keadaan internal siswa dan proses kognitif serta rangsangan dari lingkungan. Dalam hal keberhasilan proses belajar, cara kerja otak menghasilkan hasil belajar. Hasil belajar meliputi:

1. Informasi verbal: kemampuan untuk mengungkapkan pengetahuan dalam bahasa lisan atau tulisan.
2. Keterampilan intelektual: kecakapan yang berhubungan dengan lingkungan hidup.

3. Strategi kognitif: kemampuan untuk mengarahkan dan mengarahkan aktivitas kognitifnya sendiri.
4. Keterampilan motorik: kemampuan untuk melakukan berbagai gerakan fisik.
5. Sikap: kemampuan untuk menerima atau menolak suatu objek berdasarkan evaluasi terhadap objek tersebut.

Prinsip lainnya adalah cara kita sebagai manusia harus meningkatkan atau memaksimalkan kinerja otak agar dapat mengasah otak atau meningkatkan konsentrasi otak. Semakin sering di asah, otak kita saat menerima informasi. Dengan cara ini, jika otak kita siap menerima pikiran dari luar dan meneruskannya ke otak orang lain, maka kita lebih mudah menerima semua proses pembelajaran.

Teori ini menunjukkan betapa pentingnya peran otak bagi proses belajar kita. Jadi jangan biarkan otak bekerja begitu saja sehingga kehampaan muncul tanpa disadari. Bukannya semakin banyak pengetahuan otak maka akan semakin membebani dan merusak saraf otak, sebaliknya semakin dilatih semakin baik kerja otak.

Daftar Pustaka

Budiningsih, Asri. 2004. Belajar dan Pembelajaran. Jakarta: PT. Rineka Cipta.

Dr. Dimiyati, Drs. Mudjiono. 2002. Belajar dan Pembelajaran. Jakarta: PT. Asdi Mahasatya.

Zaini, Hisyam & Munthe, Bermawy. 2004. Strategi Pembelajaran Aktif. Yogyakarta: Center for Teaching Staff Development.

<http://www.ruslani.com/otak-manusia.html>

Damasio, Antonio. 2009. Memahami Kerja Otak. Yogyakarta: PT. BACA.

DAMPAK NEUROPSIKOLOGI TERHADAP PEMBELAJARAN LEARNING DISABILITIES DISLEKSIA DAN DISALKULIA

10.1 Kesulitan yang Dialami Otak

Setiap orang memiliki organ yang disebut otak. Otak menjadi pusat yang mengontrol seluruh tubuh. Berasal dari otak, manusia mengendalikan semua fungsi tubuh, jika otak sehat akan meningkatkan kesehatan fisik dan mendukung kesehatan mental, sebaliknya jika otak bermasalah, maka kesehatan fisik dan mental akan terganggu. Otak akan mengatur dan mengoordinasikan sebagian besar gerakan, perilaku, dan fungsi tubuh homeostatis, seperti detak jantung, keseimbangan cairan, dan suhu tubuh. Otak manusia bertanggung jawab atas pengaturan seluruh tubuh manusia dan pikiran, sehingga otak memiliki hubungan yang erat dengan pikiran manusia. Pengetahuan otak mempengaruhi perkembangan psikologi kognitif. Otak juga bertanggung jawab untuk fungsi-fungsi seperti pengenalan, emosi, memori, pembelajaran motorik, dan semua bentuk pembelajaran lainnya. Otak merupakan alat untuk mengolah data tentang lingkungan internal dan eksternal tubuh yang diterima oleh reseptor pada indra (seperti mata, telinga, kulit, dan lain-lain). Data dikirim oleh saraf yang disebut sistem saraf global.

Setiap fungsi normal manusia juga akan berfungsi dengan baik. Bagi yang mengalami gangguan fungsi otak tentunya mengalami kesulitan sehingga apabila otak mengalami gangguan maka segala sesuatu yang terjadi di otak tidak dapat terwujud sepenuhnya. Kesulitan otak adalah masalah yang menyebabkan kerusakan kinerja otak. Otak manusia juga digunakan untuk belajar, tetapi juga dapat mempengaruhi proses belajar seseorang jika mengalami kesulitan. Karena belajar membutuhkan berpikir dan berpikir tentunya menggunakan otak. Kesulitan-kesulitan yang muncul di otak berkaitan erat dengan proses belajar, dan jika ada kesulitan otak yang berkaitan dengan belajar, maka belajar tidak akan berjalan dengan lancar.

Kesulitan belajar merupakan bidang yang sangat luas dan sangat kompleks untuk dipelajari karena paling tidak menyangkut aspek psikologis, neurologis, pendidikan dan sosial kehidupan anak dalam keluarga/masyarakat. Setiap mata pelajaran memiliki cara pandang yang berbeda dalam memahami dan menjelaskan kesulitan belajar yang dialami anak.

Pendidikan menempatkan anak sebagai pusat kegiatan belajar. Saat belajar, hal pertama yang harus diperhatikan adalah ketidakmampuan belajar dan kebutuhan anak. Jika hal ini dapat diketahui, kegiatan pendidikan akan fokus pada apa yang dibutuhkan anak, bukan pada keinginan orang lain. Posisi ini beranggapan bahwa fungsi pendidikan adalah memfasilitasi anak untuk mengembangkan diri sebaik mungkin sesuai dengan potensinya.

Setiap anak yang mengalami kesulitan belajar menunjukkan berbagai fenomena (heterogenitas), namun untuk lebih mudah memahami keragaman fenomena tersebut, kesulitan belajar dapat dibagi menjadi dua bagian, kesulitan belajar internal yang disebut dengan ketidakmampuan belajar dan kesulitan belajar Disabilitas yang berkaitan dengan kesulitan belajar eksternal. Faktor lingkungan disebut masalah belajar (Murniarti, 2020).

Kesulitan belajar adalah kondisi tertentu dimana terdapat hambatan dalam aktivitas pencapaian suatu tujuan, oleh karena itu diperlukan usaha yang lebih untuk mengatasinya. Kesulitan belajar yang dapat dideteksi antara lain disleksia, diskalkulia, dan disgrafia. Dalam artikel ini, penulis hanya akan membahas disleksia dan disleksia.

10.2 Pengertian Learning Disabilities (Kesulitan Belajar)

Kesulitan belajar dapat dijelaskan sebagai suatu kondisi dalam proses pengajaran yang ditandai dengan adanya hambatan-hambatan tertentu untuk mencapai hasil belajar yang optimal. Hambatan tersebut mungkin atau mungkin tidak dirasakan oleh siswa yang bersangkutan. Hambatan jenis ini dapat berupa hambatan psikologis, sosial, dan fisik selama proses pembelajaran berlangsung (Murniarti, 2020).

Istilah *Learning Disability* hanya dapat digunakan untuk kelompok anak yang ber-IQ normal sampai tinggi. Kesulitan belajar merupakan kecacatan yang terlihat, namun dapat kita lihat dengan memperhatikan atau mengamati proses belajar seorang anak. Anak-anak terus membuat kesalahan yang sama berulang-ulang saat mereka belajar. Kesalahan yang ditampilkan adalah kesalahan yang berada di atas rata-rata untuk anak-anak seusianya. Jika kesalahan atau pencapaiannya terputus-putus, kadang berprestasi baik (sedang) dan kadang kurang baik, maka tidak dapat dikatakan bahwa seorang anak mengalami kesulitan belajar (*learning disability*), mungkin ada penyebab lain dari masalah belajar.



Pendekatan kesulitan belajar menurut *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM)-5* tidak hanya didasarkan pada metode yang mengandalkan skor diferensial, misalnya anak dinyatakan disleksia ketika skor membaca jauh di bawah ekspektasi komparatif terhadap tes IQ. Kriteria diagnostik DSM-5 untuk kesulitan belajar tertentu adalah:

1. Kesulitan menggunakan kemampuan akademik, yang diindikasikan dengan adanya paling sedikit satu dari gejala berikut ini dan sudah menetap selama minimal enam bulan:
 - 1) Tidak akurat atau lambat, membutuhkan banyak usaha untuk membaca kata-kata
 - 2) Kesulitan mengerti makna dari sesuatu yang dibaca
 - 3) Kesulitan mengeja
 - 4) Kesulitan menulis
 - 5) Kesulitan memahami tentang angka atau penghitungan angka
 - 6) Kesulitan dengan penalaran matematika.
 - 7) Kemampuan akademik ini jauh di bawah harapan untuk anak seusianya, sehingga mengakibatkan kesulitan dalam kinerja akademik, pekerjaan atau aktivitas sehari-hari. (Wijaya, 2020)
2. Kesulitan belajar dimulai pada usia sekolah tetapi mungkin tidak terlihat sampai tuntutan akademik sekolah melebihi batas anak.
3. Kesulitan belajar bukan karena keterbelakangan mental, kesulitan penglihatan atau pendengaran, kesulitan mental lainnya, gangguan psikologis, kurangnya penguasaan bahasa dalam instruksi akademik, atau instruksi pendidikan yang tidak memadai. (Wijaya, 2020)

10.3 Kesulitan Belajar Disleksia

10.3.1 Pengertian Disleksia

Menurut Stanovich, disleksia memanifestasikan masalah fonologis yang serupa, kegagalan untuk memperoleh keterampilan yang diperlukan untuk memisahkan kata-kata yang diucapkan menjadi suara yang terpisah untuk mencocokkan huruf-huruf yang mewakilinya. Oleh karena itu, tidak mungkin untuk membedakan subkelompok disleksia sebagai disleksia berdasarkan defisit fonologisnya. Dia kemudian mengkritik disleksia perkembangan sebagai masalah membaca spesifik yang secara selektif mempengaruhi membaca, tetapi tidak mempengaruhi pemrosesan sensorik dasar atau keterampilan kognitif non-membaca lainnya seperti pemahaman verbal dan penalaran non-verbal. Karena semua pembaca miskin menunjukkan defisit fonologis yang serupa, dia tidak melihat alasan untuk membedakan antara mereka yang membaca secara tak terduga lebih buruk daripada keterampilan lisan dan nonverbal mereka. Oleh karena itu, dia mengkritik definisi populer “ketidaksesuaian” untuk disleksia, yang mendefinisikan disleksia hanya untuk mereka yang memiliki kemampuan membaca di bawah rata-rata, non-membaca, verbal, dan non-verbal.

Secara umum, disleksia adalah ketidakmampuan belajar pada anak-anak yang ditandai dengan kesulitan membaca dan menulis. DSM V menyatakan bahwa istilah tersebut mengacu pada pola kesulitan belajar yang ditandai dengan ketepatan kata atau kelancaran dalam membaca, keterampilan decoding yang buruk, keterampilan mengeja yang buruk, dan pengamatan kesulitan belajar ini pada siswa selama minimal 6 bulan, Meskipun intervensi menargetkan kesulitan ini (American Psychiatric Association, 2013).

10.3.2 Karakteristik dari Disleksia

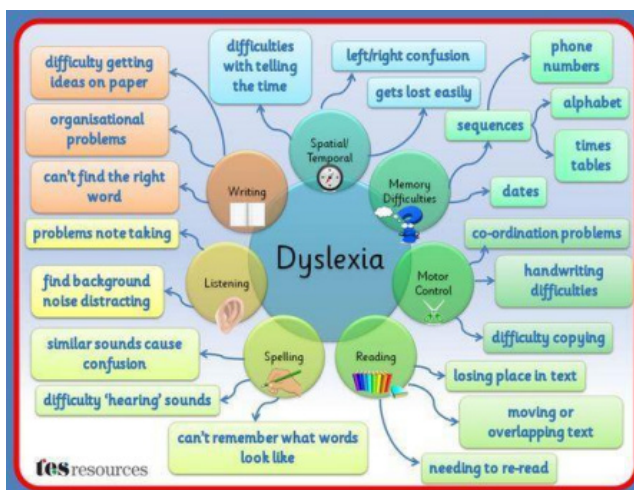
1. ada suatu keterlambatan dalam berbicara dan berbahasa
2. hambatan untuk mempelajari tugas-tugas sederhana yang melibatkan serangkaian kegiatan, seperti mengingat instruksi secara berurutan atau meniru bentuk yang terbuat dari manik-manik berwarna
3. memiliki masalah dalam pemusatan perhatian
4. ketidakmampuan untuk mengulang beberapa angka secara berurutan, kesulitan belajar puisi, gangguan perkembangan bahasa

Berikut adalah beberapa indikator utama yang harus diperhatikan. (Burton, 2018)

1. Membaca jauh di bawah tingkat yang diharapkan untuk usia anak sekolah dasar
2. Hilangkan beberapa atau semua kata saat membaca
3. Kesulitan mengenali kata-kata umum
4. Masalah dengan pengucapan bahasa asing saat membaca nyaring
5. Kesulitan berima
6. Menghadapi dan memahami masalah yang didengarnya
7. Kesulitan memahami cepat instruksi

8. Masalah mengingat urutan hal-hal, seperti daftar, nomor, nomor telepon, nama, tanggal, dll.
9. Ketidakmampuan untuk mengucapkan kata-kata yang tidak dikenal
10. Kesulitan mengeja
11. Kesulitan belajar bahasa asing
12. Kesulitan dengan kesadaran waktu
13. Ada masalah dengan kemampuan mereka untuk memproses teks. Misalnya, kode simbol, seperti huruf atau angka dalam alfabet.

Bagan Kesulitan Belajar Siswa Disleksia



Slaight, JK (2011).

10.3.3 Faktor Penyebab Disleksia

Faktor penyebab dari disleksia (Murniarti, 2020) adalah:

1. Faktor keturunan

Disleksia cenderung terjadi pada keluarga dengan anggota kidal. Namun, orang tua disleksia tidak secara otomatis mewariskan kesulitan ini kepada anak-anak mereka, atau anak-anak kidal pastilah disleksia.

2. Problem pendengaran sejak usia dini

Jika kesulitan mendengar berkembang lebih awal dan tidak terdeteksi, otak yang sedang berkembang dapat mengalami kesulitan untuk mengasosiasikan suara atau suara yang didengarnya dengan huruf atau kata yang dilihatnya. Padahal, perkembangan keterampilan menyimak sangat penting bagi perkembangan keterampilan berbahasa yang pada akhirnya menimbulkan kesulitan jangka panjang. Konsultasi dan pengobatan oleh dokter spesialis diperlukan.

3. Faktor kombinasi.

Itu adalah kombinasi dari dua hal di atas. Kombinasi dari faktor-faktor tersebut menyebabkan anak disleksia menjadi lebih parah atau parah, sehingga memerlukan perawatan yang menyeluruh dan berkelanjutan.

Pada dasarnya ada berbagai jenis disleksia. Temuan para ahli menunjukkan bahwa perbedaan variasi begitu nyata sehingga tidak ada pola atau standar baku yang benar-benar sesuai dengan semua karakteristik anak disleksia. Misalnya, anak disleksia memiliki masalah dengan ingatan jangka pendek, dan di sisi lain, beberapa anak memiliki ingatan yang sangat baik. Ada juga beberapa orang yang sangat pandai matematika, tetapi beberapa orang sangat miskin. Oleh karena itu, diperlukan bantuan ahli (psikolog) untuk menemukan solusi yang tepat.

Penyebab utama disleksia adalah otak. Ada beberapa alasan mengapa beberapa siswa kesulitan membaca, antara lain latar belakang keluarga, kurangnya materi literasi di rumah, kurangnya motivasi pada siswa, dan beberapa berasal dari kelemahan kognitif. Untuk dapat mendeteksi faktor ini, kualitas pengajaran membaca awal yang diberikan oleh banyak sekolah juga harus ditingkatkan, dan untuk menghadapinya diperlukan perlakuan khusus bagi anak yang memang mengalami disleksia (Joshi *et al.*, 2002).

10.3.4 Kaitan Disleksia dengan Bidang Lainnya

1. Penulisan Mata Pelajaran Lain.

Orang-orang disleksia sering mengalami kesulitan untuk mendapatkan ide-ide cepat tentang tulisan mereka. Kesulitan ejaan dan tata bahasa adalah masalah lain yang dihadapi banyak penderita disleksia dan banyak siswa ketika belajar menulis. Guru dan orang tua harus menggunakan berbagai sumber daya untuk membantu siswa mereka menjadi penulis yang lebih baik. Kesulitan ketiga yang dihadapi siswa disleksia dalam menulis adalah mengoreksi pekerjaan mereka sendiri. Ini mungkin karena siswa memiliki rentang perhatian yang pendek, siswa mengalami kesulitan mengakui dan melihat kesalahan mereka, atau mereka mengalami kesulitan membaca ulang tulisan tangan mereka sendiri karena kesalahan ejaan yang serius. Menulis adalah bidang yang sulit bagi penderita disleksia dan berkaitan erat dengan membaca. Bahkan hal-hal seperti membuat catatan bisa jadi sulit bagi siswa disleksia.

2. Matematika.

Siswa dengan disleksia cenderung lebih baik dalam matematika daripada membaca. Banyak orang mengalami kesulitan dengan masalah teks karena banyak alasan yang saya sebutkan di atas. Diskalkulia, bagaimanapun, adalah versi matematika dari disleksia. Disleksia dan diskalkulia sangat jarang terjadi. Diskalkulia melibatkan pencampuran angka dengan cara yang sama dengan kata-kata yang dicampur untuk siswa disleksia.

3. Ilmu Pengetahuan dan Ilmu Sosial.

Dalam hal sains dan studi sosial, siswa dengan disleksia sering mengalami kesulitan membaca dan memahami bahasa kompleks dalam teks. Orang dengan disleksia cenderung tampil lebih baik dalam mata pelajaran ini ketika mereka memiliki akses ke buku audio bacaan yang ditunjuk.

4. Kehidupan Sehari.

Dalam domain selain membaca, cenderung ada korelasi kuat antara gejala disleksia dan kehilangan memori jangka pendek. Hal ini dapat membuat sangat sulit untuk menghafal informasi tes, karena siswa dengan disleksia mengalami masalah memori selama tes. Kelemahan lain dari penderita disleksia mungkin adalah rasa arah dan kemampuan mereka untuk bernavigasi. Ini tidak biasa seperti kehilangan memori jangka pendek, tetapi masih terjadi dalam banyak kasus di Amerika Serikat. Siswa juga mengalami kesulitan membedakan antara kiri dan kanan ketika mereka memakai sepatu ketika mereka masih muda dan ketika mereka mengemudi saat dewasa. Selain itu, banyak orang mengalami kesulitan menyaring kebisingan latar belakang ketika melakukan hampir semua hal yang berhubungan dengan membaca dan menulis. Kesulitan berkonsentrasi dan manajemen waktu (kesulitan mengikuti jadwal) menjadi hambatan bagi siswa dengan disleksia untuk mengatasinya.

10.3.5 Keterkaitan *Neuroscience*/neuro Psikologi dengan Disleksia

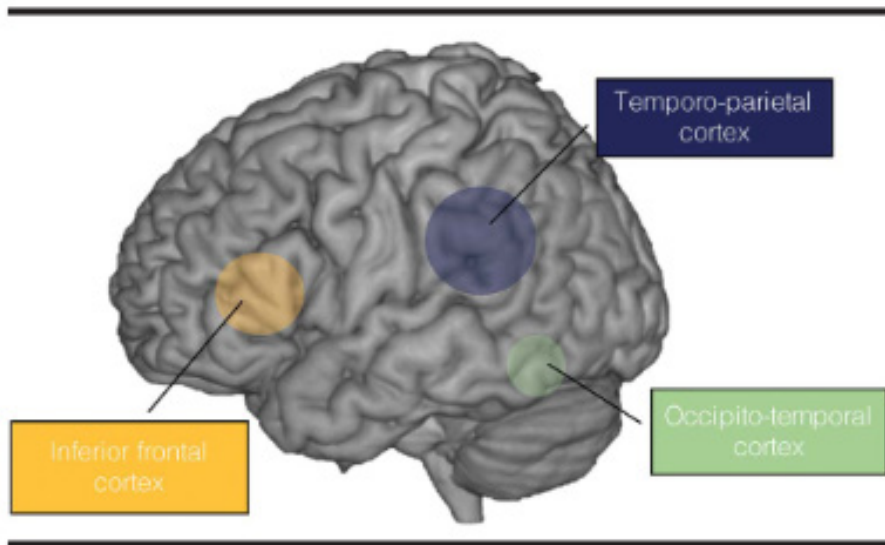
Ilmu Saraf Pendidikan (*Educational Neuroscience*). Ini mirip dengan ilmu saraf kognitif atau ilmu saraf afektif atau pekerjaan penelitian ilmu saraf kognitif sosial yang melibatkan organisasi otak fungsional persepsi, pembelajaran dan memori, pemikiran, emosi dan kognisi sosial. Tujuan langsung dari ilmu saraf kognitif manusia ini bukanlah untuk meningkatkan pemikiran, emosi, atau interaksi sosial, tetapi untuk menemukan bagaimana otak memberikan bakat manusia ini (Gabrieli, 2016).

1. Fungsi Otak dan Bacaan

Jaringan regional hemisfer kiri dianggap mendukung membaca, dan pola spesifik aktivasi saraf bergantung pada tuntutan tugas tertentu (Fiez & Petersen, 1998; Price & Mechelli, 2005). Membaca matang bergantung pada jaringan wilayah bahasa di belahan otak kiri, termasuk wilayah frontal, temporo-parietal, dan oksipitotemporal. Kerusakan lokal pada area individu dikaitkan dengan disleksia didapat (Fiez & Petersen, 1998). "Jaringan membaca" ini terspesialisasi selama pengembangan, dan aktivasi dalam jaringan ini dikaitkan dengan kemampuan membaca (Dehaene *et al.*, 2010).

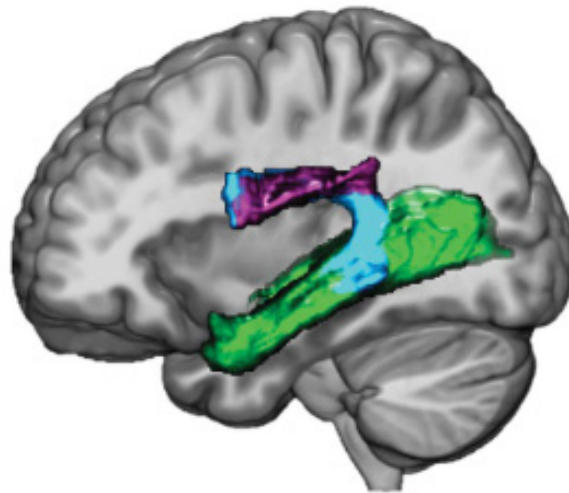
Korteks Occipito-Temporal

Figure 1. Brain regions that make up the reading network and show consistent functional and structural differences in individuals with dyslexia.



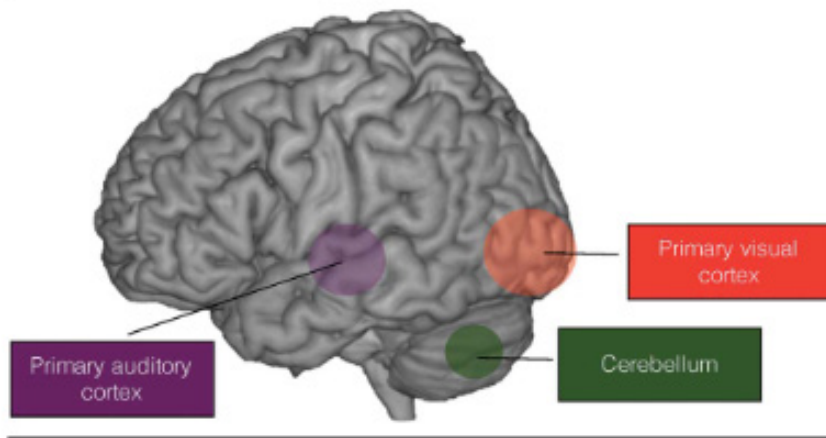
Korteks oksipitotemporal kiri dianggap penting dalam pemrosesan visual otomatis teks atau cetak (McCandliss, Cohen, & Dehaene, 2003). Aktivasi di area ini mungkin spesifik morfologis (relatif terhadap objek, wajah, dan persepsi visual lainnya) dan sering disebut sebagai “area morfologi visual” atau VWFA. Aktivasi bentuk spesifik wilayah ini konsisten di seluruh bahasa dan ortografi, yaitu penggunaan simbol tertulis atau tercetak untuk mewakili suara (Bolger, Perfetti & Schneider, 2005; Price, 2012). Studi fMRI telah menemukan aktivasi VWFA untuk ortografi “buram” (di mana huruf suara tidak sesuai, misalnya, bahasa Inggris) dan ortografi “transparan” (di mana huruf suara sesuai, misalnya, Spanyol; Bolger *et al.*, 2005) di wilayah ini. Aktivasi juga lebih tinggi daripada kata-kata yang diucapkan dan meningkat karena string kata semu menjadi lebih mirip kata (Price, 2012). VWFA tampaknya dimodulasi dengan cara seperti gradien, dengan peningkatan aktivasi ke lebih banyak rangsangan seperti kata di daerah yang lebih anterior (atau lebih dekat ke bagian depan otak) (Vinckier *et al.*, 2007). Kerusakan pada area ini dapat menyebabkan disleksia didapat (kehilangan total kemampuan membaca) pada individu yang sedang berkembang (Cohen *et al.*, 2003).

Figure 2. White matter tracts showing structural differences in dyslexia.



- Longitudinal fasciculus
 - Arcuate fasciculus
 - Superior longitudinal fasciculus
-

Figure 3. Brain regions outside the canonical reading network that show functional and structural differences in individuals with dyslexia.



2. Sejarah Konsep Neurologis Disleksia
Konsep neurologis dari disleksia didapat diusulkan oleh Rudolf Berlin pada tahun 1887. Dia menciptakan istilah “disleksia” untuk menggambarkan pasien stroke yang secara

selektif kehilangan kemampuan membaca tanpa kehilangan penglihatan atau pendengaran dasar, dan mempertahankan sebagian besar keterampilan kognitif lainnya, terutama bahasa lisan (Berlin, 1884). Dejerine bahkan menemukan seorang pasien yang tidak bisa membaca tetapi masih menulis – “Alexic dislexia” (1892).

Sejak itu, tiga karakteristik disleksia, kemampuan membaca normal yang terisolasi atau kemampuan umum yang tinggi dan kemungkinan dasar genetik, telah menjadi kriteria penting untuk definisi neurologis disleksia perkembangan.

Selanjutnya, pada awal abad ke-20, Hinshelwood dan Kerr di Inggris dan Orton di Amerika Serikat mengartikulasikan konsep kebutaan. Dalam bukunya *Congenital Word Blindness*, Hinshelwood (1917, p. 40) mendefinisikannya sebagai “cacat bawaan pada anak-anak dengan otak normal, tidak rusak, yang ditandai dengan kesulitan khusus dalam belajar membaca”. Semua ahli saraf ini setuju bahwa defisit utama adalah memori visual, terutama kata-kata dan huruf.

Namun, pada tahun 1930-an, istilah “buta” tidak lagi disukai dan “disleksia” menjadi lebih sering digunakan, karena menjadi jelas bahwa tidak semua anak-anak ini memiliki masalah penglihatan (Mac Meeken, 1939; Norrie, 1939). Kemudian pada tahun 1950-an, dengan diperkenalkannya ide-ide revolusioner Noam Chomsky tentang tata bahasa universal dan fonologi generatif rekursif (1955), disleksia sepenuhnya ditata ulang sebagai sarana untuk memperoleh keterampilan fonologis. Akibatnya, itu telah menjadi bahasa, “psikologis” daripada penyakit neurologis, dan telah diambil alih oleh psikolog bahasa dan pendidikan, banyak dari mereka tampaknya percaya bahwa proses saraf yang bertanggung jawab atas defisit ini relatif tidak penting.

3. Ilmu Saraf dan Genetika

Temuan Sampai saat ini, sembilan varian genetik telah dikaitkan secara signifikan dengan disleksia (Carrion-Castillo, Franke, & Fisher, 2013). Meskipun lebih banyak varian genetik tidak diragukan lagi akan ditemukan karena ukuran sampel mencapai ribuan yang diperlukan untuk analisis asosiasi genom yang sukses, ini menegaskan intuisi Pringle Morgan tentang dasar disleksia yang diturunkan dan sangat mendukung bahwa perbedaan otak mengarah pada perspektif disleksia. Masalah kosakata, karena gen mengkode protein yang membentuk otak, neuron, lokasinya di dalamnya, dan interkoneksinya.

4. Teori Fonologi Disleksia

Saat ini, hipotesis utama mengenai penyebab masalah membaca anak adalah teori fonetik (Frith, 1985; Liberman, 1983; Snowling, 1991). Teori yang paling sukses menjelaskan tubuh pengetahuan yang mereka libatkan dalam mekanisme yang sudah kita pahami. Jadi, untuk disleksia, kita memerlukan teori untuk menjelaskan mengapa anak-anak gagal memperoleh keterampilan membaca yang mereka butuhkan, berdasarkan proses saraf yang mendasarinya. Tetapi teori fonetik hanya menyatakan bahwa anak-anak tidak belajar membaca karena mereka belum memperoleh keterampilan yang diperlukan untuk membaca.

Artinya, itu bisa disebut tautologi. Memisahkan bunyi kata ke dalam fonem penyusunnya agar sesuai dengan simbol tertulis yang mewakilinya adalah inti dari membaca, jadi teori fonetik tampaknya mengatakan lebih banyak menggunakan kata-kata yang berbeda daripada yang tidak bisa dibaca oleh anak-anak ini. Namun, mengajar fonik anak secara sistematis telah terbukti membantu banyak anak yang tidak dapat belajar membaca (Ehri *et al.*, 2001). Tetapi efeknya pada anak-anak di atas 8 tahun sangat minim, dan tidak jelas apakah pendekatan ini akan membantu banyak pembaca dengan disleksia, yang masalahnya biasanya didiagnosis pada usia ini. Saya berpendapat bahwa interpretasi ucapan diatur terlalu tinggi pada tingkat perilaku untuk memberikan banyak kekuatan interpretasi.

5. Pemrosesan Temporal

Sekarang diakui oleh banyak orang bahwa penyebab utama dari masalah membaca spesifik pada penderita disleksia adalah kelemahan mereka dalam pemrosesan temporal, yang menyebabkan kesulitan dengan urutan linier suara dan huruf dalam kata-kata (Goswami, Power, Lallier, & Facoetti, 2014). Membaca membutuhkan kemampuan untuk melacak perubahan suara dalam kata-kata yang diucapkan secara real time dan untuk dapat melacak urutan huruf dalam kata-kata tertulis dengan mata atau dengan perhatian visual yang terkonsentrasi (Stein, 1993). Penting untuk pengembangan keterampilan ini adalah pemrosesan temporal pendengaran dan visual yang tepat, kemampuan untuk secara akurat melacak perubahan dalam amplitudo dan frekuensi bicara, dan gerakan mata yang tepat atau gerakan pengalihan perhatian yang memungkinkan huruf yang benar dalam urutan ucapan kata. Sekarang ada banyak bukti bahwa kegagalan untuk memperoleh kemampuan ini untuk secara akurat mengurutkan urutan suara dalam bahasa lisan, dan urutan huruf dalam kata-kata tertulis, yang merupakan karakteristik disleksia, yang mungkin mendasari banyak kekurangan mereka masalah membaca (Francisco, Jesse, Groen, dan McQueen, 2017; Stein, 1993).

6. Urutan Pendengaran

Empat puluh lima tahun yang lalu, Paula Tallal menggunakan tugas *Auditory Temporal-Order Judgement* (TOJ) untuk menunjukkan bahwa anak-anak dengan beberapa kesulitan bahasa memerlukan lebih banyak waktu untuk menentukan urutan tiga nada yang benar daripada anak-anak yang berkembang sesuai dengan usia (Tallal & Piercy, 1973). Tak lama kemudian, ia menunjukkan bahwa hal yang sama berlaku untuk anak-anak disleksia yang skornya pada tugas TOJ memprediksi keterampilan membaca non-kata (fonologis) mereka (Tallal, 1980). Jelas bahwa kemampuan untuk melacak urutan bunyi dalam kata-kata dengan cepat dan akurat sangat penting untuk membentuk representasi yang andal dari bentuk fonetiknya dalam memori.

Pemrosesan temporal pendengaran yang lambat adalah salah satu ciri disleksia dan dapat menyulitkan mereka untuk mengembangkan keterampilan fonologis. Demikian juga, pemrosesan pendengaran yang melambat dan pemrosesan visual yang melambat dapat

menyebabkan defisit penamaan yang cepat, yang paling menonjol pada penderita disleksia (Wolf & Bowers, 1999).

Cara lain untuk menilai pemrosesan pendengaran temporal adalah dengan mengukur kepekaan terhadap perubahan frekuensi dan amplitudo yang menjadi ciri batas kata, suku kata, dan fonemik. Selain itu, anak-anak dengan disleksia secara konsisten menunjukkan sensitivitas yang lebih rendah terhadap modulasi amplitudo yang menjadi ciri ritme bicara (Kuppen, Huss & Goswami, 2014).

Kesulitan pemrosesan temporal pendengaran ini juga dapat diukur, mungkin lebih objektif, dengan menggunakan teknik nutrisi elektronik. McAnally dan Stein (1997) menunjukkan bahwa orang dewasa dengan disleksia memiliki "*Amplitudo Modulation Following Response*" (AMFR) kortikal yang berkurang, dan bahwa AMFR pada individu-individu ini sangat prediktif terhadap keterampilan fonologis mereka. Sekali lagi, hasil ini dikonfirmasi dan diperluas selama 18 tahun ke depan (Goswami et al., 2002; Power, Colling, Mead, Barnes, & Goswami, 2016). Yang penting, Nina Krauss menunjukkan bahwa defisit ini juga dapat diperhatikan di tingkat batang otak (Hornickel & Kraus, 2013), sehingga menegaskan bahwa ini adalah kesulitan pemrosesan temporal tingkat rendah yang sebenarnya. Seperti yang akan kita lihat nanti, ini konsisten dengan hipotesis bahwa defisit pendengaran adalah konsekuensi dari kesulitan perkembangan dalam sistem pendengaran sementara/"magnoselular" yang bertanggung jawab atas resolusi pendengaran temporal.

7. Pengurutan Visual

Sampai tahun 1950-an, Pringle Morgan dan sebagian besar ahli saraf menganggap disleksia perkembangan sebagai kata atau simbol untuk "kebutaan". Seperti yang telah kita lihat, kepercayaan ini memberi jalan pada hipotesis fonetik pada paruh kedua abad ke-20. Tetapi kebanyakan orang yang bekerja dengan pembaca yang kesulitan di sekolah dan klinik sangat menyadari bahwa banyak anak dengan disleksia tampaknya tidak dapat "melihat" huruf dan kata dengan benar (Lachmann & van Leeuwen, 2014; Singleton & Henderson, 2007);

8. Sistem

Magnoselular *Input* sistem transien/magnoselular visual menyediakan input visual utama ke otak kecil untuk mengontrol gerakan mata dan alokasi perhatian visual (Glickstein, Stein, dan King, 1972). Banyak anak dengan tumor serebelar awalnya muncul karena kehilangan kemampuan membaca cepat. Ketika gerakan mata anak-anak ini diperiksa, alasannya menjadi jelas. Mata mereka tidak bisa tetap fokus pada cahaya target, tetapi bergerak tanpa kendali, acak, dan ke mana-mana. Kontrol ini umum terjadi setelah kerusakan serebelar, karena input magnoselular visual tidak lagi secara efektif mengontrol mata. Ketika anak-anak mencoba membaca teks, mereka mengeluh bahwa huruf-huruf itu tampak bergerak begitu banyak sehingga mereka tidak dapat melihat apa huruf-huruf itu atau apa artinya. Anak-anak dengan disleksia mungkin memiliki masalah dengan kontrol mata, mengakibatkan persepsi visual yang tidak stabil—oscillopsia, sehingga sulit untuk belajar membaca.

Pada tahun 1980, Bill Lovegrove (Lovegrove, Bowling, Badcock, & Blackwood, 1980) pertama kali menyarankan bahwa perkembangan sistem transien visual (sekarang dikenal sebagai sistem magnoseluler visual) terganggu pada anak-anak dengan disleksia. Tetapi baru pada tahun 1991 (Livingstone *et al.*, 1991) dua pengamatan meyakinkan diterbitkan bahwa temuan Lovegrove mendapat perhatian luas, yang selanjutnya menghubungkan kesulitan dengan fungsi makroseluler visual dengan disleksia. Pertama, pada lima otak disleksia yang diperiksa postmortem secara histologis, lapisan sel besar dari Nukleus Genikulatum Lateral (LGN), nukleus talamus yang mentransmisikan input visual ke korteks visual, adalah yang pertama, dibandingkan dengan lima otak kontrol. Selama hampir 25 tahun, pengamatan ini tetap tidak berdasar; namun, pencitraan resonansi magnetik baru-baru ini telah ditingkatkan secara signifikan dengan pengenalan magnet 7 Tesla yang lebih kuat, yang mampu mencapai resolusi anatomi submilimeter yang diinginkan. Giraldo-Chica dkk. (2015) dengan demikian dapat menunjukkan, pada 13 orang dewasa dengan disleksia, bahwa LGN secara signifikan lebih tipis di lapisan sel pra-besar dibandingkan dengan kontrol. Pengamatan penting kedua oleh Livingstone *et al* (1991) adalah bahwa pada lima anak disleksia berusia 27 tahun, *Event-Related Potentials* (ERP) yang ditimbulkan oleh kisi-kisi berkedip kontras rendah yang dirancang untuk secara selektif merangsang sistem magnoseluler visual secara signifikan berkurang dibandingkan dengan yang direkam oleh tujuh pembaca kontrol.

9. Teori Magnoseluler dari Disleksia Perkembangan

Digeneralisasi dari kasus visual, teori tersebut mengusulkan bahwa alasan utama untuk pemrosesan temporal yang buruk, dan dengan demikian kurangnya urutan pada disleksia, adalah kesulitan dalam mengembangkan neuron tipe magnoseluler di seluruh otak.

Magnocells membentuk sekitar 10% dari semua neuron di otak dan hadir di semua struktur sistem saraf pusat, termasuk korteks, talamus, batang otak, dan terutama inti serebelum (Hockfield & McKay, 1983). Mereka dapat diidentifikasi tidak hanya dengan ukurannya yang besar (di retina mereka menutupi sekitar 25-50 kali luas sel yang lebih kecil), pelepasan frekuensi tinggi, kecepatan konduksi tinggi dan respons cepat, tetapi juga dengan ekspresi mereka untuk mengidentifikasi permukaan tertentu molekul tanda tangan, seperti CAT301, di jaringan saraf yang mengelilinginya dan mungkin meningkatkan presisi sinaptiknya. Dengan demikian, mereka membentuk sistem yang koheren dalam sistem pendengaran, visual, somatosensori, proprioseptif dan motorik yang didedikasikan untuk pemrosesan temporal. Sekarang ada bukti kuat bahwa sistem gagal berkembang di disleksia (Stein, 2001). Pada sekitar setengah dari penderita disleksia, kesulitan tampaknya mendominasi sistem sel visual, dengan sisanya terutama mengalami masalah pendengaran.

10. Tes Magnoseluler dan Disleksia

Jika defisit magnoseluler umum memang merupakan penyebab signifikan disleksia dibandingkan dengan jenis disleksia lainnya, solusi untuk pertanyaan pelik apakah disleksia benar-benar dapat dibedakan dari penyebab lain disleksia mungkin muncul, daripada

membaca tingkat lanjut atau fonologis, dapat digunakan sebagai biomarker endofenotipik untuk mendiagnosis disleksia “sejati”, daripada kegagalan membaca yang didorong secara sosial. Ini telah menunjukkan janji. Sensitivitas gerakan visual dapat dengan mudah diukur sebagai indikator fungsi selular pada ulkus visual dan telah ditemukan terganggu pada banyak orang dengan disleksia. TOJ berbasis pendengaran bisa relatif sederhana untuk dikembangkan pada anak-anak. Seperti yang telah kita lihat, banyak anak dengan disleksia melakukan ini dengan buruk, dan tingkat defisit mereka memprediksi seberapa baik mereka akan melakukan tes fonologi.

10.4 Kesulitan Belajar Diskalkulia

10.4.1 Pengertian Diskalkulia

Diskalkulia merupakan kesulitan belajar dalam memahami matematika, termasuk tentang simbol-simbol matematika. Diskalkulia pertama kali diidentifikasi dalam sebuah studi kasus di mana seorang pasien menjadi cacat dalam beberapa aritmatika karena kerusakan pada area otak tertentu.

Kesulitan belajar matematika sering disebut dengan istilah diskalkulia. Menurut Lerner (1998) (dalam Abdurrahman, 2012: 430), istilah diskalkulia memiliki arti medis dan berhubungan dengan kesulitan pada susunan saraf pusat.

Penelitian terbaru menunjukkan bahwa diskalkulia juga dapat berkembang, dan dapat terkait secara genetik, mempengaruhi ketidakmampuan seseorang untuk memahami, mengingat, atau memanipulasi fakta numerik (misalnya, tabel perkalian).

Diskalkulia erat kaitannya dengan pemrosesan informasi numerical, seiring perkembangan ilmu *neuroscience* (*neuropsikologi*) proses kerja neuron dan kerja otak yang berhubungan erat dengan keberhasilan pemrosesan informasi numerikal ini telah diketahui.

Sebelum perkembangan ilmu saraf, informasi tentang pemrosesan angka hanya informasi tentang pemrosesan simbol, aritmatika, aritmatika mental, dan analogi, tidak didukung oleh informasi tentang cara kerja otak dan neuron. Psikolog telah mengenali kemampuan ini untuk memproses informasi digital dan gangguan yang ada pada anak-anak dengan diskalkulia. Hanya dengan perkembangan ilmu saraf yang tidak diketahui sampai awal 2000-an bagian mana dari otak atau fungsi neuron yang bekerja.

Anak yang mengalami kesulitan belajar matematika bukan tidak mampu belajar, tetapi memiliki kesulitan tertentu yang membuat mereka tidak siap untuk belajar. Anak-anak dengan diskalkulia disebabkan oleh ketidakmampuan mereka untuk membaca, membayangkan, dan mengintegrasikan pengetahuan dan pengalaman, terutama dalam hal memahami cerita. Anak diskalkulia belum bisa mencerna fenomena yang masih abstrak.

Seringkali, sesuatu yang abstrak harus divisualisasikan atau dibuat konkret sebelum mereka dapat mencernanya. Selain itu, anak mengalami kesulitan belajar matematika karena pengelolaan kegiatan pembelajaran yang tidak memotivasi siswa untuk belajar, kecenderungan menggunakan metode pembelajaran konvensional, ceramah dan pemberian tugas. Guru kurang mampu memotivasi siswa. Metode atau strategi pembelajaran yang diberikan tidak tepat.

10.4.2 Karakteristik Diskalkulia

Banyak anak yang didiagnosis dengan diskalkulia gagal secara akademis dan akhirnya tidak dapat belajar matematika atau merasa tidak mampu untuk belajar matematika. Gejalanya meliputi:

1. Penglihatan yang lemah atau proses visual dan masalah spasial (kemampuan untuk memahami bentuk ruang), termasuk kesulitan memasukkan angka di kolom kanan.
2. Kesulitan menyortir, seperti ketika diminta menyebutkan urutan angka. Bingung dengan keputusan, masih ada waktu untuk tersesat (kebingungan masa lalu dan masa depan)
3. Sulit membedakan dua angka yang bentuknya hampir sama, seperti angka 7 dan 9, atau angka 3 dan 8. Beberapa anak juga mengalami kesulitan menggunakan kalkulator.
4. Umumnya, anak dengan diskalkulia memiliki kemampuan berbahasa yang normal (berbicara, membaca, menulis, atau mengingat kalimat tertulis).
5. Kesulitan memahami konsep waktu dan arah. Hal ini menyebabkan mereka sering terlambat ke sekolah atau acara.

Pengujian diskalkulia dapat dilakukan pada usia dini atau dapat disesuaikan dengan perkembangan usia. Anak usia 4-5 tahun biasanya tidak perlu tahu konsep angka, cukup konsep berhitung. Sedangkan anak usia 6 tahun ke atas umumnya menggunakan simbol plus (+) dan minus (-) untuk mengenalkan konsep bilangan. Jika seorang anak mengalami kesulitan mengenali konsep angka pada usia 6 tahun, ia mungkin mengalami kesulitan menghitung nanti. Anak yang mengalami kesulitan berhitung memiliki beberapa ciri, yaitu:

1. Terganggu dalam Hubungan Keruangan.

Anak tunagrahita sering mengalami hambatan ketika berdebat dengan lingkungan sosialnya, yang seringkali tidak membantu mereka dalam menerapkan situasi komunikasi yang baik. Hal ini dipengaruhi oleh anak itu sendiri, seperti hilangnya fungsi otak, dan mungkin juga dipengaruhi oleh lingkungan eksternal anak. Lingkungan sosial tidak dapat membatasi terjadinya komunikasi. Masalah tersebut dapat menyebabkan anak mengalami masalah dalam memahami konsep-konsep hubungan keruangan. Pertanyaan ini dapat membingungkan pemahaman anak tentang keseluruhan sistem bilangan. Anak juga tidak bisa merasakan jarak antara angka pada penggaris atau garis bilangan, dan jika angka 3 lebih dekat dengan angka 4 daripada angka 6, anak mungkin tidak menyadari atau memahaminya.

2. Abnormalitas Persepsi Visual

Anak-anak dengan kesulitan matematika sering mengalami masalah melihat dengan jelas hubungan antara objek dan kelompok. Kemampuan *me-review* berbagai item dalam kelompok merupakan awal yang sangat penting agar anak dapat dengan cepat mengetahui

berapa item yang ada dalam kelompok. Anak tunanetra akan menghadapi masalah jika diminta menghitung dua kelompok benda yang masing-masing terdiri dari empat sampai lima anggota. Anak dengan kondisi ini akan menghitung setiap anggota kelompok satu per satu kemudian dijumlahkan. Masalah yang dapat ditemukan pada anak tunanetra adalah ketidakmampuan membedakan bentuk geometris.

3. Asosiasi Visual Motor

Anak yang mengalami kesulitan belajar matematika seringkali tidak dapat mengurutkan benda dengan mengacu pada jumlah benda. Anak-anak yang menghadapi masalah ini sering memberi kesan bisa menghafal angka tetapi tidak mengerti artinya.

4. Perseverasi

Kesulitan ini membuat anak fokus pada satu objek dalam jangka waktu yang relatif lama.

5. Kesulitan Mengenal dan Memahami Simbol

Ini dipengaruhi oleh kesulitan memori, tetapi mungkin juga dipengaruhi oleh masalah dengan persepsi visual.

6. Kesulitan Penghayatan Tubuh

Anak yang mengalami kesulitan belajar matematika cenderung menunjukkan masalah dengan citra tubuh. Anak-anak akan sulit memahami hubungan antara bagian-bagian tubuhnya.

7. Kesulitan dalam Bahasa dan Membaca

Johnson & Myklebust (1967) menganggap matematika sebagai bahasa simbolik (Abdurrahman, 2012). Oleh karena itu, bahasa mempengaruhi keahlian matematika anak. Masalah membaca dalam tugas dalam bentuk teks membutuhkan keahlian membaca untuk memecahkan masalah dengan benar. Akibatnya, anak disleksia akan menghadapi kesulitan dalam menyelesaikan soal matematika berupa soal teks bacaan. Skor Performance IQ Jauh Lebih Rendah daripada Skor Verbal IQ Hasil skor intelegensi menggunakan tes WISC (Wechsler Intelligence Scale for Children) menunjukkan dalam belajar anak memiliki skor PIQ (Performance Intelligence Quotient) yang lebih rendah daripada skor VIQ (Verbal Intelligence Quotient).

Gejala pada anak dengan diskalkulia (Murniarti, 2020):

1. Tingkat bahasa dan perkembangan lainnya normal. Biasanya memiliki memori visual yang baik saat merekam kata-kata tertulis.
2. Sulit untuk melakukan matematika. Sertakan, misalnya, perubahan atau transaksi yang sulit dihitung. Anak-anak menjadi takut untuk mengambil uang atau menghindari transaksi.
3. Kesulitan melakukan proses matematika seperti penjumlahan, pengurangan, dan pembagian, dan kesulitan memahami konsep bilangan atau barisan.

4. Terkadang mengalami orientasi atau arah waktu.
5. Menekan penggunaan konsep abstrak tentang waktu. Misalnya, dia bingung saat menyortir peristiwa masa lalu atau masa depan.
6. Kesulitan dalam pelajaran musik karena sulit memahami notasi, urutan nada, dan sebagainya.
7. Mungkin mengalami kesulitan dalam aktivitas fisik karena bingung mengikuti aturan main yang terkait dengan sistem penilaian.

10.4.3 Penyebab Diskalkulia

Diskalkulia diperkirakan mewakili sekitar 3-6% dari populasi global dengan berbagai tingkat IQ. Diskalkulia sering dikaitkan dengan *Attention Deficit Hyperactivity Disorder* (ADHD). Ini mengacu pada penelitian yang menunjukkan bahwa satu dari empat orang dengan diskalkulia juga ADHD. Sejauh ini, satu-satunya alasan diskalkulia mempengaruhi 3-6 dari 100 orang adalah genetika. Ini juga yang membedakan diskalkulia dengan akalkulia. Akalkulia adalah orang yang tidak dapat memproses informasi matematika karena kerusakan otak (brain damage), dan diskalkulia diturunkan dari generasi ke generasi. Beberapa hipotesis yang terkait dengan penyebab diskalkulia selain faktor genetik adalah kelahiran prematur dan konsumsi alkohol selama kehamilan, tetapi ini bukan referensi yang akurat. Hipotesis lain yang terkait dengan penyebab diskalkulia adalah faktor psikologis, yang mungkin disebabkan oleh trauma atau ketakutan yang berlebihan terhadap matematika, yang mungkin disebabkan oleh pengalaman buruk yang terkait dengan pembelajaran matematika.

Faktor penyebab kesulitan belajar (Murniarti, 2020) adalah:

1. Kesulitan pada proses visual atau penglihatan.
2. Kesulitan dalam proses mengurut informasi.

Matematika memang perlu menyelesaikan prosedur secara tertib dan mengikuti aturan-aturan tertentu, sehingga jika informasi sulit untuk dikategorisasikan, yang erat kaitannya dengan proses memori, maka anak akan kesulitan mengikuti dan mengikuti prosedur saat menyelesaikan soal matematika.

3. Fobia matematika.

Keyakinan bahwa seorang anak tidak dapat mengerjakan matematika dapat menimbulkan sikap negatif terhadap matematika. Fobia ini mungkin akibat trauma di kelas matematika, jadi dia kehilangan kepercayaan pada hal-hal yang berhubungan dengan matematika.

10.4.4 Permasalahan pada Anak Diskalkulia

Banyak masalah yang terjadi pada anak yang mengalami kesulitan belajar matematika. Menurut Linnell (2017), diskalkulia di rumah dan sekolah menghadirkan beberapa masalah, yaitu:

1. Anak-anak usia prasekolah di rumah. Anak-anak prasekolah memiliki masalah di rumah, seperti: (1) kesulitan mengingat alamat atau nomor telepon Anda meskipun

- telah berlatih berulang kali, (2) ketidakmampuan untuk menghubungkan angka dengan jumlah barang; misalnya, Anda membiarkan anak berusia 4 tahun memasukkan tiga garpu di atas meja, mereka hanya mengambil sebanyak yang mereka bisa, (3) mengalami kesulitan memahami berlalunya waktu; misalnya, anak Anda mungkin mengeluh bahwa mereka telah duduk untuk makan malam selama berjam-jam padahal sebenarnya mereka berada di meja selama beberapa menit.
2. Anak-anak usia prasekolah di sekolah. Anak prasekolah mengalami masalah di sekolah seperti: (1) kesulitan menunggu giliran karena tidak memahami berlalunya waktu, (2) belajar berhitung sampai sepuluh membutuhkan waktu lebih lama dibandingkan anak lain seusianya, (3) kesulitan melakukan Aktivitas kategori. Misalnya, mereka mungkin mengalami kesulitan menyortir item berdasarkan warna, bentuk, atau jenis objek.
 3. Anak-anak usia sekolah dasar di rumah. Pada usia sekolah dasar, anak-anak memiliki masalah di rumah seperti: (1) tidak suka bermain permainan angka seperti Chutes and Ladders, Monopoly Jr. dan kebanyakan permainan kartu, (2) menghabiskan waktu berjam-jam setiap malam mengerjakan pekerjaan rumah matematika atau berbasis angka, (3) mengalami kesulitan menulis. (4) masih bingung dengan petunjuk dasar seperti kiri dan kanan.
 4. Anak-anak usia sekolah dasar di sekolah. Di sekolah dasar, anak-anak mengalami masalah di sekolah, seperti: (1) kesulitan melihat waktu pada jam analog, (2) kesulitan menangani hubungan kuantitatif seperti masalah lebih besar dan lebih kecil, (3) kesulitan mempelajari fakta matematika dasar, (4) tertinggal jauh di belakang rekan-rekan dalam matematika.
 5. Anak-anak usia sekolah menengah pertama di rumah. Pada usia sekolah menengah, anak-anak mengalami masalah di rumah seperti; (1) kesulitan mengingat skor permainan, (2) masih tampak tidak tahu berapa banyak waktu yang telah berlalu, (3) kesulitan bermain yang melibatkan permainan perhitungan matematika, (4) menghabiskan waktu berjam-jam mengerjakan pekerjaan rumah matematika, dan pekerjaan lain yang melibatkan keterampilan matematika, petunjuk arah, perkiraan, atau pengukuran.
 6. Anak-anak usia sekolah menengah pertama di sekolah. Pada usia sekolah menengah, anak memiliki masalah di sekolah seperti: (1) masalah kata yang sangat sulit, (2) masih menghitung masalah matematika dengan jari mereka, (3) terus berjuang untuk mengingat fakta-fakta matematika dasar seperti tabel perkalian atau pembagian, meskipun menghabiskan banyak waktu untuk mempelajarinya, (4) mampu mempelajari fakta baru tetapi cepat melupakannya, (5) mengalami kesulitan menemukan pola matematika.
 7. Anak-anak usia sekolah menengah atas di rumah. Selama sekolah menengah, anak-anak mengalami masalah di rumah seperti: (1) berjuang dengan jam malam atau

ekspektasi waktu lainnya, (2) tampak tidak mampu menganggarkan uang saku, (3) kesulitan memprediksi berapa lama suatu kegiatan akan berlangsung, (4) pertanyaan berbasis matematika umumnya dihindari dalam percakapan dan kehidupan sehari-hari.

8. Anak-anak usia sekolah menengah atas di sekolah. Pada usia sekolah menengah, anak mengalami masalah di sekolah, seperti: (1) sering terlambat masuk kelas, (2) gugup mengingat kelas mana yang harus masuk pada saat itu, (3) kesulitan menyesuaikan diri dengan jadwal yang berbeda, (4) masih menggunakan kalkulator untuk operasi matematika dasar menghadapi aspek fisik, intelektual, psikologis, emosional, dan sosial, dalam konteks guru (pendidik) dan pendidik memberikan layanan pendidikan yang disesuaikan dengan kebutuhan khusus anak (Kustawan dan Hermawan, 2013: 93). Kegiatan identifikasi antisipatif adalah metode atau tekad untuk mengidentifikasi gejala masalah yang dialami siswa, baik psikologis maupun lingkungan. Masalah yang dapat diidentifikasi dianggap sebagai masalah internal atau eksternal siswa. Hal tersebut di dukung oleh pernyataan Pesova, dkk (2014) bahwa identifikasi menjadi proses penting dalam pembelajaran.

10.4.5 Intervensi Diskalkulia

Mengatasi diskalkulia dapat menggunakan pengobatan dan pendidikan remedial, dengan tujuan mengesampingkan masalah yang dihadapi sehingga dapat membantu mencapai potensi anak secara maksimal. Pengobatan diskalkulia harus sesuai usia atau sesuai usia.

Ada banyak hal yang dapat Anda lakukan untuk mengobati diskalkulia, termasuk: Gunakan gambar, grafik, atau kata-kata untuk membantu anak Anda memahami. Jadikan kelas matematika menyenangkan. Anda dapat menggunakan media komputer atau kalkulator. Berolahragalah secara terus menerus dan teratur. Cara mengatasi diskalkulia bisa dengan meremajakan memori dengan mengubah pembelajaran, misalnya menggunakan warna yang mewakili angka.

Anak-anak dengan kesulitan belajar tidak selalu bodoh, tetapi mereka dapat mengembangkan gangguan komunikasi, sosial dan kreatif seperti anak-anak dengan autisme. Diskalkulia juga dapat dikaitkan dengan ketidakseimbangan orientasi belahan otak kiri dan kanan, yang mengakibatkan kesulitan dalam orientasi matematika.

Aktivitas fisik diduga terkait dengan anak-anak yang mengalami kesulitan dengan geometri atau membangun ruang. Juga dikatakan bahwa diskalkulia terkait dengan gangguan gerakan dan oleh karena itu dapat diobati untuk memperbaiki saraf motorik.

Senam otak tersedia sebagai salah satu bentuk terapi bagi anak dengan diskalkulia. Senam otak adalah serangkaian gerakan yang akan merangsang aspek-aspek tertentu dari otak dan membantu belahan otak kiri dan kanan bekerja sama. Hal ini akan mengoptimalkan penggunaan seluruh bagian otak dalam proses pembelajaran atau aktivitas lainnya dan menghilangkan ketidakmampuan belajar. Senam otak umumnya digunakan untuk mengatasi

berbagai kesulitan pada anak, seperti reaksi hipersensitivitas, ADD (*Attention Difficulty Disorder* atau kesulitan pemusatan perhatian), EH (*Emotional Handicaps* atau kesulitan emosional), FAS (*Fetal Alcohol Syndrome* atau sindrome bayi) dan LD (*Learning Disabilities* atau gangguan kemampuan belajar) atau Ketidakmampuan Belajar). Senam otak mungkin menjadi kegiatan favorit anak sebelum belajar karena menyenangkan dan mudah untuk dilakukan. Beberapa keuntungan dan manfaat senam otak antara lain:

1. Anak dapat belajar dengan nyaman dan tanpa stres
2. Waktu yang dibutuhkan untuk senam otak cukup singkat sehingga tidak mengganggu proses belajar
3. Tidak perlu tempat dan bahan khusus, senam otak bisa dilakukan kapan saja, dimana saja
4. Senam otak dapat digunakan untuk membantu dalam segala situasi, baik dalam belajar maupun dalam kehidupan sehari-hari
5. Senam otak pada gilirannya dapat meningkatkan kepercayaan diri anak
6. Senam otak segera dan sangat efektif untuk menangani anak-anak dengan ketidakmampuan belajar atau stres belajar pada anak-anak
7. Senam otak diakui sebagai salah satu teknik belajar terbaik versi "*National Learning Foundation USA*" dan praktik senam otak telah menyebar ke seluruh dunia.

Senam Otak untuk anak diskalkulia. Gerakan yang disarankan adalah

1. *Calf pump* (pompa betis)

Persiapan: Anda membutuhkan kursi atau dinding untuk melakukannya. Langkah-langkah:

- 1) Berdiri dan letakkan kedua tangan pada dinding atau sandaran kursi.
- 2) Tekuk kaki kanan ke depan dan luruskan kaki kiri ke belakang hingga membentuk garis lurus dengan punggung.
- 3) Angkat tumit kaki kiri Anda dan rasakan berat tubuh Anda ditopang oleh kaki kanan Anda lalu bernapas perlahan.
- 4) Kemudian tekan tumit kiri Anda ke lantai, rasakan berat tubuh Anda sekarang didukung oleh kaki kiri Anda lalu hembuskan perlahan.
- 5) Ulangi beberapa kali, rasakan gerakannya seolah-olah Anda sedang memompa air dengan betis Anda. Semakin Anda menekuk lutut ke depan, semakin Anda akan merasakan peregangan pada otot-otot di bagian belakang betis Anda.
- 6) Ulangi gerakan ini 3 kali, lalu ganti kaki. Manfaat: Menarik otot dan saraf di bagian belakang tulang belakang, membuat anak lebih siap memperhatikan, fokus, dan waspada.

2. *Gravity Glider* (luncuran gravitasi)

Persiapan: Anda perlu menyediakan kursi di mana anak dapat berlatih gerakan ini dengan nyaman. Langkah-langkah:

- 1) Minta anak duduk di kursi sambil meluruskan kaki.
- 2) Silangkan kaki kanan di atas kaki kiri
- 3) Bungkukkan badan ke depan
- 4) Julurkan tangan dan tundukkan kepala
- 5) Kemudian biarkan lengan terjulur ke berbagai arah yang bisa dicapai anak.
- 6) Setelah itu, regangkan tangan Anda ke bawah dan ke depan sambil menghembuskan napas dalam gerakan seperti menyembah. Kemudian angkat lengan dan bagian tubuh Anda saat Anda menarik napas.
- 7) Lakukan gerakan ini 3 kali, lalu ganti kaki. Manfaat: Mengaktifkan otak untuk rasa keseimbangan dan koordinasi, meningkatkan organisasi dan meningkatkan energi.

3. *Neck roll* (putaran leher)

Langkah-langkah:

- 1) Tarik nafas dalam-dalam. Biarkan bahu dalam kondisi rileks
- 2) Tundukkan kepala ke depan
- 3) Putar perlahan leher Anda ke kanan, lalu lanjutkan ke kiri selama setengah putaran. Saat anak merasakan ototnya tegang saat melakukan gerakan ini, jaga agar kepalanya tetap di tempatnya.
- 4) Kemudian tarik napas dalam-dalam, hirup udara melalui hidung, dan hembuskan perlahan melalui mulut beberapa kali sampai ketegangan mereda.
- 5) Lakukan gerakan memutar leher ini dengan mata tertutup. Kemudian lakukan lagi dengan mata terbuka. Manfaat: memutar leher membantu mengendurkan leher dan melepaskan ketegangan. Jika tindakan ini dilakukan sebelum membaca dan menulis, baik penglihatan dengan kedua mata (binokular) dan pendengaran dengan kedua telinga (binaural) akan meningkat secara bersamaan.

10.4.6 Keterkaitan *Neuroscience*/Neuro Psikologi dengan Disleksia dan Diskalkulia

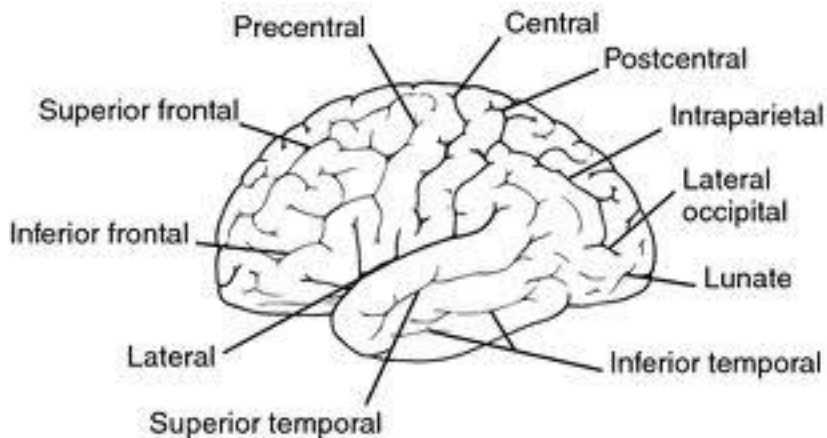
1. Diskalkulia

Kesulitan belajar matematika atau diskalkulia erat kaitannya dengan pengolahan informasi numerik. Dengan berkembangnya ilmu saraf (*neuroscience*), khususnya neuropsikologi, telah diketahui proses kerja neuron dan kerja otak yang erat kaitannya dengan keberhasilan pengolahan informasi numerik. Sebelum perkembangan *neuroscience*, informasi tentang pemrosesan angka hanya tentang pemrosesan simbol, aritmatika, aritmatika mental, dan analogi, tidak didukung oleh informasi tentang cara kerja otak dan neuron. Psikolog telah mengenali fungsi pemrosesan informasi digital ini dan gangguan yang ada pada anak-anak dengan diskalkulia. Hanya dengan perkembangan *neuroscience* yang tidak diketahui sampai awal 2000-an bagian mana dari otak atau fungsi neuron yang bekerja.

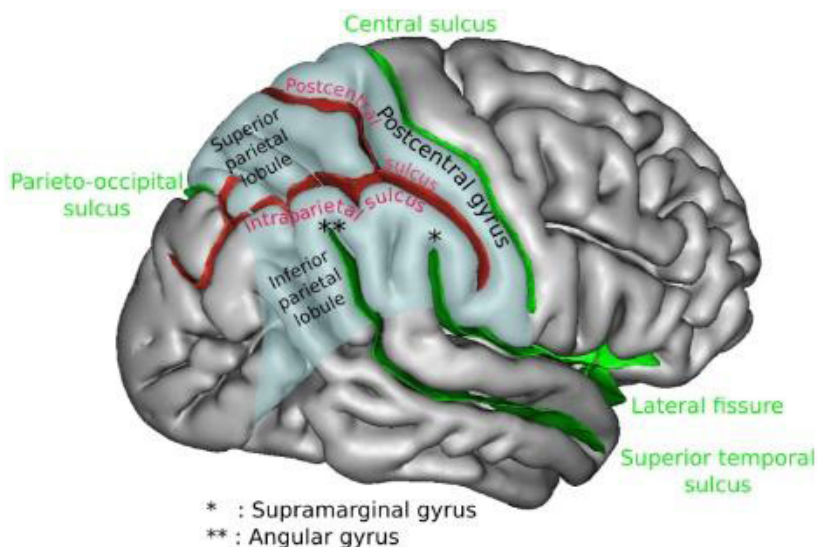
Peneliti neuroscience telah membuat berbagai kemajuan dalam kesulitan belajar matematika ini. Banyak literatur menjelaskan perkembangan diskalkulia dengan mempertimbangkan faktor-faktor berikut: 1) diskalkulia dapat dibedakan sebagai diskalkulia “*number*

sense” dan diskalkulia “*verbal memory*”, 2) mempertimbangkan diskalkulia “*number sense*” dan diskalkulia “*verbal memory*” 3) Pertimbangkan hubungan antara “*number sense*” diskalkulia lobus parietal inferior (inferior parietal lobes), terutama “*angular gyrus*” (Wilson & Dehaene, 2007).

Ini adalah gambaran seperti apa otak manusia. Bagian otak tertentu, khususnya *Horizontal Intra-Parietal Sulcus* (HIPS), terlibat erat dalam pemrosesan informasi digital.

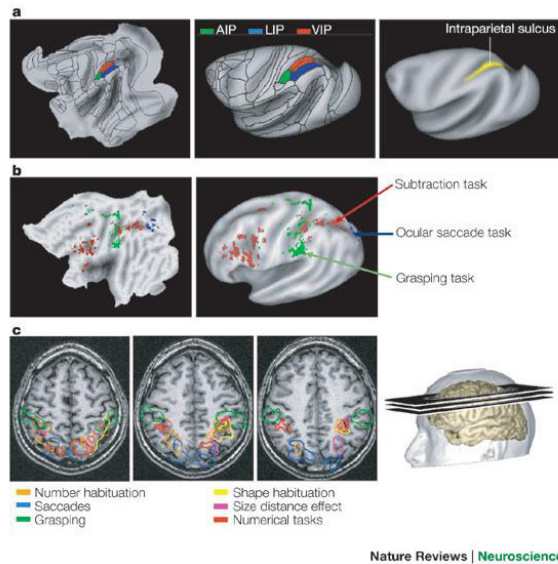


Gambar 1. Penampakan Otak Manusia



Gambar 2. Bagian Kanan Cerebral pada penampakan samping.

Bagian yang berwarna biru adalah parietal lobes. Intraparietal sulcus terletak secara horizontal pada bagian tengah dari parietal lobes.



Gambar 3. Lokasi pemrosesan angka pada intraparietal sulcus (Edward M. Hubbard, Manuela Piazza, Philippe Pinel & Stanislas Dehaene. *Nature Reviews Neuroscience* 6, 435-448 (June 2005). doi:10.1038/nrn1684)

Wilson dan Dehaene (2007) menjelaskan bahwa jika terdapat “*core deficit*” tunggal yang menyebabkan diskalkulia, hal itu disebabkan oleh:

- 1) Defisit dalam *number sense* atau representasi *non-symbolic* dari angka. Defisit ini dikarenakan terjadinya *imparment* dari bagian HIPS.
- 2) Kesulitan yang terjadi pada representasi *symbolic* dan *non-symbolic*.

Selain itu, Wilson dan Dehaene (2007) menggambarkan kelompok diskalkulia, yaitu:

- 1) Ada defisit dalam “*verbal symbolic representation*” yang terkait dengan kerusakan dari *angular gyrus*, pada bagian inferior frontal dan atau area temporal bahasa, atau pada bagian kiri basal ganglia. Kesulitan-kesulitan ini membuat sulit untuk belajar dan mengingat fakta aritmatika (seperti perkalian), dan mungkin juga sulit untuk belajar dari penjumlahan kompleks.
- 2) Ada defisit dalam *executive function* karena disfungsi lobus frontal. Hal ini membuat sulit untuk mengingat fakta aritmatika, tetapi ini lebih lanjut menyebabkan kesulitan dalam menggunakan strategi dan prosedur matematika.
- 3) Adanya defisit dalam *spatial attention*, karena disfungsi parietal posterior. Jenis ini dapat dikaitkan dengan sistem pencarian “*object file*” dan menyebabkan kesulitan dalam subsizing. Ini juga menyebabkan kesulitan dalam persepsi dari non-symbolic quantity information, and quantity manipulation. Namun demikian, dikarenakan erat kaitannya antara representasi spatial dan numerical, sub tipe ini mungkin sulit untuk dipisahkan dari subtipe “*number sense*”.

10.5 Konklusi

Disleksia adalah teori fonologis disleksia yang menunjukkan bahwa tidak mungkin membedakan disleksia dari penyebab lain dari kegagalan membaca. Oleh karena itu, memperhatikan bahwa anak-anak ini tidak memperoleh keterampilan fonologis yang diperlukan untuk membaca (dengan kata lain, menegaskan kembali bahwa mereka tidak belajar membaca) tidak menjelaskan akar penyebab kegagalan. Oleh karena itu, tidak ada tes fonologis yang dapat mengidentifikasi disleksia sebagai kegagalan membaca spesifik yang awalnya dipahami oleh para ahli saraf, karena tes fonologis hanya menilai keterampilan membaca dengan cara lain. Demikian juga, adalah sia-sia untuk mencari perbedaan antara kinerja fonologis mereka dan kemampuan kognitif non-membaca mereka secara umum, karena mereka yang tidak memiliki perbedaan tersebut akan memiliki masalah fonologis yang sama.

Namun dalam praktiknya, praktisi menggunakan panci diskrit untuk mendiagnosis disleksia. Ini muncul sebagai profil “runcing” dalam tes psikometri. Perbedaan terbesar ditemukan pada disleksia ketika kinerja buruk pada tes yang membutuhkan pemrosesan waktu, seperti penamaan cepat, kategorisasi dan tulisan tangan, sementara skor secara signifikan lebih tinggi pada pemahaman verbal yang tidak ditentukan waktunya dan penalaran non-verbal.

Jadi jelas bahwa kita harus menggali lebih dalam mekanisme fisiologis yang menyebabkan kesulitan berbicara. Ini menghasilkan perbedaan yang jelas antara pembaca disleksia dan pembaca yang biasanya berkembang, terutama dalam pemrosesan dan pengurutan temporal pendengaran dan visual mereka. Menyelesaikan tes psikofisik dan elektrofisiologi sederhana dari persyaratan pemrosesan dasar membaca akan memungkinkan kita untuk membedakan disleksia perkembangan dari penyebab lain dari kegagalan membaca, dan menetapkan sekali dan untuk semua bahwa disleksia dan diskalkulia perkembangan memang ada.

DAFTAR PUSTAKA

- Burton, K. 2018. How Disleksia Affects Our Students. *Honors Research Projects*. http://ideaexchange.uakron.edu/honors_research_projectshttp://ideaexchange.uakron.edu/honors_research_projects/612
- Gabrieli, J.D.E. 2016. The Promise of Educational *Neuroscience*: Comment on Bowers. 2016. *Psychological Review*, 123(5), 613–619. <https://doi.org/10.1037/rev0000034>
- Murniarti, E. 2020. *Kesulitan Belajar (Konsep Dasar, Gejala, dan Efek Sosial Psikologisnya) dan Teknik Pengumpulan Data dan Asesment*. <http://repository.uki.ac.id/2920/1/BahanAjar102020.pdf>
- Wijaya, E. 2020. Identifikasi dan Intervensi Kesulitan Belajar Spesifik pada Anak. *Damianus: Journal of Medicine*, 19(1), 70–79. <https://doi.org/10.25170/djm.v19i1.1279>
- Berlin, R. 1884. Ber Disleksia [Tentang Disleksia]. *Arsip Für Psikiatri*, 15, 276–278.

- Boets, B., Vandermosten, M., Cornelissen, P., Wouters, J., & Ghesquière, P. 2011. Kepekaan Gerak yang Koheren dan Perkembangan Membaca dalam Transisi dari Tahap Prabaca ke Tahap Membaca. *Perkembangan Anak*, 82(3), 854–869. doi:10.1111/j.1467-8624.2010.01527.x
- Bucci, MP, Brémond-Gignac, D., & Kapoula, Z. 2008. Koordinasi Bin Okular Saccades yang Buruk pada Anak-Anak Disleksia. *Arsip Graefe untuk Oftalmologi Klinis dan Eksperimental*, 246(3), 417–428. doi:10.1007/s00417-007-0723-1
- Carrion-Castillo, A., Franke, B., & Fisher, S.E. 2013. Genetika Molekuler Disleksia: Tinjauan. *Disleksia*, 19(4), 214–240. doi:10.1002/dys.1464
- Chomsky, N. 1955. Analisis Transformasional. Diperoleh dari <http://repository.upenn.edu/dissertations/AAI0013380> Cornelissen, P., Richardson, A., Mason, A., Fowler, S., & Stein, J.J.J. 1995). Sensitivitas Kontras dan Deteksi Gerakan Koheren Diukur pada Tingkat Pencahayaan Fotopik pada Penderita Disleksia dan Kontrol. *Penelitian Visi*, 35(10), 1483–1494. doi:10.1016/0042-6989(95)98728-R
- De Martino, S., Espesser, R., Rey, V., & Habib, M. 2001. Hipotesis “Defisit Pemrosesan Temporal” pada Disleksia: Bukti Eksperimental Baru. *Otak dan Kognisi*, 46(1–2), 104–108.
- Dejerine, J. 1892. Kontribusi a L'études Anatomico-Pathologique et Clinique des Differentes Varietes de Cecite-Verbale. *Memoires de Societe Biologique*, 4, 61–90.
- Eden, G.F, Stein, J.F, Wood, H.M, & Wood, F.B. 1994. Differences in Eye Movements and Reading Problems in Dyslexic and Normal Children. *Vision Research*, 34(10), 1345–1358. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8023443>
- Eden, G.F, Van Meter, J.W, Rumsey, J.M, Maisog, J.M, Woods, R.P, & Zeffiro, T.A. 1996. Abnormal Processing of Visual Motion in Disleksia Revealed by Functional Brain Imaging. *Nature*, 382(6586), 66–69. doi:10.1038/382066a0
- Ehri, L.C, Nunes, S.R, Stahl, S.A, Willows, D.M, Ehri, L.C, Nunes, S.R, & Stahl, SA. 2001. Systematic Phonics Instruction Helps Students Learn to Read: Evidence From the National reading Panel’s Meta-Analysis. *Review of Educational Research*, 71(3), 393–447. doi:10.3102/00346543071003393
- Elliott, J.G, & Grigorenko, E.L. 2014. *The Disleksia Debate (Vol. 14)*. Pers Universitas Cambridge. Retrieved from <https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=4Iz2AgAAQBAJ&pgis=1>
- Fischer, B., & Hartnegg, K. 2000. Stability of Gaze Control in Dyslexia. *Strabismus*, 8(2), 119–122.
- Francisco, A.A, Jesse, A., Groen, M.A, & Mc. Queen, J.M 2017. A General Audiovisual Temporal Processing Deficit in Adult Dyslexic Readers. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 60, 144–156.

- Frith, U. 1985. *Beneath the Surface of Developmental Disleksia*. In KE Patterson, J.C Marshall, & M. Coltheart (Eds.), *Surface Disleksia*. London: Routledge & Kegan Paul.
- Fulbright, R.K, Shaywitz, S.E, Shaywitz, B.A, Pugh, K.R, Skudlarski, P, Constable, RT, ... Gore, J.C. 1997. Neuroanatomy of Reading and Disleksia. *Child & Adolescent Psychiatric Clinics of North America*, 6(2), 431–445.
- Galaburda, A.M, Sherman, G.F, Rosen, G.D, Aboitiz, F., & Geschwind, N. 1985. Developmental Disleksia: Four Con Secutive Patients with Cortical Anomalies. *Annals of Neurology*, 18(2), 222–233.
- Giraldo-Chica, M., Hegarty, J.P, & Schneider, K.A. 2015. Morphological Differences in the Lateral Geniculate Nucleus Associated with Disleksia. *NeuroImage: Clinical*. doi:10.1016/j. nicl.2015.03.011
- Glickstein, M., Stein, J., & King, R.A. 1972. Visual Input to the Pontine Nuclei. *Science*, 178(65), 1110–1111.
- Goodman, K.S. 1986. *What's Whole in Whole Language?* London: Heinemann. Retrieved from <https://eric.ed.gov/?id=ED300777>
- Gori, S., Seitz, A.R, Ronconi, L., Franceschini, S., & Facoetti, A. 2015a. Multiple Causal Links Between Magnocellular-Dorsal Pathway Deficit and Developmental Disleksia. *Cerebral Cortex* (New York, NY: 1991), bhv206. doi:10.1093/cercor/bhv206
- Gori, S., Seitz, A.R, Ronconi, L., Franceschini, S., & Facoetti, A. 2015b. The Causal Link Between Magnocellular-Dorsal Pathway Functioning and Disleksia. *Journal of Vision*, 15(12), 195. doi:10.1167/15.12.195
- Goswami, U., Thomson, J., Richardson, U., Stainthorp, R., Hughes, D., Rosen, S., & Scott, SK (2002). Amplitude Envel Open on Sets and Developmental Disleksia: a New Hypothesis. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 99(16), 10911–10916. doi:10.1073/pnas.122368599
- Goswami, U., Power, A.J, Lallier, M., & Facoetti, A. 2014. Oscillatory “Temporal Sampling” and Developmental Disleksia: Towards an Over-Arching Theoretical Framework. *Frontiers in Human Neuroscience*. doi:10.3389/fnhum.2014.00904
- Hinshelwood, P.J 1917. *Congenital Word Blindness*. London: Lewis.
- Hockfield, S., & Mc. Kay, R.D. 1983. A Surface Antigen Expressed by a Subset of Neurons in the Vertebrate Central Nervous System. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 80(18), 5758–5761. Retrieved from <http://www.pnas.org/content/80/18/5758.abstract>
- Hollants-Gilhuijs, M., Spekreijse, F., Gijsberti-Hodenpijl, M., Karten, Y., & Spekreijse, H. 1998. Visual Half-Field Contrast Sensitivity in Children with Disleksia. *Documenta Ophthalmologica*, 96(4), 293–303.

- Hood, M., & Conlon, E. 2004. Visual and Auditory Temporal Processing and Early Reading Development. *Disleksia*, 10(3), 234–252. doi:10.1002/dys.273
- Hornickel, J., & Kraus, N. 2013. Unstable Representation of Sound: A Biological Marker of Disleksia. *Journal of Neuroscience*, 33(8), 3500–3504. doi:10.1523/jneurosci.4205-12.2013
- Kubová, Z., Kuba, M., Kremláček, J., Langrová, J., Szanyi, J., Vít, F., & Chutná, M. 2015. Comparison of Visual Information Processing in School-Age Dyslexics and Normal Readers via Motion-Onset Visual Evoked Potentials. *Vision Research*, 111 (Pt A), 97–104. doi:10.1016/j.visres.2015.03.027
- Kuppen, S., Huss, M., & Goswami, U. 2014. A Longitudinal Study of Basic Auditory Processing and Phonological Skills in Children with Low IQ. *Applied Psycholinguistics*, 35(6), 1109–1141. doi:10.1017/S0142716412000719
- Lachmann, T., & van Leeuwen, C. (2014). Reading as Functional Coordination: Not Recycling but a Novel Synthesis. *Frontiers in Psychology*, 5. doi:10.3389/fpsyg.2014.01046
- Landerl, K., & Willburger, E. 2010. Temporal Processing, Attention, and Learning Disorders. *Learning and Individual Differences*, 20(5), 393–401. Diambil dari <http://www.sciencedirect.com/science/article/B6W5P-4YW9332-2/2/3513b2cade2b7272fceffabbc36fe8f>
- Liberman, I.Y. 1983. A Language Oriented View of Reading and Its Disabilities. In IHR Myklebust (Ed.), *Progress in Learning Language, Cognition, and Neuroscience 7 Disabilities* (Vol. 5, pp. 81–101). New York, NY: Grune and Stratton.
- Livingstone, M.S, Rosen, G.D, Drislane, F.W, & Galaburda, A.M. 1991. Physiological and Anatomical Evidence for a Magnocellular Deficit in Developmental Disleksia. *Proceedings of the the National Academy of Sciences (USA)*, 88, 7943–7947.
- Lovegrove, W., Bowling, A., Badcock, D., & Blackwood, M. 1980. Specific Reading Disability: Differences in Contrast Sensitivity as a Function of Spatial Frequency. *Science*, 210(4468), 439– 440. doi:10.1126/science.7433985
- MacMeeken, A.M. 1939. *The Intelligence of a Representative Group of Scottish Children*. London: University of London Press.
- McAnally, K.I, & Stein, J.F. 1996. Auditory Temporal Coding in Disleksia. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 263(1373), 961–965. doi:10.1098/rspb.1996.0142
- McAnally, K.I, & Stein, J.F. 1997. Scalp Potentials Evoked by Amplitude-Modulated Tones in Disleksia. *Journal of Speech Language and Hearing Research*, 40(4), 939–945.
- Mody, M., Studdert-Kennedy, M., & Brady, S. 1997. Speech Perception deFicits in Poor Readers: Auditory Processing or Phonological Coding? *The Journal of Experimental Child Psychology*, 64(2), 199–231. doi:10.1006/jecp.1996.2343
- Morgan, W.P. 1896. A Case of Congenital Word Blindness. *British Medical Journal*, 2, 1378.

- Norrie, E. 1939. Om Ordblindhed. Copenhagen: København. Olulade, O.A.A, Napoliello, E.M.M, & Eden, G.F.F. 2013. Abnormal Visual Motion Processing is not a Cause of Disleksia. *Neuron*, 79(1), 180–190. doi:10.1016/j.neuron.2013.05.002
- Pammer, K., & Wheatley, C. 2001. Isolating the M(y)-Cell Response in Disleksia Using the Spatial Frequency Doubling Illusion. *Vision Research*, 41, 2139–2147. doi:10.1016/S0042-6989(01)00092-X
- Paracchini, S., Thomas, A., Castro, S., Lai, C., Paramasivam, M., Wang, Y., ... Monaco, AP (2006). The Chromosome 6p22 Haplotype Associated with Disleksia Reduces the Expression of KIAA0319, a Novel Gene Involved in Neuronal Migration. *Human Molecular Genetics*, 15(10), 1659–1666.
- Pearson, P.D. 2004. The Reading Wars. *Educational Policy*, 18(1), 216–252. doi:10.1177/0895904803260041
- Power, A.J, Colling, L.J, Mead, N., Barnes, L., & Goswami, U. 2016. Neural Encoding of the Speech Envelope by Children with Developmental Disleksia. *Brain and Language*, 160, 1–10. doi:10.1016/j.bandl.2016.06.006
- Raschle, N.M, Chang, M., & Gaab, N. 2011. Structural Brain Alterations Associated with Disleksia Predate Reading on set. *Neuroimage*, 57(3), 742–749. doi:10.1016/j.neuroimage. 2010.09.055
- Schulte-Körne, G., Bartling, J., Deimel, W., & Remschmidt, H. 2004. Visual evoked potentials elicited by coherently moving dots in dyslexic children. *Neuroscience Letters*, 357 (3), 207–210.
- Schulte-Körne, G., & Bruder, J. 2010. Clinical Neurophysiology of Visual and Auditory Processing in Disleksia: A Review. *Clinical Neurophysiology*, 121(11), 1794–1809. doi:10.1016/j.clinph.2010.04.028
- Singleton, C., & Henderson, L.M.M. 2007. Computerized Screening for Visual Stress in Children with Disleksia. *Disleksia*, 13(2), 130–151. doi:10.1002/dys.329
- Skottun, B.C. 2014. A Few Observations on Linking VEP Responses to the Magno-and Parvocellular Systems by Way
- 8 JF STEIN of Contrast–Response Functions. *International Journal of Psychophysiology*. doi:10.1016/j.ijpsycho.2014.01.005
- Snowling, M.J. 1991. Developmental Reading Disorders. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 32(1), 49–77.
- Stanovich, K.E. 1994. Annotation: Does Disleksia Exist? *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 35(4), 579–595. doi:10. 1111/j.1469-7610.1994.tb01208.x
- Stein, J. 1993. Disleksia? Impaired Temporal Information Processing? *Annals of the New York Academy of Sciences*, 682, 83–86.
- Stein, J. 2001. The Magnocellular Theory of Developmental Disleksia. *Disleksia*, 7(1), 12–36.

- Stein, J.F. & Fowler, M. 1981. Visual Disleksia. *Trends in Neurosciences*, 4, 77–80.
- Steinbrink, C., Zimmer, K., Lachmann, T., Dirichs, M., & Kammer, T. 2013. Development of Rapid Temporal Processing and Its Impact on Literacy Skills in Primary School Children. *Child Development*, 85(4). doi:10.1111/cdev.12208
- Tallal, P. 1980. Auditory Temporal Perception, Phonics, and Reading Disabilities in Children. *Brain and Language*, 9(2), 182–198. doi:10.1016/0093-934X(80)90139-X
- Tallal, P., & Piercy, M. 1973. Defects of Non-verbal Auditory Perception in Children with Developmental Aphasia. *Nature*, 241 (5390), 468–469. doi:10.1038/241468a0
- Wang, L.C., & Yang, H.M. 2016. Temporal Processing Development in Chinese Primary School-Aged Children with Disleksia. *Journal of Learning Disabilities*. doi:10.1177/0022219416680798
- Wolf, M., & Bowers, P.G. 1999. The Double-Deficit Hypothesis for Developmental Disleksias. *Journal of Educational Psychology*, 91, 415–438.
- Yamamoto, H., Kita, Y., Kobayashi, T., Yamazaki, H., Kaga, M., Hitoshi, H., ... Inagaki, M. (2013). Deficits in Magnocellular Pathway in Developmental Disleksia: A Functional Magnetic Resonance Imaging-Electroencephalography Study. *Journal of Behavioral and Brain Science*, 3(2), 168–178. doi:10.4236/jbbs.2013.32017
- Abdurrahman, Mulyono. 2012. *Anak Berkesulitan Belajar: Teori, Diagnosis, dan Remediasinya*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Arikunto, Suharsimi. 2010. *Prosedur Penilaian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta
- Bagaskorowati, Riana. 2007. *Anak Berisiko: Identifikasi, Asesmen dan Intervensi Dini*. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional.
- Butterworth, Brian. *Dyscalculia Screener: Highlighting Pupils with Specific Learning Difficulties in Maths*. London: Nelson Publishing Company Limited
- Chinn, Steve. 2007. *Dealing with Dyscalculia*. London: Souvenir Press Ltd.
- David, J, Smith. 2013. *Sekolah Inklusif: Konsep dan Penerapan Pembelajaran*. Bandung: Nuansa Cendekia.
- Devaraj, Sheila Christine. 2004. "The Identification of Primary School Students with Symptoms and Discipline Problems".
- Widyorini, Endang., dan Van Tiel, Juia Maria. 2017. *Disleksia: Deteksi, Diagnosis, Penanganan di Sekolah dan Di Rumah*. Jakarta: Prenada Media Group.
- Internasional, Helen Keller. 2009. *Asesmen Bahasa Indonesia dan Matematika untuk Anak dengan Kesulitan Belajar*. Jakarta Kustawan, Dedy & Hermawan, Budi. 2013. Model Implementasi Pendidikan Inklusif Ramah Anak. Jakarta: PT. Luxima Metro Media.

- Murtadlo, Ali. 2013. Kesulitan Belajar (Learning Difficult) dalam Pembelajaran Matematika, *Vol. 4 Edu-Math*.
- Pesova, Biljama *et al.* 2014. Early Intervention and Prevention of Students with Specific Learning Disabilities. *Social and Behavioral Sciences 149*: hal 701-70
- Raharjo, Trubus. Kawuryan, Fajar. Ahyani, Latifah Nur. 2011."Identifikasi Learning Disability pada Anak Sekolah Dasar". *Jurnal Pendidikan Khusus. Vol. 4 (2)*: hal 136 – 142
- Rofiah, Nurul Hidayati. 2015. "Proses Identifikasi: "Mengenal Anak Kesulitan Belajar Tipe Disleksia Bagi Guru Sekolah Dasar Inklusi". *Inklusi. Vol. 2 (1)*: hal 109-124.
- Sa'adati, Tatik Imadatus. 2015. Intervensi Psikologis Pada Siswa Dengan Kesulitan Belajar (Disleksia, Disgrafia, dan Diskalkulia). *Mataram: Jurnal Lentara: Kajian Keagamaan, Keilmuan, dan Teknologi*.
- Tri Gunadi. 2009. 24 Gerakan Senam Otak untuk Menciptakan Kecerdasan Anak. Jakarta: Penebar Plus.
- Wilson, A.J. & Dehaene, S. 2007. Number Sense and Developmental Dyscalculia. Coch, D., Fischer, K, & Dawson, G. (Eds). *Human Behavior and the Developing Brain (2nd Edn)*.
- Wilson, A.J., S.K. Revkin, D. Cohen, L. Cohen, & S. Dehaene. 2006. An Open Trial Assessment of "The Number Race", an Adaptive Computer Game for Remediation of Dyscalculia. *Behavioral and Brain Functions 2006, 2:20*
- Gabrieli, J.D.E. 2016. The Promise of Educational Neuroscience: Comment on Bowers (2016). *Psychological Review, 123(5)*, 613–619. <https://doi.org/10.1037/rev0000034>

Pedagogik adalah ilmu tentang cara mendidik anak. *Neuroscience* adalah ilmu tentang anatomi dan fungsi saraf yang meliputi saraf pusat maupun saraf tepi. Neuropedagogik mencoba menyinergikan antara kajian pendidikan dengan kajian tentang otak sebagai bagian dari sistem saraf manusia. Neuropedagogik atau terkadang disebut juga *educational neuroscience* atau *neuroeducation* adalah kajian tentang cara mendidik yang didasarkan kepada teori otak. Buku ini mengupas tema-tema seputar *neuroscience*, neuropsikologi, cara kerja otak dan bagaimana implikasinya terhadap strategi belajar mengajar. Buku ini menyajikan 10 bahasan utama yaitu (1) *neuropsychology* dan dampaknya terhadap pembelajaran, (2) *educational neuroscience*, (3) struktur dan fungsi otak, (4) *brain specialization and learning*, (5) *learning and memory* (6) *attention* dan *emotion* (7) *executive functioning* (8) bagaimana otak berkembang dan bekerja? (9) bagaimana memaksimalkan fungsi otak? (10) kesulitan belajar sebagai akibat hambatan neurologis yaitu anak *dyslexia* dan *dyscalculia*. Kajian tentang topik-topik ini akan sangat bermanfaat terutama bagi guru dan orang tua dalam memberikan berbagai pilihan metode untuk membelajarkan anak secara tepat sesuai perkembangan otak.

Penerbit Deepublish (CV BUDI UTAMA)

Jl. Kaliurang Km 9,3 Yogyakarta 55581

Telp/Fax : (0274) 4533427

Anggota IKAPI (076/DIY/2012)

✉ cs@deepublish.co.id

📘 Penerbit Deepublish

🌐 [@penerbitbuku_deepublish](https://www.penerbitdeepublish.com)

🌐 www.penerbitdeepublish.com



Kategori : Ilmu Pendidikan

ISBN 978-623-02-4994-5 (PDF)



9 786230 249945