

Editor : Muhamad Lutfi Kholik

SISTEM RANTAI PASOK (**SUPPLY CHAIN SYSTEM**): SEBUAH PENGANTAR

Paduloh
Iskandar Zulkarnaen
Murwan Widyantoro

**SISTEM RANTAI PASOK
(*SUPPLY CHAIN SYSTEM*):
SEBUAH PENGANTAR**

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).

**SISTEM RANTAI PASOK
(SUPPLY CHAIN SYSTEM):
SEBUAH PENGANTAR**

Paduloh
Iskandar Zulkarnaen
Murwan Widyantoro

Penerbit



CV. MEDIA SAINS INDONESIA
Melong Asih Regency B40 - Cijerah
Kota Bandung - Jawa Barat
www.medsan.co.id

Anggota IKAPI
No. 370/JBA/2020

**SISTEM RANTAI PASOK
(SUPPLY CHAIN SYSTEM):
SEBUAH PENGANTAR**

Paduloh
Iskandar Zulkarnaen
Murwan Widyantoro

Editor:
Muhamad Lutfi Kholik

Tata Letak:
Risma Birrang

Desain Cover:
Nathanael

Ukuran:
A5 Unesco: 15,5 x 23 cm

Halaman:
viii, 236

ISBN:
978-623-195-132-8

Terbit Pada:
Maret 2023

Hak Cipta 2023 @ Media Sains Indonesia dan Penulis

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari Penerbit atau Penulis.

PENERBIT MEDIA SAINS INDONESIA

(CV. MEDIA SAINS INDONESIA)
Melong Asih Regency B40 - Cijerah
Kota Bandung - Jawa Barat
www.medsan.co.id

PRAKATA

Segala puji bagi Allah, Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan buku ajar. Tak lupa juga mengucapkan salawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Nabi Besar Muhammad SAW, karena berkat beliau, kita mampu keluar dari kegelapan menuju jalan yang lebih terang. Kami ucapkan juga rasa terima kasih kami kepada pihak-pihak yang mendukung lancarnya buku ajar ini mulai dari proses penulisan hingga proses cetak, yaitu orang tua kami, rekan-rekan kami, penerbit, dan masih banyak lagi yang tidak bisa kami sebutkan satu per satu.

Adapun, buku ajar kami yang berjudul ‘Sistem Rantai Pasok (*Supply Chain System*): Sebuah Pengantar’ ini telah selesai kami buat secara semaksimal dan sebaik mungkin agar menjadi manfaat bagi pembaca yang membutuhkan informasi dan pengetahuan mengenai bagaimana sistem rantai pasok.

Dalam buku ini, tertulis bagaimana pentingnya sistem rantai pasok dan juga bagaimana materi yang disajikan yang relevan dengan mata kuliah mengenai sistem rantai pasok yang menjadi alternatif pegangan bagi mahasiswa dan dosen yang menempuh studi tersebut.

Demikian buku ajar ini kami buat, dengan harapan agar pembaca dapat memahami informasi dan juga mendapatkan wawasan mengenai bidang sistem informasi

manajemen serta dapat bermanfaat bagi masyarakat dalam arti luas. Terima kasih.

Bekasi, 2 Februari 2023

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL	viii
BAB 1 RANTAI PASOKAN.....	1
Manajemen Rantai Pasok	1
Kontrol dalam Rantai Pasok.....	6
BAB 2 PENGUKURAN KINERJA.....	9
Penilaian kerja Rantai Pasok	9
<i>Analytic Hierarchy Process (AHP)</i>	18
Teknik pengolahan data	23
BAB 3 LOGISTIK DISTRIBUSI.....	33
Logistik	33
<i>Distribution Requirement Planning</i>	39
Manajemen Persediaan	41
BAB 4 <i>CUSTOMER RELATIONSHIP MANAGEMENT</i>	55
Perilaku Konsumen.....	55
<i>Customer Relationship Management (CRM)</i>	56
<i>Customer Profilling dan Segmentations</i>	60
<i>Recency, Frekuensi, and Monetary (RFM)</i>	65
Normalisasi Min-Max	68
Penggalian Data	69
<i>Clustering</i>	71
Algoritma Fuzzy C-Means.....	72
Validasi.....	76

Aplikasi R untuk Proses <i>Clustering, Validasi,</i> dan <i>Visualisasi</i>	79
BAB 5 <i>BULLWHIP EFFECT</i>	83
<i>Bullwhip Effect</i>	83
Penyebab <i>Bullwhip Effect</i>	86
Pengukuran <i>Bullwhip Effect</i>	87
Pengurangan <i>Bullwhip Effect</i>	89
<i>Collaborative Planning, Forecasting, and</i> <i>Replenishment (CPFR)</i>	90
<i>Vendor Managed Inventori (VMI)</i>	95
BAB 6 PERSEDIAAN	99
Pengertian Perencanaan	99
Tujuan Perencanaan	99
Persediaan	100
Pengendalian Persediaan.....	103
Tujuan Pengendalian Persediaan.....	104
Model Persediaan	104
<i>Economic Order Quantity (EOQ)</i>	106
Frekuensi Pemesanan	108
Persediaan Pengaman (<i>Safety Stock</i>)	108
Titik Pemesanan Kembali (<i>ROP</i>)	110
Klasifikasi ABC.....	112
Total Biaya Persediaan	114
Peramalan.....	117
Inventori.....	118
Pengendalian Persediaan dengan Pendekatan Sistem (S,S).....	119
Pengadaan Barang	122

BAB 7 TRANSPORTASI	125
Sistem Transportasi	125
Sistem Distribusi.....	127
Fungsi-fungsi Dasar Manajemen Distribusi dan Transportasi.....	129
Biaya Transporasi	131
<i>Vehicle Routing Problem</i> (VRP).....	134
Metode Saving Matrix.....	142
BAB 8 PERAMALAN	149
Definisi Peramalan	149
Manfaat Peramalan	157
Klasifikasi Peramalan.....	158
Metode dalam Peramalan	159
Pengukuran Ketepatan Peramalan	168
Peramalan (<i>Forecasting</i>)	171
Peramalan (<i>Forecasting</i>)	178
Metode Peramalan.....	181
Metode Peramalan <i>Time Series</i>	185
Metode ARIMA.....	185
Pengujian <i>Error</i>	188
Tools Statistik	188
RStudio Software.....	190
BAB 9 RANTAI PASOK BERKELANJUTAN.....	197
Rantai Pasok	197
Rantai Pasok Kelapa Sawit Berkelanjutan	199
Pengertian Model.....	200
Pengertian Sistem	202

Kelembagaan Petani	205
<i>Analytical Hierarchy Process</i>	208
<i>Interpretive Structural Modelling (ISM)</i>	217
BAB 10 REVERSE RANTAI PASOK	227
DAFTAR PUSTAKA	230

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Urutan dalam Rantai pasok.....	3
Gambar 2 Kontrol dalam rantai pasok	6
Gambar 3 Integrasi dan Kontrol bisnis proses sepanjang rantai pasok.....	7
Gambar 4 Struktur SCOR	12
Gambar 5 Matrik Perbandingan Berpasangan	22
Gambar 6 sistem penilaian OMAX.	26
Gambar 7 Reorder Point dengan Safety Stock	50
Gambar 8 Contoh Hasil Validasi SEE	82
Gambar 9 Grafik ketidakakuratan data pelanggan	85
Gambar 10 Ilustrasi Penerapan Model VMI.....	97
Gambar 11 Model Matematis <i>Suplly Chain</i> dengan Sistem VMI	97
Gambar 12 Penggunaan Persediaan pada Waktu Tertentu.....	107
Gambar 13 Solusi dari Sebuah VRP.....	138
Gambar 14 Perubahan yang terjadi dengan menggabungkan <i>Customer 1</i> dan <i>Customer 2</i> kedalam satu rute.	144
Gambar 15 Pola Trend	173
Gambar 16 Pola Musiman	174
Gambar 17 Pola Horizontal	182
Gambar 18 Pola Trend	183
Gambar 19 Pola Musiman.....	184
Gambar 20 Pola Siklis.....	184
Gambar 21 Contoh bahasa R.....	192

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Skala Penilaian Perbandingan Berpasangan	21
Tabel 2 Penentuan Nilai Z	51
Tabel 3 Contoh Tabel Data RFM.....	67
Tabel 4 Matrix Jarak Dari Gudang ke Customer ke Antar Customer	144
Tabel 5 Nilai Kualitatif dari Skala Perbandingan	211
Tabel 6 <i>Random Index (RI)</i>	217
Tabel 7 Hubungan Konstektual antar Sub Elemen pada Teknik ISM	224

BAB 1

RANTAI PASOKAN

Manajemen Rantai Pasok

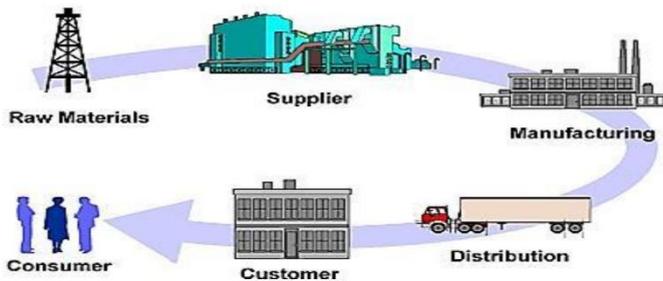
Rantai Pasok merupakan jaringan perusahaan-perusahaan yang secara bersama-sama bekerja untuk menciptakan dan mengantarkan suatu produk ke tangan pemakai akhir. Perusahaan-perusahaan tersebut biasanya termasuk supplier, pabrik, distributor, toko atau retail, serta perusahaan-perusahaan pendukung seperti perusahaan jasa logistik. Konsep Rantai Pasok adalah juga konsep baru dalam melihat persoalan logistik. Konsep lama melihat logistik lebih sebagai persoalan intern masing-masing perusahaan dan pemecahannya ditumpukkan pada pemecahan secara intern di perusahaan masing-masing. Dalam konsep baru ini, masalah logistik dilihat sebagai masalah yang lebih luas yang dimulai dari bahan dasar sampai barang jadi (produk) yang dipakai konsumen akhir yang merupakan mata rantai penyediaan barang.

(Chopra, S.; Meindl, 2016) Rantai pasokan terdiri dari semua pihak yang terlibat secara langsung atau tidak langsung dalam memenuhi pelanggan permintaan. Rantai pasokan tidak hanya mencakup produsen dan pemasok

tetapi juga pengangkut, gudang, pengecer, dan bahkan pelanggan sendiri. Dalam setiap organisasi seperti produsen rantai pasokan mencakup semua fungsi yang terlibat dalam menerima dan mengisi pelanggan permintaan. Fungsi-fungsi ini termasuk tetapi tidak terbatas pada pengembangan produk baru pemasaran operasi, distribusi, keuangan, dan layanan pelanggan. Rantai pasokan adalah aliran bahan, informasi, dana, dan layanan dari pemasok bahan baku melalui pabrik dan gudang ke pelanggan akhir.

Menurut (Heizer et al., 2017) Manajemen Rantai Pasok menjelaskan koordinasi semua aktivitas rantai pasokan, dimulai dengan bahan mentah dan diakhiri dengan pelanggan yang puas. Jadi, rantai pasokan mencakup pemasok, produsen dan/atau penyedia layanan, dan distributor, grosir, dan/atau pengecer yang mengirimkan produk dan/atau layanan ke pelanggan akhir.

Menurut (Heizer et al., 2015) bahwa Manajemen Rantai Pasok lebih menekankan pada perencanaan dan pengelolaan seluruh aktivitas yang terlibat dalam pencarian sumber pasokan dan pengadaan, konversi dan semua kegiatan pengelolaan logistik.



Gambar 1 Urutan dalam Rantai pasok

Berdasarkan kondisi diatas adalah Manajemen Rantai Pasok merupakan Sebuah jaringan yang mengintegrasikan seluruh pihak yang terkait baik secara langsung maupun tidak langsung di tempat yang tepat, waktu yang tepat, dengan jumlah dan kualitas yang tepat untuk memperkecil biaya dalam memenuhi kebutuhan *customer* mulai dari supplier, manufaktur, distributor, retail, dan *customer* sepanjang rantai. Rantai Pasok atau Rantai pasokan merupakan jaringan perusahaan-perusahaan yang secara bersama-sama bekerja untuk menciptakan dan mengantarkan suatu produk ke tangan pemakai akhir. (Pujawan, 2016) Rantai pasokan terdiri dari semua pihak yang terlibat secara langsung atau tidak langsung dalam memenuhi pelanggan permintaan. Rantai pasokan tidak hanya mencakup produsen dan pemasok tetapi juga pengangkut, gudang, pengecer, dan bahkan pelanggan sendiri. Dalam setiap organisasi seperti produsen rantai pasokan mencakup semua fungsi yang terlibat dalam menerima dan mengisi pelanggan

permintaan. Fungsi-fungsi ini termasuk tetapi tidak terbatas pada pengembangan produk baru pemasaran operasi, distribusi, keuangan, dan layanan pelanggan.

Menurut (Pujawan, 2016) Manajemen Rantai Pasok merupakan suatu kesatuan proses dan aktivitas produksi mulai bahan baku diperoleh dari supplier, proses penambahan nilai yang merubah bahan baku menjadi barang jadi, proses penyimpanan persediaan barang sampai proses pengiriman barang jadi tersebut ke retailer dan konsumen.

Manajemen Rantai Pasok pada hakikatnya adalah jaringan organisasi yang menyangkut hubungan ke hulu (*upstreams*) dan ke hilir (*downstreams*), dalam proses dan kegiatan yang berbeda menghasilkan nilai yang terwujud dalam barang dan jasa di tangan pelanggan terakhir (*ultimate customers*). Struktur *Rantai Pasok* dapat dibagi menjadi 3 bagian atau lapisan Rantai Pasok yaitu :

1. Upstream Rantai Pasok (hulu)

Merupakan wadah rangkaian pemasok mulai dari pemasok tingkat pertama hingga tingkat akhir sebelum masuk kedalam manufaktur. Contohnya adalah bahan baku yang dikirim dari supplier ke pabrik. Setelah produk selesai di produksi, mereka dikirim ke distributor, lalu ke pengecer atau ritel, kemudian ke pemakai akhir.

2. Internal Rantai Pasok

Merupakan wadah rangkaian proses yang terjadi pada manufaktur atau organisasi untuk mengubah input dari pemasok menjadi *output* yang bernilai. Contohnya adalah aliran informasi yang bias terjadi dari hulu ke hilir atau sebaliknya.

3. *Downstream* Rantai Pasok (hilir)

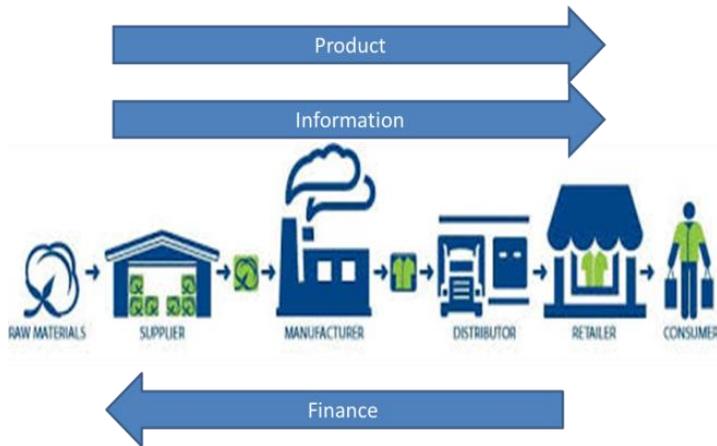
Merupakan wadah yang tertinggi dari seluruh deretan proses untuk melakukan pengiriman. Contohnya adalah aliran uang dan sejenisnya yang mengalir dari hilir ke hulu

Rantai Pasok atau rantai pasokan mencakup setiap usaha yang terlibat dalam memproduksi dan memberikan produk akhir, dari pemasok untuk pelanggan. Terdapat lima proses yang terlibat yaitu *plan, make, source, deliver, return*. Tujuan *Manajemen Rantai Pasok* adalah untuk mendesain *Rantai Pasok* dan menyinkronkan proses utama pemasok, perusahaan, dan pelanggan, sehingga dapat terjadi kesesuaian antara aliran layanan, material, dan informasi, dengan permintaan pelanggan.

Tidak dapat dipungkiri bahwa aliran informasi sangat berperan penting dalam menciptakan SCM yang unggul. Mereka yang memiliki kinerja Rantai Pasok yang bagus pastilah mereka yang mampu mengelola informasi dengan transparan dan akurat.

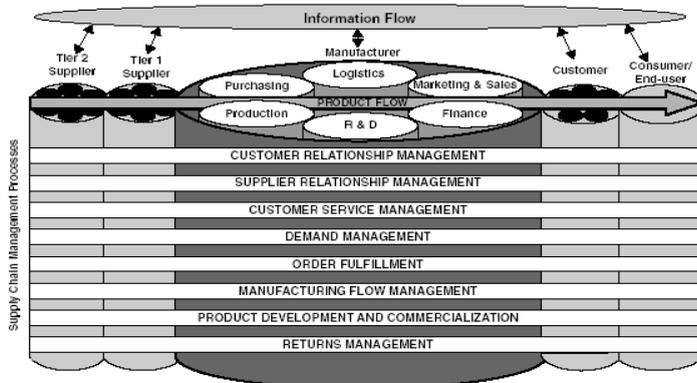
Kontrol dalam Rantai Pasok

Dalam Rantai Pasok pengontrolan dilakukan tidak hanya terhadap pergerakan bahan baku menjadi produk jadi, akan tetapi juga mengontrol pergerakan produk, informasi dan keuangan.



Gambar 2 Kontrol dalam rantai pasok

Dalam Rantai pasok pengontrolan terhadap ketiga aspek ini mutlak harus dilakukan, bagaimana produk dapat diproduksi sesuai dengan target yang diminta oleh pelanggan. Informasi mengenai kemajuan produksi dan pengiriman juga harus terus dilakukan agar produk dapat selesai tepat waktu. Dari Gambar 2 dapat dilihat bahwa dampak balikan dari pergerakan produk dan informasi adalah keuangan, ini juga harus dikontrol disepanjang rantai pasok, agar perusahaan dapat mengontrol tingkat keuntungan dan kerugian perusahaan.



Source: Lambert, Douglas M., *Supply Chain Management: Processes, Partnerships, Performance*, Sarasota, Florida: Supply Chain Management Institute, 2008, p. 3.

Gambar 3 Integrasi dan Kontrol bisnis proses sepanjang rantai pasok (Chopra, S.; Meindl, 2016)

Dalam Gambar 3 dapat dilihat Manajemen Rantai pasokan berfungsi sebagai alat kontrol bagaimana perusahaan memenuhi permintaan pelanggan. Kontrol dilakukan mulai dari pemasok atau vendor, kontrol terhadap seluruh aktivitas perusahaan dan kontrol pengiriman sampai dengan produk diterima oleh pelanggan. Dalam rangka melakukan kontrol terhadap seluruh aktivitas maka beberapa hal yang harus dilakukan untuk mempermudah kinerja rantai pasok adalah:

1. *Customer relationship management (CRM)*
2. *Supplier Relationship Management (SRM)*
3. *Customer Service Management (CSM)*
4. Manajemen permintaan pelanggan

5. Pemenuhan Order
6. Manajemen Proses produksi
7. Pengembangan Produk dan Komersialisasi
8. Manajemen Produk kembalian

Seluruh aktivitas pengendalian rantai pasok akan dibahas secara detail dalam Bab selanjutnya.

BAB 2

PENGUKURAN KINERJA

Penilaian kerja Rantai Pasok

Pengukuran kinerja adalah tindakan pengukuran yang dilakukan terhadap berbagai aktivitas dalam rantai nilai yang ada pada perusahaan. Hasil pengukuran tersebut kemudian digunakan sebagai umpan balik yang akan memberikan informasi tentang prestasi pelaksanaan suatu rencana dan titik dimana perusahaan memerlukan penyesuaian-penyesuaian atas aktivitas perencanaan dan pengendalian (Heizer et al., 2017). Sistem pengukuran kinerja diperlukan sebagai pendekatan dalam rangka mengoptimalkan jaringan rantai pasok (*Rantai Pasok*) dan peningkatan daya saing pelaku rantai pasok. Pengukuran kinerja bertujuan mendukung perancangan tujuan, evaluasi kinerja, dan menentukan langkah-langkah ke depan baik pada level strategi, taktik, dan operasional.

Pengukuran kinerja *Rantai Pasok* tidak hanya berkaitan dengan satu departemen atau satu fungsional saja, akan tetapi harus mengintegrasikan seluruh area yang relevan yaitu melibatkan R&D, *production*, *marketing*, *logistic* dan *customer service*. Pengukuran kinerja yang selama ini berkembang di perusahaan, masih bersifat *functional-*

based. Dengan munculnya konsep *Rantai Pasok*, pengukuran kinerja proses secara keseluruhan seperti *perfect order fulfilment*, *new product development* dan *total cycle time* (Paduloh, Mitta, et al., 2020).

1. Tujuan penilaian kerja

Dengan melakukan pengukuran kinerja *Rantai Pasok*, perusahaan dapat mengontrol kinerja perusahaan secara langsung maupun tidak langsung dan perusahaan dapat mengetahui tingkat kinerja perusahaan saat ini, apakah tujuan yang ditetapkan tercapai atau tidak. Hasil pengukuran kinerja dijadikan sebagai landasan bagi perusahaan untuk meningkatkan kinerja melalui perbaikan yang berkesinambungan.

Tujuan utama dilakukannya penilaian adalah untuk mendapat informasi bagi manajemen puncak dan setiap tingkat manajemen dan operasional yang ingin mengetahui kemampuan kinerja *Manajemen Rantai Pasok*. Penilaian kinerja *Manajemen Rantai Pasok* juga dibutuhkan untuk mengembangkan sistem *Manajemen Rantai Pasok* yang sudah ada. Sistem Penilaian kinerja memiliki peranan penting bagi perusahaan manufaktur dalam operasi perusahaan serta mengimplementasikan strategi bisnis.

2. Metode penilaian kerja

Balance scorecard, SCOR, dan *Benchmarking* adalah tiga metode yang digunakan untuk penilaian kinerja pada suatu industri. Metode – metode ini juga kerap didiskusikan didunia akademis:

a. *Balance Scorecard*.

Balance Scorecard adalah sebuah kerangka kerja untuk mengukur kinerja sebuah organisasi. *Scorecard* terdiri dari data finansial dan non finansial. Tidak ada definisi umum tentang apa yang saja yang akan diukur pada *scorecard*. Kriteria Penilaian berbeda antar perusahaan ataupun antar departemen dalam satu perusahaan. Empat kategori umum yaitu:

- 1) *Financial Measures*
- 2) *Customer – Related Measures*
- 3) *Internal Performance*
- 4) *Learning*

Penilaian finansial berfokus pada nilai tambah ekonomis dan *Return of Investment*. Hubungan dengan pelanggan diukur dengan kepuasan pelanggan dan *market share*. Penilaian internal termasuk kualitas, waktu respon, dan penilaian biaya. Kategori ini juga termasuk aspek

kepegawaian seperti pengembangan keahlian, daya ingat, dan teknologi informasi.

b. Model SCOR

Model SCOR (*Rantai Pasok Operations Reference*) adalah suatu model penilaian yang diperkenalkan oleh *Rantai Pasok Council*, sebuah korporasi global yang independen, non profit, yang keanggotaannya terbuka bagi semua perusahaan dan organisasi. *Rantai Pasok Council* merupakan sebuah konsorsium dari 69 organisasi yang didirikan pada tahun 1996. Model SCOR mengkombinasikan elemen-elemen dari *business process engineering*, *benchmarking*, dan *leading process* kedalam sebuah kerangka kerja. Model SCOR menyediakan sebuah kerangka berfikir untuk mengukur dan mengerti kondisi dan kinerja *Rantai Pasok* saat ini serta menciptakan fondasi untuk melakukan *improvement*.



Gambar 4 Struktur SCOR
(Sumber : *Rantai Pasok Council*)

c. *Benchmarking*

Definisi formal dari *benchmarking* adalah sistem yang terdiri dari prosedur sistematis untuk mengidentifikasi praktik terbaik dan memodifikasi pengetahuan yang sebenarnya untuk mencapai kinerja yang unggul. Penting untuk adanya *metric* umum yang dapat digunakan ketika membandingkan perusahaan. Menurut Spelondini (1992), *Benchmarking* memiliki lima tujuan dasar yaitu:

- 1) *Strategy*: Perencanaan untuk jangka panjang dan pendek
- 2) *Forecasting*: Memprediksi trend
- 3) *New Ideas*: Menstimulus pemikiran baru
- 4) Perbandingan proses
- 5) *Setting objectives and targets* : Didasarkan pada praktik terbaik

Benchmarking dapat digunakan secara internal maupun internal dengan perusahaan sendiri. Perbandingan internal bisa digunakan untuk membandingkan antar departemen. Perbandingan eksternal dapat digunakan untuk membandingkan perusahaan sendiri dengan perusahaan pesaing atau dengan perusahaan yang memiliki kinerja yang baik.

3. Rantai Pasok *Operation Reference* (SCOR)

Salah satu model pengukuran kinerja Rantai Pasok adalah SCOR (*Rantai Pasok Operation Reference*) yang dikembangkan oleh sebuah lembaga profesional yaitu *Rantai Pasok Council* (SCC) pada tahun 1996. SCOR merupakan suatu cara yang dapat digunakan perusahaan untuk mengomunikasikan sebuah kerangka yang menjelaskan mengenai rantai pasok secara detail, mendefinisikan dan mengategorikan proses-proses yang membangun metrik-metrik atau indikator pengukuran yang diperlukan dalam pengukuran kinerja rantai pasok. Dengan demikian didapatkan pengukuran terintegrasi antara supplier, internal perusahaan, dan konsumen.

Model SCOR adalah model referensi proses, yang berisi deskripsi standar proses manajemen, kerangka hubungan antara proses standar, metrik standar untuk mengukur kinerja proses, praktik manajemen yang menghasilkan kinerja terbaik di kelasnya, dan perataan standar untuk fitur dan fungsi perangkat lunak (Huang et al. 2005).

Model SCOR memandang kegiatan dalam rantai pasokan sebagai serangkaian proses interorganisasi yang saling terkait dengan masing-masing organisasi yang terdiri dari lima komponen: *plan, source, make, deliver, and return*. Masing-masing komponen ini

dianggap sebagai proses intra-organisasi yang penting dalam rantai pasokan dengan lima kriteria pengukuran: (1) *Rantai Pasok reliability*, (2) *responsiveness*, (3) *flexibility*, (4) *costs*, and (5) *assets*. (Chopra, S.; Meindl, 2016)

Ruang lingkup utama dari proses SCOR adalah, *Plan*, *Source*, *Make*, *Deliver*, dan *Return*.

- a. *Plan* : Proses perencanaan untuk menyeimbangkan permintaan dan persediaan untuk mengembangkan tindakan yang memenuhi penggunaan *source*, produksi dan pengiriman yang terbaik.
- b. *Source* : Proses yang berkaitan dengan aktivitas untuk memperoleh material dan hubungan yang baik dengan perusahaan *supplier*.
- c. *Make* : Proses untuk merubah (transformasi) material menjadi produk jadi untuk memenuhi permintaan pelanggan.
- d. *Deliver* : Proses mengirimkan produk jadi dan atau jasa untuk memenuhi permintaan.
- e. *Return* : Proses yang dikaitkan dengan pengembalian dan penerimaan produk yang dikembalikan oleh pelanggan untuk berbagai aturan.

SCOR mengidentifikasi lima atribut utama kinerja *Rantai Pasok* yakni, *Reliability*, *Responsiveness*, *Flexibility*, *Cost* dan *Asset*.

- a. *Reliability* : Kehandalan suatu proses dalam menjalankan fungsinya baik itu dari segi sistem, peralatan, maupun sumber daya manusia.
- b. *Responsiveness* : Tingkat kecepatan dalam menanggapi atau merespon kondisi yang berkaitan dengan fungsinya.
- c. *Flexibility* : Tingkat fleksibilitas dalam menjalankan fungsinya.
- d. *Cost* : Biaya yang terkait pada *Rantai Pasok*.
- e. *Asset* : Kemampuan dalam mengelola asset.

Pada model SCOR terdapat sebuah komponen yang disebut dengan *Metric*. *Metric* adalah standar penilaian kinerja suatu proses. *Metric* SCOR mendiagnosa *metric*. SCOR mengakui tiga tingkatan *metric* standar.

- a. *Metric* level satu mendiagnosa kualitas keseluruhan *Rantai Pasok*. *Metric* ini juga dikenal sebagai *metric* strategis dan *Key Performance Indicators* (*KPI*). Perbandingan *metric* level satu membantu membangun target yang realistis yang mendukung tujuan strategis.

- b. *Metric* level dua bertindak mendiagnosa *metric* level satu. Hubungan diagnosa membantu untuk mengidentifikasi penyebab *gap* kinerja untuk *metric* level satu.
- c. *Metric* level tiga bertindak mendiagnosa *metric* level dua..

4. Key Performance Indicator (KPI).

Key performance indicator (KPI) dibuat untuk mengukur pencapaian tujuan pada *Rantai Pasok*. Ukuran tersebut berupa finansial dan non finansial yang dapat digunakan mengukur kinerja strategis organisasi (Paduloh & Hardi Purba, 2020). KPI merupakan alat ukur kinerja organisasi untuk menunjukkan kesehatan & perkembangan organisasi, keberhasilan kegiatan, progam atau penyampaian pelayanan untuk mewujudkan target-target atau sasaran organisasi. Terdapat kriteria dasar suatu organisasi dalam pengimplementasian KPI dalam kegiatan operasional, kriterianya adalah:

- a. Kolaborasi antara karyawan, tim, supplier serta konsumen.
- b. Desentralisasi mulai dari level manajemen hingga level operasional.
- c. Keterkaitan antara ukuran, laporan serta tindakan.

d. Hubungan antara KPI dengan strategi.

Untuk merancang KPI dibutuhkan proses sistem yang terintegrasi, baik dari lingkungan organisasi sendiri seperti karyawan, manager, pemegang saham dan dari pihak-pihak luar seperti pelanggan dan supplier. KPI merupakan sebagai unsur penting dalam sistem manajemen kinerja yang merupakan jantung siklus *performance management*, baik berupa *performance plaining*, *performance coaching*, *performance appraisal*. Untuk mengukur level pencapaian tujuan *Rantai Pasok* dapat ditentukanya *key performance indicator* (KPI).

Analytic Hierarchy Process (AHP)

AHP (*Analytic Hierarchy Process*) adalah suatu teori umum tentang pengukuran yang digunakan untuk menemukan skala rasio, baik dari perbandingan berpasangan yang diskrit maupun kontinu. AHP menguraikan masalah multi faktor atau multi kriteria yang kompleks menjadi suatu hierarki. Hierarki didefinisikan sebagai suatu representasi dari sebuah permasalahan yang kompleks dalam suatu struktur multi level dimana level pertama adalah tujuan, yang diikuti level faktor, kriteria, sub kriteria, dan seterusnya ke bawah hingga level terakhir dari alternatif. Dengan hierarki, suatu masalah yang kompleks dapat diuraikan ke dalam kelompok-kelompoknya yang

kemudian diatur menjadi suatu bentuk hierarki sehingga permasalahan akan tampak lebih terstruktur dan sistematis.

Penerapan AHP dalam suatu masalah harus dicoba dan dicoba lagi, diulang-ulang sepanjang waktu. Kita sulit mengharapkan pemecahan yang segera atas persoalan rumit yang selama ini telah dialami. Karena proses ini dapat memungkinkan untuk dilakukan revisi. Setiap pengulangan proses ini adalah seperti membuat hipotesis dan mengujinya kembali sehingga pada akhirnya akan menambah pemahaman terhadap suatu system. Secara umum langkah-langkah yang harus dilakukan dalam menggunakan AHP untuk memecahkan masalah.

1. Mendefinisikan masalah dan menentukan solusi yang diinginkan.
2. Membuat struktur hierarki keputusan sehingga permasalahan yang kompleks dapat ditinjau dari sisi yang detail.
3. Menyusun prioritas untuk setiap elemen masalah pada tingkat hierarki. Proses ini akan menghasilkan bobot terhadap pencapaian tujuan, sehingga elemen dengan bobot tertinggi memiliki prioritas penanganan.

1. Perbandingan berpasangan

Perbandingan berpasangan digunakan untuk mempertimbangkan faktor – faktor keputusan dengan memperhitungkan hubungan antara faktor dan sub faktor itu sendiri. Langkah pertama yang dalam menetapkan prioritas elemen – elemen dalam suatu persoalan keputusan adalah dengan membuat perbandingan berpasangan (*Pairwise Comparison*) terhadap suatu kriteria yang ditentukan, agar diperoleh skala yang bermanfaat ketika membandingkan dua elemen. Perbandingan berpasangan akan disajikan dalam bentuk matriks. Seseorang yang akan memberikan jawaban perlu mempunyai pengertian menyeluruh tentang elemen – elemen yang dibandingkan, dan relevansinya terhadap kriteria atau tujuan yang dipelajari. Pertanyaan yang biasa diajukan dalam menyusun skala kepentingan adalah:

- a. Elemen mana yang lebih (penting, disukai, mungkin), dan
- b. Berapa kali lebih (penting, disukai, mungkin)

Perbandingan berpasangan memiliki skala relatif yang dapat dilihat dari Tabel 3.1 pada tabel tersebut ditunjukkan beberapa skala tingkat kepentingan dengan memperhatikan kemampuan manusia dalam membedakan jumlah skala penilaian perbandingan.

Semakin banyak skala penilaian perbandingan, maka akan semakin sukar pihak manajer menentukan pilihannya. Jumlah skala penilaian perbandingan ada lima buah. Jumlah ini dianggap yang proposional bagi para manajer/responden untuk membedakan antara kriteria yang ada. Adapun skala penilaian diantara skala yang ada ditunjukkan sebagai nilai genap dari kedua skala yang ada.

Tabel 1 Skala Penilaian Perbandingan Berpasangan

Tingkat Kepentingan	Definisi	Keterangan
1 (sama)	Kedua elemen sama penting	Kedua elemen menyumbang sama besar pada sifat tersebut
3 (lemah)	Satu elemen lebih penting dari pada elemen yang lain	Pengalaman menyatakan sedikit memihak pada satu elemen
5 (kuat)	Satu elemen sesungguhnya lebih penting dari elemen yang lain	Pengalaman menunjukkan secara kuat memihak pada satu elemen
7 (sangat kuat)	Satu elemen jelas lebih penting dari elemen yang lain	Pengalaman menunjukkan secara kuat disukai & didominasi satu elemen sangat jelas lebih penting
9 (mutlak kuat)	Satu elemen mutlak penting dari pada elemen yang lain	Pengalaman menunjukkan satu elemen sangat jelas lebih penting
2,4,6,8	Nilai tengah diantara dua penilaian yang berdampingan	Nilai ini diberikan jika diberikan kompromi

Sumber: (Saaty, 2008)

Di bawah ini adalah contoh matrik perbandingan berpasangan yang menggunakan pemisalan $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$

A_1	A_{11}	A_{21}	A_{31}	A_{1n}
A_2	A_{21}	A_{22}	A_{23}	A_{2n}
A_3	A_{31}	A_{32}	A_{33}	A_{3n}
....
....
A_n	A_{n1}	A_{n2}	A_{n3}	A_{nn}

Gambar 5 Matrik Perbandingan Berpasangan

Dalam matrik ini bandingkan elemen A_1 dalam kolom di sebelah kiri dengan elemen A_1, A_2, A_3 , dan seterusnya yang terdapat di baris atas berkenaan dengan sifat C disudut kiri atas. Lalu ulangi dengan kolom A_2 dan seterusnya. Untuk mengisi matrik perbandingan berpasangan, kita menggunakan bilangan untuk menggambarkan relatif pentingnya suatu elemen di atas yang lainnya, berkenaan dengan sifat tersebut. Dalam metode AHP, hal yang terpenting yang harus diperhatikan adalah masalah *inconsistency*. Keputusan perbandingan yang diambil dikatakan *Erfectly Consistent* jika dan hanya jika $a_{ik} = a_{ij}$, dimana $i, j, k = 1, 2, \dots, n$. Tetapi konsistensi ini tidak boleh dipaksakan. Namun tingginya inkosistensi memang sangat tidak diinginkan jika matriks reciprocal konsisten maka $\lambda_{max} = n$. Prof. Saaty mendefinisikan ukuran konsistensi sebagai *Consistency Index*.

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

Ket : λ maksimum= nilai eigen terbesar dari metrik berordo n

n = jumlah kriteria

Untuk setiap ukuran matriks n, matriks random dibuat dan nilai rata-rata CI dihitung dimana:

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

Ket : CI = Indeks Konsistensi

CR = Rasio Konsistensi

RI = Random Index

Berikut ini indeks random untuk beberapa ukuran matriks :

n	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Apabila nilai $CR \leq 0.1$, maka masih dapat ditoleransi tetapi bila $CR > 0.1$ maka perlu dilakukan revisi. Nilai $CR = 0$ maka dapat dikatakan "*Perfectly Consistent*".

Teknik pengolahan data

Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan suatu instrumen yaitu angket/kuisisioner untuk menggali atau mengungkap berkaitan dengan performansi *Rantai*

Pasok. Setelah dilakukannya pengujian data yang telah diperoleh, langkah selanjutnya melakukan pengolahan data menggunakan metode AHP dan SCOR yang sesuai permasalahan yang terjadi. Berikut ini adalah langkah pengolahan data yang dikerjakan :

1. Penyusunan Hierarki

Penyusunan Hierarki ini, masalah ini rumit dapat diuraikan ke dalam kelompok yang lalu akan diatur menjadi suatu bentuk hierarki menjadi masalah akan tampak lebih sistematis.

2. Pembuatan dan Penyebaran Kuisisioner Pembobotan KPI,

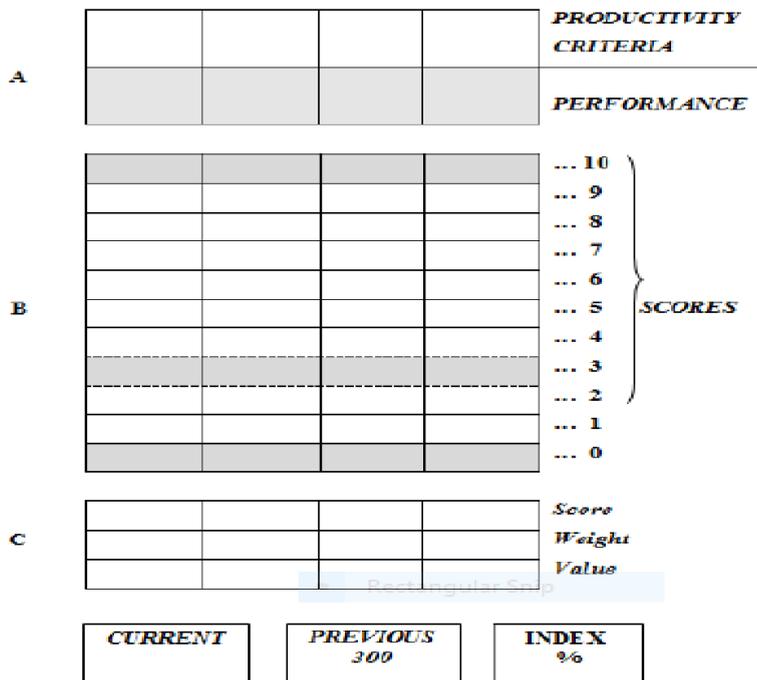
Tahapan awal dalam pengolahan data dengan melakukan pembuatan dan penyebaran kuisisioner. Pembuatan Kuisisioner dari level 1 yaitu proses, level 2 yaitu dimensi dan level ke 3 yaitu KPI (*Key Performance Indicator*). Kuisisioner berisi poin-poin dalam penilaian *Key Performance Indicator* (KPI). Langkah pembobotan KPI berfungsi sebagai menyusun hierarki pengukuran kinerja tersebut. Kuisisioner ini akan disebarakan kepada pihak yang terkait dalam proses *Rantai Pasok* yaitu kepala Departemen *Rantai Pasok*

3. Pembobotan KPI dengan metode AHP.

Tahap pembobotan dilakukan untuk KPI dengan metode AHP. Tahap pembobotan KPI digunakan sebagai penyusunan hierarki pengukuran kinerja dengan menyebarkan kuisioner pada tahap sebelumnya sebagai pengisiin bobot utama indikator yang berkaitan dengan aktivitas rantai pasok. Maka diketahui tingkat kepentingan hasil kinerja rantai pasok perusahaan. Pembobotan tersebut dilakukan untuk level 1, 2, serta 3.

4. Perhitungan *Scoring System* menggunakan OMAX.

Scoring system dikerjakan dengan metode OMAX guna memberikan hasil perfomansi dari KPI yang sudah ditetapkan. OMAX menyatukan kriteria produktifitas kedalam bentuk yang terpadu serta saling berhubungan satu dengan yang lain. Metode tersebut melibatkan kepala Departemen *Rantai Pasok* Adapun sistem *Scoring* OMAX dilihat gambar 3.4.



Gambar 6 sistem penilaian OMAX.

Berikut merupakan Sistem perhitungan OMAX yang terbagi menjadi berbagai bagian, :

1. Blok Pendefinisian

Adalah baris paling atas yang menjadi faktor yang berpengaruh terhadap kinerja, pada baris ke-2 (*performans*) adalah nilai performansi kinerja perusahaan pada setiap KPI tersebut.

- a. Kriteria Produktivitas, adalah standard yang menjadi tolak ukur produktifitas terhadap departemen yang diukur produktivitasnya.

- b. Performansi saat ini adalah hasil performansi saat ini yaitu hasil setiap produktivitas yang didasari pengukuran terakhir.

2. Blok Kuantifikasi.

Bagian ini berasal dari yang ditentukan pembagian level pencapaian kinerja dari level 10 (tertinggi) sampai level 0 (terendah). Level 10 merupakan level performansi paling tinggi yang merupakan target yang sudah ditentukan. target awal matriks dioperasikan (target kinerja perusahaan) diletakan di level 3 serta dibawah level 3 merupakan target yang buruk dari kinerja pertama. Semakin besar skala, semakin baik produktivitasnya. Ke-11 skala dibagi menjadi 3 bagian:

- a. Level 0, adalah rating dari score produktivitas yang tidak baik yang terjadi.
- b. Level 3, adalah rating dari score produktifitas performansi saat ini
- c. Level 10, adalah rating dari score produktivitas yang diinginkan hingga periode tertentu.
- d. Score dua melakukan interpolasi antara 1 dan 3
- e. Score 4, 5, 6, 7, 8, 9 sama seperti Score 2 hanya saja disini interpolasi dilakukan antara 3 dan 10.
- f. Perhitungan sebagai menentukan skala tiap level nya antara satu sampai 3 menggunakan rumus :

$$\text{level 1} - \text{level 2} = \frac{(\text{level 3} - \text{level 0})}{(3 - 0)}$$

- g. Untuk sebagai menghitung skala level 3 sampai level 10 menggunakan formulasi :

$$\text{level 4} - \text{level 10} = \frac{(\text{level 10} - \text{level 3})}{(10 - 3)}$$

3. Blok Penilaian Produktivitas (*monitoring*)

Bagian C adalah bagian monitoring untuk analisa terhadap level, *weight*, dan *value* untuk setiap KPI. Blok ini merupakan penilaian produktivitas, yaitu :

- a. Skor adalah nilai level dimana level pengukuran produktivitas.
- b. Bobot adalah nilai bobot dari tiap kriteria produktivitas terhadap total produktivitas. Setiap Standart yang sudah ditentukan memiliki pengaruh yang berbeda terhadap setiap tingkat unit yang telah diukur. Untuk itu, perlu dilampirkan bobot yang menyampaikan derajat kepentingan (dalam %) yang melihatkan pengaruh relatif tersebut terhadap produktivitas unit kerja yang diukur.
- c. Nilai adalah perkalian tiap skor dengan bobotnya

- d. Indikator Produktivitas adalah jumlah dari setiap nilai Indeks Produktivitas (IP), maka perlu dihitung untuk presentase kenaikan atau penurunan terhadap pencapaian.

Berikut merupakan beberapa langkah dalam penyusunan matriks :

- a. Menentukan Kriteria Produktivitas
Proses pertama ini identifikasi standart produktivitas yang tepat untuk unit kerja dimana pengukuran ini dilakukan.
- b. Mengidentifikasi kriteria
Kriteria produktivitas teridentifikasi secara baik, maka perlu proses setelah itu yaitu mengidentifikasi kriteria secara rinci.
- c. Menentukan nilai pencapaian mula-mula (skor 3)
Target awal diletakan pada nilai 3 dari skala satu hingga sepuluh sebagai memberikan lebih banyak tempat bagi perbaikan daripada untuk terjadi penurunan. Target biasanya ditempatkan tingkat lebih rendah lagi supaya memungkinkan terjdin pertukaran serta memberikan kelonggaran jika terjadi kemunduran.
- d. Menetapkan Sasaran (skor 10)
Nilai skor 10 berhubungan dengan tujuan yang diharapkan tercapai dalam 2 atau 3 tahun kedepan sesuai dengan lamanya pengukuran ini

akan dilaksanakan serta karena harus berkesan optimis.

e. Menentukan derajat kepentingan (bobot)

Kriteria tidak mempunyai factor yang sama produktivitas bagian kerja keseluruhan, sehingga seberapa besar derajat pentingnya se tiap kriteria harus diberikan bobot. Pembobot dilakukan kepada pihak pengambil keputusan serta mendapatkan dilakukan oleh orang yang terpilih sebab dianggap paham akan keadaan bagian kerja yang mau diukur.

f. Operasi matriks

Operasi Matriks bisa dilakukan jika keseluruhan diatas telah dipenuhi. Selanjutnya dapat diukur indeks produktivitas dari bagian kerja yang telah diukur.

4. Mengidentifikasi KPI tidak mencapai target dengan *Traffic light system (TLS)*.

Traffic light system (TLS) untuk menandakan *Score KPI* membutuhkan suatu perbaikan. Kriteria *TLS* ditunjukkan dengan warna yaitu :

a. Warna hijau : Jika nilai *Scoring System* terdapat di range 8-10 yang artinya kriteria kinerja yang telah diharapkan sudah tercapai target yang diinginkan.

- b. Warna kuning : Jika nilai *scoring system* terdapat di range 4-7 yang artinya kriteria kinerja tidak tercapai walaupun nilai tersebut sudah mendekati target (bisa terjadi perbaikan).
- c. Warna merah : Jika nilai *scoring system* terdapat di *range* 0-3 yang artinya kriteria kinerja tidak mencapai target yang telah di tentukan serta membutuhkan perbaikan

BAB 3

LOGISTIK DISTRIBUSI

Logistik

Menurut (Sarkis et al., 2018), Logistik adalah proses dari pengolahan dan penyimpanan material, *part*, dan persediaan akhir (dan aliran informasi yang berhubungan), melalui organisasi dan jalur pemasarannya dalam beberapa cara untuk mendapatkan keuntungan tertentu dimasa depan yang maksimal melalui efektivitas biaya dari pemenuhan pesanan. Menurut (Cooper et al., 1997) logistik merupakan penyampaian atau pengiriman barang atau material dalam jumlah tertentu dan waktu yang tepat ke suatu lokasi tertentu dengan biaya seminim mungkin. Menurut (Chopra, S.; Meindl, 2016) bahwa logistik mengacu pada transfer barang yang efisien dari sumber pasokan melalui lokasi pabrik ke titik keberangkatan ekonomis sambil memberikan layanan pelanggan yang dapat di terima. Dari beberapa pengertian penulis menyimpulkan bahwa logistik adalah suatu kegiatan yang termasuk kedalam bagian rantai pasok yang meliputi penyampaian barang atau material secara efektif dan efisien dimulai dari titik asal hingga ke titik akhir yang sesuai dengan kebutuhan dan permintaan pelanggan.

1. Sistem Logistik

Ada 5 komponen yang bergabung didalam sebuah sistem logistik, yaitu:

a. Struktur Lokasi Fasilitas

Struktur lokasi dan fasilitas dapat meningkatkan efisiensi pada kegiatan logistik. Lokasi fasilitas suatu perusahaan merupakan serangkaian jaringan lokasi melalui mana material/produk itu diangkut. Struktur lokasi fasilitas diantaranya meliputi pabrik, gudang, agen besar dan toko-toko pengecer. Pemilihan lokasi yang baik dan tepat dapat memberikan banyak keuntungan bagi perusahaan. peningkatan efisiensi pada kegiatan logistik yang dapat dicapai sangat berpengaruh dan dibatasi oleh jaringan fasilitas.

b. Transportasi

Transportasi adalah kendaraan yang akan digunakan untuk kegiatan perpindahan barang didalam manajemen logistik. Biasanya ada 3 (tiga) alternatif untuk menetapkan kemampuan transportasinya. Pertama, transportasi atau armada swasta yang bisa dibeli atau disewa. Kedua, perjanjian/kontrak khusus yang diatur dengan spesialis transportasi untuk memperoleh kontrak jasa-jasa pengangkutan. Ketiga,

perusahaan juga bisa mendapatkan jasa-jasa dari suatu perusahaan transportasi berijin (*legally authorized*) yang menawarkan jasa pengangkutan barang dengan biaya tertentu.

c. Pengadaan Persediaan

Kegiatan pengadaan pada persediaan biasanya dilakukan oleh divisi procurement. Perusahaan melakukan pengadaan/pembelian untuk setiap material/produk yang ada dalam persediaannya pada setiap fasilitas dalam jumlah yang sudah ditentukan. Tujuan dari pengendalian pengadaan ke dalam sistem logistik yaitu untuk mempertahankan jumlah persediaan pada tiap item yang seminimum mungkin agar dapat sesuai dengan sasarannya yaitu kepuasan pelanggan.

d. Komunikasi

Jaringan informasi dapat menentukan tingkat pencapaian efektifitas pada kegiatan sistem logistik, informasi yang salah dapat menyebabkan gangguan terhadap kinerja sistem, serta keterlambatan penyampaian informasi dapat memperbesar kesalahan sehingga mengakibatkan kegagalan dalam sistem tersebut. Dan sebaliknya komunikasi yang dibangun dengan baik dan tepat

dapat menjadi faktor-faktor utama untuk kestabilan sistem.

e. Penanganan dan Penyimpanan

handling and storage meliputi perpindahan (*movement*), pengepakan/pengemasan (*containerization*). *Handling* adalah bagian yang paling banyak menimbulkan biaya pada kegiatan logistik, dapat dilihat dari pengeluaran untuk proses operasi perpindahan dan pengemasan barang. Maka dari itu semakin sedikit frekuensi produk ditangani dalam keseluruhan proses *handling*, maka semakin baik efisien pada arus total fisik-nya.

2. Aktivitas dan Kegiatan didalam Manajemen Logistik

Menurut (Chopra, S.; Meindl, 2016), aktivitas logistik yang terlibat didalam alur produk dari titik awal sampai ke titik konsumsi :

- a. *Customer Service, customer service* bertindak sebagai kekuatan mengikat dan menyatukan semua kegiatan manajemen logistik
- b. *Ordering Processing*, aktivitas ini dapat dibagi dalam 3 komponen yaitu : komponen operasional, komponen komunikasi, komponen kredit dan penagihan.

- c. *Distribution Comuications*, komunikasi adalah bagian yang sangat vital antara proses logistik dan customer, informasi yang cepat dan akurat adalah kunci kesuksesan manajemen logistik
- d. *Inventory Control*, adalah kegiatan yang sangat vital dalam manajemen logistik, karena mengendalikan persediaan dan aset dari perusahaan untuk menjaga kecukupan pasokan produk dalam memenuhi kebutuhan customer dan kebutuhan manufaktur.
- e. *Demand Forecasting*, kegiatan ini melakukan peramalan dalam menentukan jumlah permintaan yang akan di butuhkan customer dimasa yang akan datang.
- f. *Traffic and Transportation*, aktivitas transportasi dan lalu lintas mengacu pada pengelolaan perpindahan barang/material dan termasuk di dalamnya seperti aktivitas dalam pemilihan metode pengiriman.
- g. *Warehousing and Storage*, yaitu kegiatan pergudangan dan penyimpanan dimana produk harus tersimpan didalam gudang dengan aman yang kemudian akan di jual atau digunakan untuk kebutuhan produksi.

- h. *Plant and Warehouse site selection*, yaitu kegiatan pemilihan lokasi pabrik dan gudang, dimana kedekatan lokasi pabrik dan gudang dengan pasar dapat meningkatkan tingkat pelayanan kepada pelanggan.
- i. *Material Handling*, penanganan material atau produk pada tiap aspek dari perpindahan atau alur material/produk, persediaan dalam proses, dan *finish good* dalam pabrik atau gudang
- j. *Procurement*, kegiatan ini adalah melakukan pembelian dan pengadaan atas bahan baku, produk, atau jasa-jasa untuk memastikan efektivitas operasional pabrikasi dan proses logistik perusahaan.
- k. *Part and Service Support*, penambahan dari perpindahan material/produk, persediaan dalam proses, dan *finish good*, manajemen logistik harus memperhatikan berbagai kegiatan yang berhubungan dalam perbaikan dan servis produk. logistik tidak berakhir ketika produk telah diantarkan ke pelanggan, namun juga harus bertanggung jawab atas kondisi produk saat diterima pelanggan.

1. *Packaging*, didalam manajemen logistik, pengepakan/pengemasan memiliki dua peran. Pertama, kemasan melindungi materila/produk dari bahaya saat disimpan dan diangkut. Kedua, kemasan dapat membuat materila/produk lebih mudah ketika disimpan dan dipindahkan agar dapat mengurangi penanganan dan biaya operasional penanganan material/produk tersebut.
- m. *Salvage and Scrap disposal*, kegiatan ini adalah proses perlakuan limbah, proses logistik harus menangani limbah secara efektif dan efisien.
- n. *Return Goods Handling*, yaitu kegiatan menangani atas barang yang dikembalikan. Kegiatan ini disebut *reverse logistic*, merupakan kegiatan penting dari manajemen logistik.

Distribution Requirement Planning

DRP menggunakan banyak logika yang sama dengan MRP untuk memungkinkan fasilitas distribusi (seperti gudang dan fasilitas penjualan cabang) untuk meminta produk dari operasi produksi utama. Objeknya sama dengan MRP – memastikan material yang memadai untuk memenuhi permintaan pelanggan tanpa menimbulkan biaya persediaan yang berlebihan (Heizer dan Render 2017).

1. **Basic Structure DRP**

Dalam penampilan fisik, DRP sangat mirip dengan MRP dan pada dasarnya menggunakan logika yang sama.

a. *Time Periods*

Periode waktu sering disebut ember waktu dapat berupa hari, minggu, bulan, atau periode waktu lainnya yang masuk akal dalam konteks situasinya.

b. *Gross Requirement*

Permintaan kotor dalam DRP adalah jumlah yang harus disediakan untuk mendukung permintaan.

c. *Scheduled Receipts*

Pesanan terbuka untuk pengisian ulang dapat berasal dari pemasok, produksi aktual, atau pasokan dari cabang gudang lain.

d. *Planned On-Hand*

Planned on-hand mewakili posisi persediaan untuk periode yang diberikan

e. *Planned Order Receipts*

Angka ini adalah jumlah yang harus diterima (dengan mengingat aturan ukuran lot) untuk mencegah keseimbangan di sisi negatif.

f. *Planned Order Release*

Nilai ini harus sama dengan offset rilis pesanan yang direncanakan untuk lead time, dengan cara yang sama seperti offset MRP untuk lead time.

Manajemen Persediaan

1. Pengertian Persediaan

Hampir semua perusahaan baik dibidang jasa maupun manufaktur, pasti akan memerlukan persediaan, apabila tidak ada persediaan barang perusahaan akan menghadapi resiko yang sangat besar jika suatu saat terjadi peningkatan permintaan sehingga tidak dapat memenuhi kebutuhan konsumen. Hal ini bisa saja terjadi karena tidak selamanya produk selalu tersedia pada setiap waktu, dan apabila hal ini terjadi akan mengakibatkan perusahaan akan kehilangan kesempatan untuk memperoleh keuntungan.

Menurut Warren dan Reeve (2016), persediaan adalah barang dagang yang dapat disimpan untuk kemudian dijual dalam operasi bisnis perusahaan dan juga dapat digunakan dalam proses produksi atau digunakan untuk tujuan tertentu.

Menurut (Pujawan, 2016), persediaan adalah semua pos-pos aktiva yang dimiliki perusahaan untuk dijual dalam operasi bisnis normal atau barang yang akan digunakan/dikonsumsi dalam membuat barang yang akan dijual. Penulis menyimpulkan pengertian persediaan yaitu bahan-bahan atau barang yang disediakan atau disimpan yang kemudian digunakan untuk memenuhi kebutuhan tertentu, misalnya untuk proses produksi atau manufaktur, dan juga untuk dijual kembali, atau untuk suku cadang dari suatu peralatan atau mesin. Persediaan dapat berupa bahan mentah (*raw material*), bahan pembantu, barang dalam proses (*work in procces*), dan barang jadi (*finish good*).

Inventroy control system dapat diartikan sebagai serangkaian kebijakan pengendalian dalam menentukan tingkat persediaan yang harus kendalikan, kapan pengadaan/pembelian barang atau produk harus dilakukan dan berapa besarnya jumlah pesanan yang harus penuhi. Sistem ini menjamin dan menentukan ketersedian-nya stock barang yang tepat dalam jumlah dan waktu yang tepat. Berikut adalah beberapa kelemahan dari persediaan bahan yang terlalu besar:

- a. Biaya penyimpanan atau pergudangan dari pada persediaan bahan baku akan menjadi sangat besar. Biaya ini tidak hanya meliputi sewa gudang atau penyusutan gudang, tenaga kerja dan lain-lainnya, akan tetapi juga meliputi dari adanya resiko kerusakan dan kehilangan pada material/produk.
- b. Besarnya biaya penyimpanan serta investasi dalam persediaan bahan baku, akan menyebabkan berkurangnya perputaran modal investasi dalam bidang yang lain. Seperti misalnya penambahan mesin produksi, peningkatan pemasaran atau periklanan. Artinya dapat dinyatakan bahwa persediaan bahan yang terlalu tinggi justru akan menjadi penghambat kemajuan perusahaan itu sendiri.
- c. Ketika perusahaan membuat persediaan bahan baku yang sangat besar, maka ketika terjadi penurunan harga produk di pasar, hal ini merupakan sebuah kerugian untuk perusahaan. Oleh karena itu memperkirakan dan menganalisa perubahan harga produk di pasar adalah hal yang sangat penting bagi perusahaan untuk penentuan besar kecilnya persediaan perusahaan.

Disisi lain kelemahan apabila perusahaan membuat persediaan yang terlalu kecil, diantaranya adalah:

- a. Persediaan yang sangat kecil sangat sering sekali membuat perusahaan tidak mampu mencukupi permintaan pelanggan. Untuk menstabilkan keberlangsungan kegiatan produksi, perusahaan nanti-nya akan melakukan pembelian secara mendadak sehingga harga material lebih tinggi, dalam jangka panjang tentunya hal ini akan sangat merugikan bagi perusahaan.
- b. Dengan seringnya terjadi *stock out* atau *shortage* persediaan pada produk jadi, maka akan sering terjadi pula permintaan pelanggan tidak dapat terpenuhi yang akhirnya mengakibatkan perusahaan dapat kehilangan pelanggannya.

2. Tujuan dan Fungsi Persediaan

Inventory sebenarnya bertujuan untuk mempertahankan kestabilan kelangsungan hidup suatu perusahaan dengan mencari keuntungan bagi perusahaan itu. Caranya yaitu dengan memberikan pelayanan yang memuaskan pelanggan dan selalu menyediakan barang yang diminta dengan tepat dan cepat. Fungsi-fungsi dari persediaan yaitu:

a. Fungsi *Bacth Stock* atau *Lot Size Inventory*

Penyimpanan adalah penyimpanan dalam jumlah yang besar dengan mempertimbangkan adanya potongan harga pada materil/produk, efisiensi proses produksi dikarenakan proses produksi yang lama dan adanya penghematan biaya angkut.

b. Fungsi *Decoupling*

Fungsi ini merupakan fungsi perusahaan dalam melakukan pengadaan persediaan secara *decouple*, yaitu dengan mengadakan pengelompokan operasional dengan cara terpisah.

c. Fungsi Antisipasi

Fungsi ini merupakan penyimpanan persediaan bahan yang bertujuan untuk menyelamatkan jika terjadi keterlambatan datang-nya pesanan bahan/material dari pemasok atau vendor. Tujuan utamanya adalah untuk menjaga proses siklus operasi bisnisnya agar tetap berjalan dengan lancar.

Alasan lainnya untuk menyediakan *inventory* yaitu untuk sesuatu yang berhubungan dengan siklus ekonomi dalam melakukan pengadaan dan proses produksi barang, untuk kebutuhan yang berubah-ubah pada tiap waktunya, serta fleksibilitas didalam

fasilitas penjadwalan distribusi barang, untuk perkiraan dalam biaya atau harga, dan untukantisipasi ketidakpastian terhadap *lead time* pesanan material/produk. Ketika dihadapkan dengan permintaan yang selalu berubah dari waktu ke waktu, perusahaan dapat melakukan pemesanan/pengadaan barang selama periode permintaan yang sedikit sehingga mampu mengantisipasi periode permintaan yang tinggi. Persediaan ini membuat perusahaan dapat beroperasi secara tepat sepanjang musim, dan dapat menghindari kerugian akibat biaya produksi yang berubah.

Penyediaan *inventory* dimaksudkan untuk menghadapi kondisi yang tidak pasti. Permintaan barang dari pelanggan tidak sepenuhnya bisa kita ketahui secara pasti, oleh karena itu diperlukannya peramalan untuk mencegah kerugian akibat *over stock* atau permintaan yang melampaui jumlah peramalan (*shortage*), perhitungan jumlah persediaan harus dilakukan secara teliti dan hati-hati.

3. Biaya – biaya Persediaan

Didalam persediaan diketahui terdapat biaya sebagai akibat kegiatan dan aktivitas persediaan, biaya-biaya tersebut adalah sebagai berikut:

- a. Bunga (*Interest*) : Biaya investasi dalam suatu *inventory* yang terjadi dari waktu ke waktu, dan dapat yang diartikan sebagai kehilangan nilai dari suatu investasi. Rasio bunga biasanya berkisar 15~25%.
- b. Pesanan (*Order*) : Biaya pemesanan barang dari suatu vendor (penjual). Biaya pengiriman (*shipment*) termasuk ke dalam biaya pemesanan.
- c. Pengaturan (*Set-up*) : Ketika *inventory* dihasilkan dari fasilitas internal, biaya administrasi set-up mesin masuk ke dalam biaya *set-up*.
- d. Penyimpanan (*Storage*) : Biaya yang terjadi dikarenakan penyimpanan persediaan melampaui batas waktu. Biaya penyimpanan aktual harus dibagi ke dalam item persediaan.
- e. Barang (*Unit*) : Biaya persediaan secara keseluruhan dibagi ke dalam persediaan satu item.

4. Klasifikasi Inventory

- a. Demand Probabilistik

Dalam permintaan probabilistik, ketentuan yang harus dipahami adalah sebagai berikut:

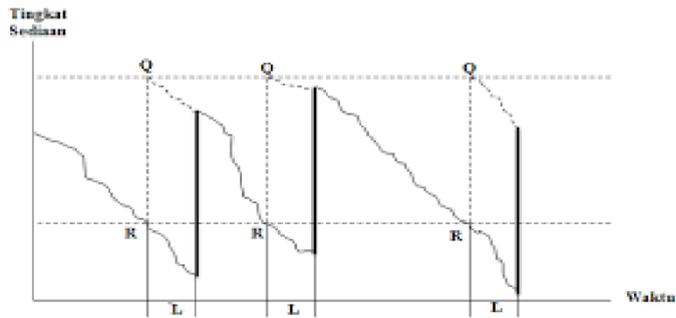
- 1) Apabila *lead time* $\neq 0$, maka diperlukannya penentuan re-order point, adalah suatu titik keadaan stock barang dimana harus dilakukannya pemesanan ulang
- 2) *Demand probabilistik* terdapat kemungkinan persediaan habis sedangkan pesanan yang sudah dipesan belum datang.
- 3) Hal ini dapat diatasi dengan menentukan jumlah *safety stock*
- 4) Re-order point (ROP) besarnya ditentukan berdasarkan permintaan selama *lead time*, maka $ROP = D \times LT$ misalnya adalah jika permintaan per tahun 10.000 unit; lead time pemesanan selama 1 minggu; maka:
 - a) $ROP = \text{demand selama 1 minggu}$
 - b) $ROP = 1/52 \times 10.000 = 192,3 \sim 193$
 - c) Maka jika stock sudah mencapai 193 unit maka harus dilakukan pemesanan
- 5) Re-order point pada contoh diatas belum memperhitungkan jumlah besarnya persediaan pengaman (*safety stock*).
- 6) Persediaan pengaman (*safety stock*) bertujuan untuk meminimalisir kemungkinan *stock out/shoretage*

- 7) Persediaan pengaman (*safety stock*) dipengaruhi oleh *lead time* dan variansi demand
- 8) Jika permintaan per unit waktu (D) dan (σ) adalah standard deviasi-nya, maka : *demand* selama *lead time* adalah $LT \times D$, variansi demand selama *lead time* adalah $\sigma^2 \times LT$ dengan standard deviasi adalah $(\sigma^2 \times LT)^{1/2}$
- 9) Rumus dalam menentukan persediaan pengaman (*safety stock*) yaitu: $SS = Z \times$ standard deviasi permintaan selama LT ($SS = Z \times \sigma \times \sqrt{LT}$)
- 10) Penentuan jumlah persediaan yang harus dipesan adalah :
- a) *Lot sizing* pesanan:

$$Q_0 = \sqrt{\frac{2D \times RC}{HC}}$$

- b) Titik dilakukannya pemesanan kembali

$$ROP = (D \times LT) + (Z \times \sigma \times \sqrt{LT})$$



Gambar 7 Reorder Point dengan Safety Stock

b. Service Level

- 1) Service level diukur dalam beberapa cara yaitu:
- 2) persentase pesanan yang sepenuhnya dipenuhi dari stok
- 3) persentase unit yang diminta yang dikirim dari stok
- 4) persentase unit yang diminta yang dikirimkan tepat waktu
- 5) persentase waktu ketersediaan stok
- 6) persentase siklus stok tanpa kekurangan
- 7) persentase item-bulan ada stok yang tersedia
- 8) Ukuran *service level* yang paling sering digunakan: *persentase demand/order* yang dapat dipenuhi dari persediaan

- 9) *Service level* (dalam 1 siklus) adalah kemungkinan untuk dapat memenuhi semua demand dalam satu siklus inventori
- 10) Penentuan Nilai Z dapat dilihat pada tabel 2

Tabel 2 Penentuan Nilai Z

Service Level	Stock Out Probability	Z Value
90%	0.10	1.28
95%	0.05	1.65
98%	0.02	2.05
99%	0.01	2.33
99.86%	0.0014	3.74

5. Menentukan Ukuran Lot

Ada beberapa teknik untuk menentukan ukuran lot menurut (Kushartini & Almahdy, 2016):

a. *Lot For Lot* (LFL)

Teknik lot untuk lot ini adalah penentuan jumlah pengisian persediaan bahan baku yang ditetapkan sedemikian rupa untuk memenuhi kebutuhan bersih pada satu periode tunggal. Teknik ini ditentukan berdasarkan jumlah yang dibutuhkan saja, dengan tujuan untuk meminimumkan ongkos simpan pada produk.

b. *Economic Order Quantity* (EOQ)

Teknik jumlah pesanan ekonomis ini adalah jumlah pesanan yang meminimalkan total biaya

penyimpanan dan biaya pesanan, perhitungan EOQ dapat dilakukan dengan rumus:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2SD}{H}}$$

Keterangan :

D = Jumlah Permintaan per periode

S = Biaya per pesanan

H = Biaya penyimpanan per unit

c. *Fixed Order Quantity* (FOQ)

Teknik jumlah pesanan tetap adalah ukuran lot yang ditentukan secara subjektif. Dimana jumlah pesannya dapat ditentukan berdasarkan aspek-aspek yang tersedia pada kapasitas yang dimiliki. Ketika ukuran lot ini ditetapkan, maka seluruh periode selanjutnya akan menggunakan ukuran lot yang sama.

d. *Period Order Quantity* (POQ)

Teknik jumlah pesanan per-periode adalah teknik menentukan ukuran lot dengan interval pemesanan yang ditentukan berdasarkan pada logika EOQ yang telah ditentukan sebelumnya sehingga dapat digunakan pada permintaan yang berperiode waktu diskrit. Dalam menentukan teknik ini dapat dihitung dengan rumus:

$$\begin{aligned} & \text{Frekuensi pemesanan per tahun} \\ & = \frac{\text{Pemesanan Per Tahun}}{EOQ} \end{aligned}$$

$$\text{Interval pemesanan} = \frac{\text{Jumlah Periode}}{\text{Frekuensi Pemesanan}}$$

e. *Least Unit Cost (LUC)*

Teknik ongkos unit terkecil adalah keputusan didasarkan pada ongkos paling murah untuk tiap unit (biaya pemesanan per-unit + biaya simpan per-unit). Biaya terkecil untuk ukuran lot per-unit yang akan dipilih.

f. *Fixed Period Requeirment (FPR)*

Teknik kebutuhan untuk periode tetap adalah teknik yang digunakan untuk menentukan ukuran lot dengan periode tetap, dimana pesanan dilakukan berdasarkan periode waktu yang telah ditentukan. Besaran jumlah pesanan tidak mengacu pada ramalan namun dengan cara menggunakan penjumlahan kebutuhan bersih pada interval pemesanan dalam beberapa periode waktu yang telah ditentukan.

BAB 4

CUSTOMER RELATIONSHIP MANAGEMENT

Perilaku Konsumen

(Kotler et al., 2012) menyatakan perilaku konsumen adalah merupakan bentuk pembelajaran individu, grup dan organisasi didalam memilih, membeli, menggunakan suatu produk, jasa, ide atau pengalaman yang bertujuan untuk memuaskan kebutuhan mereka. Dan menurut (Swastha & Handoko, 2012), Perilaku konsumen adalah proses pengambilan keputusan oleh individu yang langsung mengerjakan semua kegiatan untuk mendapatkan dan mempergunakan barang dan jasa dalam kegiatan- kegiatan tertentu. Pelanggan adalah salah satu asset terpenting sebagai terciptanya keuntungan perusahaan (Hardiani et al., 2015). Dari pendapat beberapa ahli diatas dapat disimpulkan bahwa perilaku konsumen adalah pembelajaran terhadap konsumen yang berkaitan dengan proses mencari, memilih, menggunakan dan menempatkan produk dan jasa yang diharapkan dapat memenuhi kebutuhan mereka.

Customer Relationship Management (CRM)

CRM adalah sebuah metode pendekatan bisnis yang berorientasi dan berfokus kepada pelanggan. CRM adalah gabungan antara teori metode dan software enterprise untuk mengembangkan jangka perusahaan dengan pelanggan dan memperbaiki hubungan perusahaan dengan pelanggan tersebut CRM adalah sebuah pendekatan yang berfokus untuk meningkatkan shareholder melalui penanganan hubungan yang tepat dengan customer utama dengan kelompok customer yang lain. Salah satu aplikasi CRM dalam kegiatan bisnis adalah dapat digunakan pada aktifitas pemasaran. CRM pertama kali dikenalkan di tahun 1990, Ditahun tersebut CRM digunakan untuk mendeskripsikan solusi pelanggan yang berbasis pada teknologi. CRM memberikan kesempatan menggunakan data dan informasi pelanggan dalam rangka mengerti tipe pelanggan dan membuat nilai yang lebih baik terhadap pelanggan (Payne & Frow, 2013). Dalam CRM terdapat dua strategi yang sangat berkaitan erat, yaitu strategi bisnis dan strategi pelanggan.

Dalam pengaplikasiannya implementasi CRM memberi manfaat bagi perusahaan dan pelanggan. karena CRM memiliki peran yang menciptakan hubungan antara perusahaan dan pelanggan yang berkelanjutan. Manfaat CRM sebagai berikut:

1. Efisiensi biaya dalam melayani repeat Pelanggan. Karena biaya yang dibutuhkan untuk menarik pelanggan cenderung lebih mahal jika dibandingkan mempertahankan pelanggan lama.
2. Kepuasan dan loyalitas pelanggan. Dengan adanya dukungan dan kepercayaan pelanggan menjadi salah satu sumber kekuatan dalam mempengaruhi daya survival perusahaan untuk meningkatkan kepuasan dan loyalitas pelanggan.
3. Berdasarkan konsep loyalitas, pelanggan lama yang puas dan loyal terhadap produk/jasa perusahaan sangat berpotensi menyebarkan pengalaman positifnya kepada orang lain.
4. Perusahaan berusaha menjalin relasi dengan pelanggan tujuan mendapatkan omset melalui penjualan produk dan jasa.

Kunci sukses penerapan CRM adalah pada Sumber daya Manusia, proses dan teknologi, dimana SDM merupakan faktor utamanya. Jika kata-kata CRM diperhatikan maka *relationship is about people to people*, hubungan antara orang dengan orang. Kemudian yang kedua adalah proses berorientasi pada kepuasan dan loyalitas pelanggan. Yang ketiga adalah teknologi apa yang dibutuhkan yang nantinya akan digunakan. CRM ke dalam tiga komponen utama, yaitu:

1. Sumber Daya Manusia (*People*)

Dalam hal ini adalah karyawan sebagai pelaksana CRM. Di dalam struktur SDM, faktor kunci yang harus diperhatikan adalah seperti struktur organisasi, peran dan tanggung jawab, budaya perusahaan, prosedur dan program *change management* secara menyeluruh. Dalam mengelola hubungan atau relasi dengan pelanggan diperlukan *personal touch* atau sentuhan-sentuhan pribadi dan manusiawi. Diperlukan *attitude* dan semangat dari dalam perusahaan dan karyawan untuk lebih proaktif dalam menggali dan mengenal pelanggannya lebih dalam agar dapat lebih memuaskan mereka.

2. Proses

Proses meliputi sistem dan prosedur yang membantu perusahaan untuk lebih mengenali dan menjalin hubungan dekat dengan pelanggan. Struktur organisasi, kebijakan operasional Implementasi CRM akan merubah proses yang telah ada sebelumnya, baik proses usaha yang melibatkan pelanggan secara langsung maupun tidak. Pada CRM, fungsi usaha yang utama harus berfokus pada pelanggan.

3. Teknologi

Teknologi diperkenalkan untuk dapat lebih membantu, mempercepat dan mengoptimalkan faktor manusia dan proses dalam aktivitas CRM. Meskipun demikian, kita tetap harus melihat struktur bisnis, perilaku pelanggan, karyawan, maupun budaya kerja, karena dalam teknologi tidak dapat memecahkan persoalan begitu saja.

Munurut (Carissa, 2014) terdapat tiga landasan CRM yaitu Senyum, Sapa dan Salam yang merupakan dari CRM strategi atau *job description* serta budaya kerja *service excellent*. Pada CRM Analitis menggunakan data dari program *Fashion Card* untuk menyimpan data pelanggan, Hasil penerapan CRM dapat meningkatkan pembelian kembali sebanyak 25%. Dalam CRM Operasional dengan melakukan segmentasi pasar harus menyediakan *contact center* atau lebih dikenal *customer service* untuk menangani keluhan pelanggan. (Andarani, 2015) meneliti tentang faktor - faktor yang mempengaruhi suksesnya strategi CRM, faktor tersebut diantaranya *customer knowledge* (pengetahuan tentang customer), faktor organisasi dan *knowledge management* dengan menggunakan metode korelasional sebab akibat. Hasil dari penelitian ini menyatakan bahwa *Customer Knowledge*, faktor organisasi dan *Knowledge Management* memiliki pengaruh sebesar 74,6% terhadap kesuksesan pelanggan.

Soliman, (2010) meneliti dasar teoritis CRM dan hubungan dengan kinerja pemasaran dari beberapa sudut pandang. Digunakan metode analisis statistik deskriptif dan analitis. Penelitian ini menyimpulkan bahwa terdapat hubungan positif antara CRM dan kinerja pemasaran. Sebagai tambahan, menjadi efek dari dimensi CRM terhadap kinerja pemasaran di lembaga keuangan. (Rumiarti & Budi, 2017) melakukan penelitian yang bertujuan untuk segmentasi pelanggan di PT Gramedia Asri Media. Proses data mining dilakukan dengan melakukan clustering menggunakan algoritman K-Means untuk Segmentasi pelanggan berdasarkan Recency, Frekuensi dan Monetary (RFM) serta algoritma clustering berdasarkan banyaknya jenis buku. Evaluasi terhadap hasil cluster menggunakan *elbow method*, *silhouette method*, dan Calinski-Harabasz Index. Segmentasi pelanggan berdasarkan RFM menghasilkan 2 cluster optimal yaitu *occasional customer* (customer tak berkala) dan *dormant customer* (customer tidak aktif). Segmentasi pelanggan berdasarkan banyaknya jenis buku yang dibeli menghasilkan 3 cluster.

Customer Profiling dan Segmentations

Menurut (Kotler et al., 2012) segmentasi pasar adalah mendefinisikan pasar secara baik kedalam profil mereka masing-masing berdasarkan karakteristik. segmentasi pasar berisi beberapa kelompok pelanggan yang memiliki

kebutuhan dan keinginan yang sama sehingga dapat membantu menentukan target yang akan dicapai perusahaan. Sedangkan segmentasi pelanggan adalah proses membagi pelanggan yang berbeda ke dalam kelompok yang memiliki karakteristik pelanggan yang sama untuk membangun strategi pemasaran perusahaan. Banyak tipe segmentasi yang berbeda berdasarkan kriteria fisik atau atribut yang digunakan untuk melakukan segmentasi seperti contohnya daftar transaksi pelanggan. Sifat dari segmentasi pelanggan dikelompokkan berdasarkan sifat dan karakteristik yang digunakan. Untuk mengelompokkan setiap pelanggan tersebut dibutuhkan metode yaitu teknik *clustering*. *Clustering* dapat menganalisa sifat data, mengidentifikasi kelompok pelanggan secara alami dan menawarkan solusi yang diterima dari hasil pengamatan pola data. Pelayanan Model Data Mining dibangun dengan baik dapat menemukan kelompok dengan profil dan karakteristik yang jelas dan memperkaya skema segmentasi.

Selama ini perusahaan berjalan selama bertahun-tahun untuk menghasilkan banyak produk dan menghasilkan keuntungan yang sangat besar tanpa petunjuk seperti apa karakteristik pelanggan mereka dan berapa banyak pelanggan yang loyalitasnya sangat besar terhadap produk perusahaan tersebut. Karena itu management customer profiling and segmentations adalah langkah pertama yang

harus ditempuh dalam perusahaan untuk menjalankan bisnisnya. Customer profiling menggunakan data untuk menggambarkan profil pelanggan sedangkan segmentasi pelanggan adalah tindakan yang membagi pelanggan menjadi beberapa kelompok yang berbeda berdasarkan kategori loyalitas pelanggan tersebut (Yuliari et al., 2015). Ada beberapa cara yang dapat dilakukan untuk melakukan tindakan Customer Profiling and Segmentation, diantaranya :

1. Analisis RFM

Salah satu cara yang umum dan yang banyak dilakukan perusahaan untuk melakukan Customer Profiling and Segmentation adalah dengan menerapkan RFM. Metode ini digunakan untuk melakukan segmentasi berdasarkan kapan terakhir kali bertransaksi, berapa kali pelanggan melakukan transaksi dan berapa jumlah mereka bertransaksi dalam bentuk uang.

2. Analisis Demografis

Pada analisis demografis ini sangat erat kaitannya dengan geografis atau lokasi dari pelanggan itu berasal. Namun didalam beberapa penelitian demografis ini juga dapat dilakukan dengan melakukan segmentasi kepada pelanggan berdasarkan umur, jenis kelamin, pendapatan, dan status perkawinan.

3. Analisis Life Stage

Analisis Life Stage lebih dekat analisis behavior analisis kebiasaan. Analisis ini berkaitan dengan kebiasaan pelanggan berdasarkan umur pelanggan, ataupun jenis kelamin pelanggan.

Namun dalam penelitian kali ini yang akan dilakukan analisisnya adalah tentang analisis RFM.

1. Analisis Geografis

Geografis telah menjadi komponen penting dari strategi pemasaran. Hal ini didorong untuk sebagian besar perusahaan untuk mempertimbangkan tata ruang pengiriman dan juga biaya pengirimannya untuk pendistribusiannya (Virgiawan, 2015). Pada langkah ini para peneliti dibidang marketing dan ekonomi telah mengembangkan minat dalam aspek pertumbuhan dan struktur pasar. Sadar akan pentingnya geografi dalam strategi pemasaran maka perusahaan memperlakukan pelanggan secara berbeda berdasarkan letak pelanggan yang berbeda. Oleh karena itu dibuatkan mapping area pelanggan yang akan menampilkan persebaran pelanggan pada tiap segmen agar dapat mengetahui bagaimana perlakuan pelanggan berdasarkan letak geografis yang berbeda. perusahaan mempunyai harapan jika customer yang letaknya jauh dari perusahaan akan

melakukan transaksi dalam jumlah besar walaupun jarang melakukan transaksi

2. Analisis Tipe pelanggan

Hal yang paling penting dalam menjalankankan bisnis dan membuat bisnis tetap berjalan adalah memahami karakteristik pelanggan, walaupun produk yang ditawarkan perusahaan sangatlah bagus namun jika dari segi pelanggan produk tersebut tidak bagus atau tidak diperlukan maka produk perusahaan tersebut tidak akan laku. Ada 10 cara bagaimana perusahaan dapat mengetahui pelanggannya, salah satunya adalah siapakah pelanggan perusahaan dan bagaimana karakteristik pelanggan tersebut. Jika perusahaan menjual produk kepada individu maka yang sebaiknya diperhatikan oleh perusahaan adalah umur pelanggan, jenis pelanggan, status pernikahan, dan pendapatan pelanggan. Jika perusahaan menjual produk kepada perusahaan lain atau bisnis lain, maka yang harus diperhatikan adalah mencari tahu seberapa besar bisnis pelanggan dan bisnis apa yang dijalankan pelanggan perusahaan.

3. Analisis Behavior

Mempelajari perilaku customer sangatlah menarik untuk perusahaan, tetapi merupakan studi yang menarik dalam dirinya sendiri bahkan untuk individu

(non perusahaan). Karena dalam bisnis customer memegang kekuasaan tertinggi dalam bisnis kita, sebaik mungkin kita memperlakukan customer kita dengan sangat baik.

Ada banyak cara untuk memahami karakteristik dan kebiasaan pelanggan salah satunya adalah kebiasaan pelanggan dalam melakukan transaksi atau waktu pelanggan melakukan transaksi. Dalam membantu analisis tugas akhir ini akan ditampilkan transaksi harian serta nama pelanggan perusahaan yang rangkum selama tiga tahun terakhir. Karena itu perusahaan memerlukan laporan dari tugas akhir ini untuk mengetahui seberapa loyal pelanggan perusahaan dalam tiga tahun terakhir, dan pada minggu dan bulan apa pelanggan melakukan transaksi di perusahaan.

Recency, Frekuensi, and Monetary (RFM)

Analisa RFM adalah proses menganalisis perilaku mendasar pelanggan. Analisa RFM umumnya digunakan dalam pemasaran database dan pemasaran langsung. Analisis RFM merupakan suatu model perhitungan yang terdiri dari tiga Atribut domain yang memperhatikan transaksi pelanggan berdasarkan transaksi terakhir/keterkinian (*Recency*), total jumlah transaksi (*Frequency*), serta total nominal dari transaksi (*Monetary*).

Tujuan dari RFM adalah untuk memprediksi perilaku pelanggan di masa depan agar dapat mengarahkan keputusan segmentasi yang lebih baik Model analisa ini pertama kali dikenalkan oleh Hughes sebagai metode untuk menganalisa nilai pelanggan (Widyantoro & Supratman, 2022). Model ini membedakan pelanggan dari sejumlah data dengan menggunakan tiga atribut yaitu interval waktu pelanggan, frekuensi atau seberapa sering transaksi pelanggan, dan jumlah uang. Ketiga atribut tersebut dijelaskan secara detail seperti dibawah ini :

1. *Recency Last Purchase (R)*

R mempresentasikan recency yang berarti adalah jarak waktu terakhir pembelian dengan transaksi akhir semua pelanggan ditambah 1 hari.

2. *Frequency Of The Purchase (F)*

F mempresentasikan frequency yang artinya jumlah semua transaksi pelanggan tersebut pada periode tertentu.

3. *Monetary Value Of the Purchase (M)*

M mempresentasikan monetary yang artinya jumlah uang yang digunakan untuk pembelian pada periode tertentu.

Analisa RFM adalah proses menganalisa perilaku pelanggan. Hal ini umumnya digunakan dalam pemasaran database dan pemasaran langsung. Dalam penelitian (Wansbeek, 2016) telah dibuktikan bahwa

metode RFM adalah yang paling efektif ketika diaplikasikan pada transaksi oleh Blattberg. Berikut ini adalah contoh tabel data RFM yang ditampilkan pada tabel 3.

Tabel 3 Contoh Tabel Data RFM

Customer ID	Recency (Hari)	Frequency (Jumlah)	Monetary (Rupiah)
1	43	5	1.000.000
2	22	12	2.000.000
3	122	3	2.500.000
4	90	14	1.500.000
5	43	12	3.000.000
6	41	1	4.000.000
7	170	2	1.300.000
8	285	10	1.700.000
9	224	8	15,000,000
10	305	45	250,000,000

Pada model RFM, *Recency* mengacu pada selisih pada hari terakhir dimana pelanggan melakukan transaksi, dipercaya oleh banyak penjual atau seller bahwa pelanggan baru cenderung untuk membeli kembali daripada pelanggan yang melakukan transaksi yang sudah lama. Untuk *Frequency* yang mempresentasikan jumlah transaksi dalam kurun waktu yang sudah ditentukan. Banyak seller yang mengasumsikan bahwa pelanggan yang melakukan transaksi lebih banyak akan cenderung membeli kembali dibandingkan dengan pelanggan yang melakukan transaksi dalam jumlah yang

sedikit. Sedangkan *Monetary* mengacu kepada uang yang telah dihabiskan oleh pelanggan dalam kurun waktu yang telah ditentukan, ini mengansumsikan bahwa pelanggan yang meghabiskan lebih banyak uang dalam sekali transaksi akan cenderung membeli kembali dibandingkan dengan pelanggan yang melakukan pembelian dalam jumlah uang yang sedikit.

Pada metode RFM ini juga dapat digunakan setelah melakukan clustering yaitu dengan mencari rata-rata masing-masing RFM untuk masing-masing cluster. Kemudian dari rata-rata tersebut kita menentukan kita dapat tentukan bahwa cluster tersebut termasuk pada RFM.

Normalisasi Min-Max

Normalisasi adalah proses untuk menyamakan tipe data agar data tidak mempunya selisih yang cukup jauh. Normalisasi data ini karena perbedaan skala yang terjadi di *Recency*, *Frequency* dan *Monetary* terlalu jauh. Contohnya dalam *Monetary* angka dimuncukan dalam bentuk rupiah sampai dengan ratusan juta sedangkan dalam *Recency* angkanya paling kecil adalah 1. Oleh karena itu diperlukan normalisasi ini. Normalisasi RFM pada tugas akhir ini menggunakan metode min-max, untuk nilai R_{CI} , F_{CI} , dan M_{CI} pada persamaan 2.1, 2.2 dan 2.3 akan didefinisikan sebagai berikut:

$$Rci = \frac{O_i^R - \min^R}{\max^R - \min^R} (Newmax^R - Newmin^R) + Newmin^R$$

$$Fci = \frac{O_i^F - \min^F}{\max^F - \min^F} (Newmax^F - Newmin^F) + Newmin^F$$

$$Mci = \frac{O_i^M - \min^M}{\max^M - \min^M} (Newmax^M - Newmin^M) + Newmin^M$$

O_i^R , O_i^F dan O_i^M adalah data mentah yang akan dinormalisasi untuk masing-masing *Recency*, *Frequency*, dan *Monetary*. Sedangkan untuk \min^R , \min^F , dan \min^M adalah nilai minimum dari masing-masing R, F, dan M. Begitu pula \max^R , \max^F , dan \max^M yang nilai maksimal dari R, F, dan M.

$Newmax^R$, $newmax^F$, dan $newmax^M$ adalah rentang nilai maksimal R, F, dan M baru yang mempunyai nilai 1, sedangkan $newmin^R$, $newmin^F$, dan $newmin^M$ adalah rentang baru nilai minimal masing-masing R, F, dan M yang bernilai 0. Hasil dari persamaan 2.1, 2.2, dan 2.3 akan mempunyai nilai hasil yang rentangnya 0 sampai 1.

Penggalian Data

Penggalian data adalah cara yang digunakan untuk mendeskripsikan penemuan atau penggalian pengetahuan dari jumlah data yang sangat besar. Secara teknis, penggalian data merupakan sebuah proses yang menggunakan teknik statistika, matematika, dan kecerdasan buatan untuk mengeluarkan dan mengexploitasi informasi yang bermanfaat serta

pengetahuan yang berpola dari himpunan data dengan ukuran besar. Secara skematis membagi langkah proses pelaksanaan penggalian data ke dalam tiga kegiatan, antara lain :

1. Eksplorasi data, terdiri dari aktivitas pembersihan data, transformasi data, pengurangan dimensi, pemilihan ciri, dan lain-lain.
2. Membuat model dan pengujian validitas model, merupakan pemilihan terhadap model-model yang sudah dikembangkan yang cocok dengan kasus yang dihadapi. Dengan kata lain, dilakukan pemilihan model secara kompetitif
3. Penerapan model dengan data baru untuk menghasilkan perkiraan dari kasus yang ada. Tahap ini merupakan tahap yang menentukan apakah model yang telah dibangun dapat menjawab permasalahan yang dihadapi.

Penggalian data telah menjadi metode yang populer untuk penyelesaian permasalahan bisnis yang rumit di berbagai area. Tujuan penggalian data ini adalah untuk menyelesaikan permasalahan atau membuat kesempatan bisnis yang muncul untuk menciptakan keuntungan yang berkelanjutan. Berikut merupakan aplikasi penggalian data yang digunakan dalam beberapa bisnis:

1. Pengelolaan hubungan pelanggan
2. Perbankan
3. Penjualan dan logistic
4. Manufaktur dan produksi
5. Asuransi
6. Perangkat keras dan perangkat lunak computer
7. Pemerintahan
8. Industri agen perjalanan
9. Kesehatan
10. Olahraga

Clustering

Clustering merupakan pengelompokan objek berdasarkan informasi suatu data yang menjelaskan objek satu dengan yang lainnya. Tujuan dalam pengelompokan adalah mengelompokkan objek yang memiliki kesamaan karakteristik dengan objek lainnya dalam satu kelompok. *Clustering* merupakan salah satu metode mining yang bersifat tanpa arahan. Ada dua jenis clustering yang sering digunakan dalam proses pengelompokan data yaitu hirarki dan non hirarki. Dalam cluster hirarki dimulai dengan membuat k cluster, dimana setiap cluster beranggotakan satu objek dan berakhir dengan satu cluster dimana anggotanya k objek, pada setiap

prosedurnya satu cluster digabung dengan dengan satu cluster lainnya, lalu dapat dipilih cluster yang diinginkan dengan menentukan *cut-off* pada tingkat tertentu. Dalam non hirarki pengelompokan objek dimasukkan kedalam k cluster, dapat dilakukan dengan menentukan pusat cluster awal lalu dilakukan relokasi objek berdasarkan kriteria tertentu sampai dicapai pengelompokan yang maksimum. *Fuzzy C-Means* adalah metode pengelompokkan data pelanggan yang membolehkan sebuah data menjadi anggota di lebih dari satu kelompok, atau biasa disebut pengelompokkan dengan kategori tumpang tindih (Prasetyo, 2014) (Paduloh, Djatna, Sukardi, et al., 2020a, 2020b; Paduloh, 2020).

Algoritma Fuzzy C-Means

Pengelompokan dengan metode *Fuzzy C-Means* (FCM) didasarkan pada teori logika *fuzzy*. Teori ini pertama kali dikenalkan oleh Lofi Zadeh (1965) dengan nama himpunan *fuzzy* (*fuzzy set*). Cluster secara umum merupakan himpunan bagian dari suatu himpunan data dan metode clustering dapat diklasifikasikan berdasarkan himpunan bagian yang dihasilkan menjadi *fuzzy clustering* dan *hard clustering* (Zheng, 2013). Dalam teori *fuzzy*, keanggotaan sebuah data tidak diberikan nilai secara tegas dengan nilai 1 (menjadi anggota) atau 0 (bukan anggota), melainkan dengan derajat keanggotaan yang jangkauan nilainya dari 0 sampai 1. Nilai

keanggotaan suatu data dalam sebuah himpunan menjadi 0 ketika sama sekali tidak menjadi anggota, dan menjadi 1 ketika menjadi anggota secara penuh dalam suatu himpunan. Umumnya nilai keanggotaannya antara 0 dan 1. Semakin tinggi nilai keanggotaannya, maka semakin tinggi derajat keanggotaannya. Begitu pula sebaliknya. Kaitannya dengan *K-Means*, sebenarnya FCM merupakan versi *fuzzy* dari *K-Means* dengan beberapa modifikasi yang membedakannya dengan *K-Means*.

Pada tugas akhir ini digunakan algoritma FCM karena memiliki nilai entropy dan purity yang lebih baik dibanding dengan *K-Means*. Entropy dan *purity* adalah dua jenis pengukuran validasi eksternal. Pengukuran validasi eksternal ini dilakukan untuk mengukur kualitas cluster yang terbentuk dari dua algoritma di atas yaitu FCM dan *K-Means*. *Purity* adalah salah satu jenis pengukuran validasi yang paling utama untuk menentukan kualitas cluster. *Purity* dari klaster diukur berdasarkan label kelas atau ground thruth yang disebut entropy. Semakin rendah entropy berarti lebih baik. Entropy juga digunakan untuk menemukan jumlah gangguan. *Purity* diukur dengan rumus 2.4 dan entropy diukur dengan rumus 2.5, berikut rumusnya :

$$\text{Purity} = \sum 1-p_i (\text{Max}_i(\frac{P_{ij}}{P_i}))$$

Dimana nilai-nilai dari pij, pi, dan pj dihitung berhubungan dengan label kelas.

$$\text{Entropy} = \sum 1-p_i (\sum (\frac{P_{ij}}{P_i}) \log(\frac{P_{ij}}{P_i}))$$

Dimana nilai-nilai dari pij, pi, dan pj dihitung berhubungan dengan label kelas.

1. Langkah-Langkah *Fuzzy C-Means*

Berdasarkan konsep di atas, berikut proses pengelompokan dengan FCM yang dikembangkan oleh (Tilson et al., 1988) :

- a. Menentukan jumlah c kluster.
- b. Mengalokasikan data sesuai dengan jumlah kluster yang ditentukan
- c. Menghitung nilai titik tengah (V_{ij}) dari masing-masing kluster, dengan persamaan 2.6 sebagai berikut :

$$V_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^N (U_{ik})^M X_{kj}}{\sum_{k=1}^N (U_{ik})^M}$$

Dimana:

N = Jumlah data

m = Pembobotan eksponensial

U_{ik} = Membership function data ke-k ke kluster ke-i

- d. Menghitung nilai fungsi keanggotaan masing-masing data ke masing-masing c klaster, dengan persamaan 2.7 sebagai berikut:

$$U_{ik} = \frac{c}{j=1} \left(\frac{D(X_{K,Vi})}{D(X_{K,Vj})} \right)^{\frac{2}{m-1}}$$

Dimana:

U_{ik} = Membership function data ke-k ke klaster ke-i

v_i = Nilai centroid klaster ke-i

m = Pembobotan eksponensial

x = Titik data

Tingkat kemungkinan yang lebih tinggi ke suatu kelompok akan mempunyai nilai fungsi keanggotaan ke kelompok tersebut yang mendekati angka 1 dan ke kelompok yang lain mendekati angka 0.

- e. Kembali ke langkah c. Jika perubahan nilai fungsi keanggotaan lebih dari nilai ambang batas yang ditentukan atau jika perubahan pada nilai titik tengah lebih dari nilai ambang batas yang ditentukan, atau jika perubahan pada nilai fungsi obyektif lebih dari nilai ambang batas yang ditentukan maka nilai fungsi obyektif didefinisikan dalam persamaan 2.8 dibawah ini :

$$J(U,V) = \sum_{k=1}^N \sum_{i=1}^c U_{ik}^m D(X_{k,v_i})^m$$

Dimana:

N = Jumlah data

c = Jumlah kluster

u_{ik} = Fungsi keanggotaan data ke-k ke kluster ke-I dengan nilai antara 0 – 1

v_i = Nilai titik tengah ke-i

Validasi

Validasi adalah proses menilai seberapa baik model *mining* terhadap data asli yang digunakan. Hal ini dilakukan untuk memahami kualitas dan karakteristik dari model mining yang kita gunakan sebelum menepatkan dalam lingkungan produksi..Sedangkan validasi *cluster* berkaitan dengan kualitas *cluster* yang dihasilkan oleh algoritma untuk *clustering* data. Ketika informasi mengenai keanggotaan kelas yang benar tersedia, maka validasi *cluster* eksternal dapat digunakan, validasi eksternal menyediakan cara yang objektif untuk menilai kinerja algoritma. Namun ketika pengetahuan eksternal tidak tersedia maka langkah-langkah validasi internal yang digunakan, dimana dengan menggunakan validasi internal akan mengukur kualitas *cluster* berdasarkan sifat instrisik dari data.

1. **Sum Of Square Error (SEE)**

SSE adalah suatu cara atau metode yang paling sederhana dan paling banyak digunakan untuk mengukur kriteria dalam evaluasi pengelompokan. SSE ini hanya menggunakan informasi dari data itu sendiri dan tidak menggunakan informasi apapun dari luar. SSE juga mengukur kekompakan kelompok menggunakan beberapa ukuran. Maka dari itu SSE masuk ke dalam *internal quality criteria*. Rumus 2.9 untuk mencari SSE terdapat pada persamaan dibawah ini:

$$SSE = \sum_{k=1}^K \sum_{v_i \in C_k} \|x_i - \mu_k\|^2$$

Dimana :

C_k = himpunan contoh dalam pengelompokan k

μ_k = rata-rata vektor dari pengelompokan k

Berikut cara untuk menghitung rata-rata vektor dari pengelompokan k (μ_k) dengan persamaan sebagai berikut :

$$\mu_{kj} = \frac{1}{N_k} \sum_{v_i \in C_k} X^{i,j}$$

Dimana :

$N_k = |C_k|$ = jumlah contoh milik pengelompokan k

2. **Davies Bouldin Index (DBI) atau Index Dunn**

Davies Bouldin Index adalah metode validasi yang ide dasarnya untuk partisi yang bagus, pemisahan *inter cluster* maupun homogenitas *intracluster* dan *compactness* harus tinggi. Sedangkan *Indeks Dunn* diperkenalkan oleh (Dunn, 1973) sebagai metrik untuk validitas hasil kelompok. Validitas kelompok ditentukan dengan menggunakan diameter kelompok (kohesi) dan jarak antara dua kelompok (separasi) Indeks Dunn merupakan indeks yang umum digunakan untuk memvalidasi keoptimalan kelompok yang dihasilkan dari algoritma lain, seperti algoritma *K-Means*. Karena Index Dunn lebih dekat kepada *clustering kmeans*, maka paa tugas akhir ini akan membandingkan hasil SSE dan DB Untuk menentukan ideks DB, perlu mendefinisikan ukuran dipersu dan ukuran kesamaan *cluster*. Selain itu DBI digunakan untuk mengukur jarak antara *cluster* dan, pada saat yang sama digunakan untuk meminimalkan jarak antara titik-titik dalam *cluster* degan pusat *cluster*, jarak $s_c(Q_k)$ dalam *cluster* Q_k didefinisikan pada rumus dibawah ini :

$$S_c(Q_k) = \frac{\sum_i \|X_i - C_k\|}{N_k}$$

Dimana :

N_k = Nomer dari titik yang dimiliki oleh cluster

Q_k dan $C_k = \frac{1}{N_k} \sum X_i$ Jarak antara cluster

didefinisikan $D_{cc} = \|C_k - C_i\|$ sehingga DB

index bisa didefinisikan sebagai berikut:

$$DB(nc) = \frac{1}{nc} \max_{k=1}^{nc} \left\{ \frac{S_C(Q_k) + S_C(Q_k)}{D_{ee}(Q_{k_1} \quad Q_1)} \right\}$$

Aplikasi R untuk Proses *Clustering*, *Validasi*, dan *Visualisasi*

R adalah software aplikasi yang memfasilitasi pengguna untuk memanipulasi data, mengkalkulasi data dan menyajikan data dengan grafis. Keuntungan yang didapat dalam penggunaan aplikasi R adalah:

1. Efektif untuk menangani data dan memiliki penyimpanan sendiri
2. Memiliki perhitungan array dan matriks tertentu
3. Fasilitas untuk memvisualisasikan informasi untuk analisis data
4. *Tools* yang baik dalam *develop* karena sederhana dan punya bahasa pemrograman yang efektif

Satu lagi keuntungan yang didapat adalah karena aplikasi R ini *open source*. Karena keuntungan yang didapat pada aplikasi R tersebut, maka aplikasi R akan digunakan pada tugas akhir ini saat membentuk klaster dengan algoritma

Fuzzy C-Means dan visualisasi dengan menggunakan jenis visualisasi *scatter plot*. Pada aplikasi R, terdapat package khusus untuk algoritma FCM dan akan digunakan *package ggplot* yang terdapat di aplikasi R untuk visualisasinya.

Untuk jenis visualisasinya, akan digunakan jenis visualisasi *scatter plot*. Jenis visualisasi *scatter plot* memberikan visualisasi data untuk melihat tren, kelompok, dan persebaran data sehingga mempermudah untuk identifikasi hubungan antar variable. *Scatter plot* juga dapat digunakan untuk memberikan visualisasi terhadap data yang mempunyai variabel pengukur sebanyak dua buah atau lebih. Pada Penelitian kali ini, jelas variabel pengukurnya terdapat tiga buah yaitu model *Recency*, *Frequency*, dan *Monetary*. Karena hal itu jenis visualisasi *scatter plot* digunakan pada tugas akhir kali ini. Setelah dibuatnya visualisasi data menggunakan jenis visualisasi *scatter plot*, diharapkan dapat membantu analisis mengenai data dan juga memperluas analisis tentang data transaksi ini.

1. Proses Clustering

Pada proses clustering pada aplikasi R menggunakan package *e1071* dengan fungsi *cmeans* di dalamnya. Karena hanya dalam package ini terdapat fungsi clustering dengan metode *Fuzzy C-Means Clustering*.

Contoh codingnya untuk *C-Means* adalah sebagai berikut:

```
cmeans(x, centers, iter.max = 100, verbose = FALSE, dist
= "21ank mean", method = "cmeans", m = 2, rate.par =
NULL, weights = 1, control = list())
```

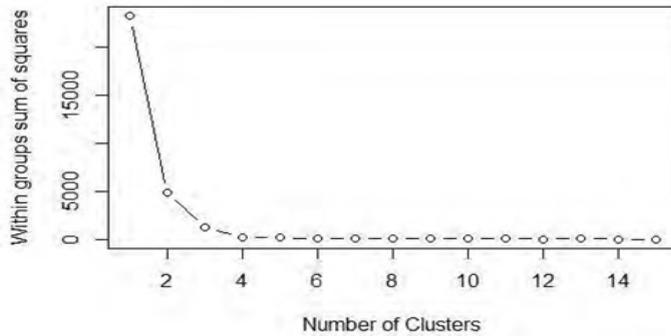
Dimana *x* adalah data yang akan digunakan dalam penelitian, *centers* adalah jumlah *center* yang akan dibentuk pada proses *clustering* dan *m* adalah jumlah variabel yang akan ditinjau untuk membentuk cluster.

2. Proses Validasi

Proses validasi ini menggunakan rumus normal dan memasukkannya pada aplikasi R. Kemudian akan digambarkan menjadi plot agar mudah memahaminya. Contoh *coding* untuk SSE adalah sebagai berikut :

```
Wss <- (nrow(mydata)-1)*sum(apply(mydata,2,var))
for (I in 2:15) wss[i] <-
sum(kmeans(mydata,centers=i)$withinss)plot(1:15,
wss, type="b", xlab="Number of
Clusters",ylab="Within groups sum of squares")
```

Dimana *mydata* adalah data yang ingin divalidasi, *C-Means* adalah metode *clustering* yang dilakukan. Hasil dari proses ini adalah gambar grafik yang contohnya dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8 Contoh Hasil Validasi SEE

Dengan melihat grafik di atas maka dapat diambil kesimpulan bahwa *cluster* maksimal adalah 4. Karena diambil dari SSE yang mulai stabil.

BAB 5

BULLWHIP EFFECT

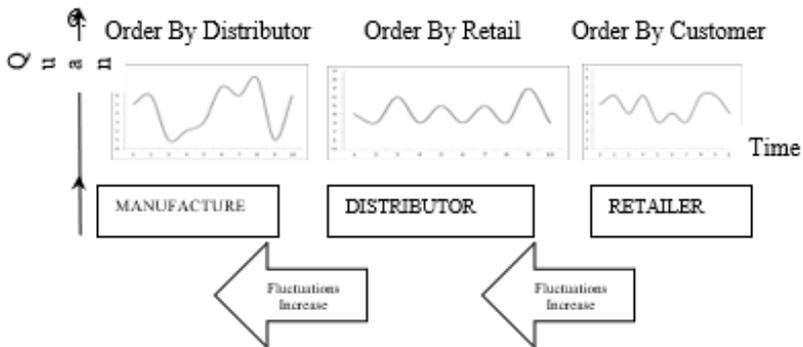
(Pujawan & Mahendrawati, 2017) Distorsi informasi pada *Rantai Pasok* adalah salah satu sumber kendala dalam menciptakan sumber kendala dalam menciptakan *Rantai Pasok* yang efisien. Disebut juga dengan *bullwhip effect*, sering kali informasi tentang permintaan konsumen terhadap suatu produk relatif stabil dari waktu ke waktu, namun order dari toko ke penyalur dari penyalur ke pabrik lebih tidak stabil dibandingkan dengan pola permintaan dari konsumen tersebut. SCM merupakan sesuatu yang sangat kompleks sekali dimana banyak hambatan yang terjadi dalam implementasinya memang membutuhkan ritme mulai tahap perancangan sampai tahap evaluasi dan *continuous improvement*.

Bullwhip Effect

(Chopra, S.; Meindl, 2016) *Bullwhip Effect* merupakan istilah yang sering digunakan dalam dunia *inventory* yang mendefinisikan bagaimana pergerakan *demand* dalam *Rantai Pasok*. Distorsi informasi mengakibatkan pola permintaan yang semakin fluktuatif ke arah hulu *Rantai Pasok*. Fenomena *bullwhip effect* adalah terjadinya permintaan yang *relative stabil* di tingkat pelanggan akhir

dan menjadi permintaan fluktuatif di bagian hulu *Rantai Pasok*. Konsepnya adalah suatu keadaan yang terjadi dalam *Rantai Pasok*, dimana permintaan dari *customer* mengalami perubahan baik semakin banyak atau semakin sedikit, perubahan inilah yang menyebabkan perubahan dari setiap *stage Rantai Pasok*, distorsi tersebut menimbulkan efek bagi semua *stage Rantai Pasok* yaitu permintaan yang kurang akurat.

Perbedaan atau variabilitas permintaan sering ditemukan pada suatu *Rantai Pasok* inilah yang mengakibatkan inefisiensi pada setiap *stage Rantai Pasok*. Misalnya pabrik memproduksi sebuah produk dan kemudian mengirimkan produk tersebut lebih banyak dari yang sesungguhnya dibutuhkan, akibat dari salah membaca signal permintaan dari pemain bagian hilir *Rantai Pasok*. Kegiatan dari distributor lebih fluktuatif sehingga mereka sering melakukan *over time* untuk menghadapi permintaan yang lebih atau *plan down time* karena retail tidak memesan dalam waktu yang cukup panjang akibat dari mereka melakukan *forward buying*. Efek dari kondisi ini adalah semakin tidak akuratnya data permintaan, berikut adalah ilustrasinya.



Gambar 9 Grafik ketidakakuratan data pelanggan Distorsi informasi mengakibatkan pola permintaan yang semakin tidak stabil ke arah hulu *Rantai Pasok*. Ketidak stabilan permintaan dari hilir ke hulu suatu *Rantai Pasok* dinamakan *bullwhip effect*. *Bullwhip effect* merupakan istilah yang digunakan dalam dunia *inventory* yang mendefinisikan bagaimana pergerakan *demand* dalam *Rantai Pasok*. Konsepnya adalah suatu keadaan yang terjadi dalam *Rantai Pasok*, dimana permintaan dari *customer* mengalami perubahan, baik semakin banyak atau semakin sedikit, perubahan ini menyebabkan distorsi permintaan dari setiap *stage Rantai Pasok*. Distorsi tersebut menimbulkan efek bagi keseluruhan *stage Rantai Pasok* yaitu permintaan yang tidak akurat.

Bullwhip effect mengakibatkan banyak inefisiensi pada *Rantai Pasok*. Misalnya pabrik memproduksi dan mengirim lebih banyak dari yang sesungguhnya dibutuhkan akibat salah membaca signal permintaan dari pemain bagian hilir *Rantai Pasok*. Kegiatan dari pabrik

dan pemasok lebih fluktuatif sehingga mereka sering lembur menghadapi pesanan yang berlebih atau menganggur karena distributor/ritel tidak memesan dalam waktu yang relatif panjang akibat mereka melakukan *forward buying*. *Bullwhip effect* adalah suatu fenomena dimana satu lonjakan kecil di level konsumen yang akan mengakibatkan lonjakan yang sangat tajam di level yang jauh dari konsumen.

Penyebab *Bullwhip Effect*

Banyak hal yang bisa menyebabkan terjadinya *Bullwhip Effect*. Yaitu pembaruan ramalan permintaan (*Demand Forecast Updating*), Order Batching, Fluktuasi harga, dan *Rationing & Shortage gaming*.

1. *Demand Forecast Updating*

Peramalan permintaan hampir dilakukan oleh setiap perusahaan karena tidak ada perusahaan yang bisa mengetahui dengan pasti berapa produk yang diminta oleh pelanggan pada suatu periode tertentu, Ramalan ini diperlukan untuk membuat keputusan jangka panjang, jangka menengah, maupun jangka pendek di perusahaan.

2. Order Bathcing

Ini diperlukan karenaproses produksi dan pengiriman produk tidak akan ekonomis bisa dilakukan dalam

ukuran kecil, ritel yang menjual rata-rata 8 unit suatu produk tertentu tidak akan memesan setiap hari dengan rata-rata 8 unit ke pusat distribusi.

3. Fluktuasi Harga

Forward buying yang dilakukan ritel sebagai respon terhadap penurunan harga mengakibatkan angka penjualan meningkat akibatnya distributor akan memesan dalam jumlah yang besar ke pabrik. Pabrik merespon dengan meningkatkan produksi dan memesan ke pemasok untuk mengantisipasi terjadinya kekurangan bahan baku.

4. *Rationing & Shortage Gaming*

Pada situasi ini penjual akan melakukan rationing saat permintaan lebih tinggi dari persediaan. Rationing yang dimaksud adalah memenuhi seratus persen pesanan pelanggan namun hanya sekian persen dari volume yang di pesan.

Pengukuran *Bullwhip Effect*

Ukuran bullwhip effect di suatu eselon Rantai Pasok merupakan perbandingan antara koefisien variansi dari order yang diciptakan dengan koefisien variansi dari permintaan yang diterima oleh eselon yang bersangkutan, secara sistematis bisa diformulasikan sebagai berikut.

$$BE = \frac{CV (Order)}{CV (Demand)}$$

Dimana :

$$CV (Order) = \frac{\alpha (Order)}{\mu (Order)}$$

$$\mu = \frac{\sum(xi)}{n}$$

$$CV (Demand) = \frac{\alpha (Demand)}{\mu (Demand)}$$

$$\alpha = \sqrt{\frac{\sum(X1 \dots n - \mu)^2}{n - 1}}$$

Dimana:

BE = *Bullwhip effect*

α = *Standar deviasi*

μ = *Rata - rata*

CV (demand) = *Koefisien variansi permintaan*

CV (order) = *Koefisien variansi pesan*

Xi = *data ke- i*

n = *banyak data*

Untuk nilai parameter pada *Bullwhip Effect* yaitu jika nilai *Bullwhip Effect* lebih besar sama dengan satu, berarti terjadi fluktuasi permintaan pada produk tersebut dapat diartikan bahwa nilai tersebut terjadi *Bullwhip Effect* (Pujawan,2010). Selanjutnya untuk menghitung parameter pada *Bullwhip Effect* bisa dilakukan dengan persamaan sebagai berikut:

$$\frac{CV (Order)}{CV (Demand)} > 1 + \frac{2L}{P} + \frac{2L^2}{P^2}$$

Dimana :

CV (order) = Koefisien variansi pesan

CV (demand) = Koefisien variansi permintaan

L = Lead Time

P = Periode Penelitian

Pengurangan *Bullwhip Effect*

Pujawan (2017) Pengurangan *bullwhip effect* bisa diatasi apabila penyebabnya bisa ketahui oleh para pemain *Rantai Pasok*, teknik atau pendekatannya tentunya harus sesuai dengan permasalahan yang sedang dihadapi. Pemahaman mengenai penyebab *bullwhip effect* akan mengarahkan kepada solusi praktis dalam mengurangi *bullwhip effect*. Dengan membangun kerja sama yang strategic antar pihak dalam setiap rantai pasok maka *bullwhip effect* dapat dikurangi. Kerja sama dengan pemasok melalui berbagai bentuk *supply contract* seperti *vendor managed inventori*.

Collaborative Planning, Forecasting, and Replenishment (CPFR)

(Chopra, S.; Meindl, 2016) Asosiasi VICS telah mendefinisikan CPFR sebagai "praktik bisnis yang menggabungkan kecerdasan beberapa mitra dalam perencanaan dan pemenuhan permintaan pelanggan." Di bagian ini, kami menjelaskan CPFR dan beberapa implementasi yang berhasil. Penting untuk dipahami bahwa CPFR yang berhasil hanya dapat dibangun di atas fondasi di mana kedua pihak telah menyinkronkan data mereka dan menetapkan standar untuk bertukar informasi.

Untuk mengurangi permasalahan akibat perbedaan ramalan yang besar antara dua atau lebih pelaku *Rantai Pasok*, sejumlah perusahaan besar mengembangkan suatu kerjasama perencanaan dan peramalan yang dinamakan *collaborative planning, forecasting, and replenishment (CPFR)*. Inti dari inisiatif CPFR adalah mengurangi perbedaan antara ramalan yang dibuat oleh dua atau lebih pelaku pada suatu *Rantai Pasok*, kemudian secara bersama – sama menentukan kebijakan *replenishment*. Pada prakteknya, masing – masing pelaku (misalnya distributor dan retail) akan membuat ramalan secara terpisah. Kedua ramalan kemudian dibandingkan. Apabila selisih ramalan di atas suatu batas tertentu, keduanya harus melakukan *review* terhadap angka –

angka ramalan mereka sampai akhirnya diperoleh angka – angka yang selisihnya di bawah batas tadi.

Ada empat proses yang masuk pada model CPFR, yaitu :

1. *Strategy & Planning*

Menciptakan aturan dasar untuk hubungan kolaboratif. Pada tingkat ini, pembeli maupun penjual menentukan keputusan product mix and placement, kemudian membuat perencanaan event.

2. *Demand & Supply management*

Membuat proyeksi permintaan pelanggan, order, dan kebutuhan pengiriman selama horizon perencanaan.

3. *Execution*

Melakukan pemesanan, menyiapkan dan melakukan pengiriman, menerima dan menyimpan produk di rak ritel, mencatat transaksi penjualan, serta melakukan pembayaran.

4. *Analysis*

Memonitor perencanaan dan eksekusi, terutama kalau ada hal – hal yang terjadi di luar rencana. Hasilnya digunakan untuk menghitung kinerja dan sebagai dasar untuk melakukan perbaikan berkelanjutan.

Pada masing – masing dari empat proses di atas, ada dua aktivitas kolaboratif yang dilakukan oleh kedua belah pihak (pembeli dan penjual). Pada fase *strategy & planning*, yang dilakukan adalah *collaborative arrangement dan joint business plan*. Aktivitas *collaborative arrangement* menentukan sasaran kolaborasi, mendefinisikan ruang lingkup, dan tanggung jawab masing – masing pihak. Sedangkan aktivitas *joint business plan* pada intinya adalah mengidentifikasi *event* yang mempengaruhi penjualan seperti promosi, pembukaan/penutupan toko, perubahan kebijakan persediaan, dan pengenalan produk baru. Pada fase *Demand & Supply Management*, ada aktivitas peramalan permintaan dan peramalan/perencanaan order. Pada fase eksekusi, ada aktivitas *order generation* dan *order fulfillment*. *Order generation* adalah aktivitas mengubah ramalan menjadi pesanan yang definitif, sedangkan *order fulfillment* mencakup produksi, pengiriman, dan *display* produk di rak toko/ritel sehingga bisa dibeli oleh pelanggan akhir. Sedangkan fase analisis terdiri dari *exception management* dan *performance assessmen*.

Ke empat langkah dalam proses Kolaborasi Perencanaan peramalan dan pengisian kembali persediaan (CPFR), dilakukan secara terus menerus dengan interaksi yang intensive antar para mitra usaha sehingga mampu mengantisipasi berbagai kendala yang menghambat

kelancaran kolaborasi ini yang akan mengganggu proses rantai pasok secara keseluruhan. Akan tetapi Kolaborasi Perencanaan peramalan dan pengisian kembali persediaan (CPFR), tidak bisa dilakukan dengan cara manual, melainkan harus dilakukan dalam satu sistem informasi secara terpadu yang melibatkan mitra usaha yaitu antar *retailer*/distributor dengan satu *supplier* atau dengan beberapa *supplier*. Para pihak yang terlibat pun harus ada keterbukaan, tidak saling menutupi karena hanya akan menghambat proses kolaborasi, tentu pada tingkat yang tidak saling merugikan antara para mitra. Dengan menerapkan Kolaborasi Perencanaan peramalan dan pengisian kembali persediaan (CPFR), maka akan terjalin satu koordinasi dan saling kesepahaman yang baik antar mitra bisnis, tidak ada pihak merasa dirugikan/dibebankan karena sudah saling mengerti antara kebutuhan yang satu dengan yang lain sehingga hubungan bisnis akan lebih *sustainable*, dan yang utama akan tercipta efisiensi dalam keseluruhan rantai pasok yang pada gilirannya akan mengurangi *stock idle/over supply*, mengurangi biaya logistik dan biaya transportasi dan pada saat yang sama akan mampu memberikan *response* terhadap perubahan-perubahan dalam permintaan yang timbul dari permintaan pasar, perubahan *trend* pasar yang disebabkan oleh internal maupun external rantai pasokan dan juga mampu

mengabaikan tuding yang dialamatkan kepada para importir sebagai salah satu penyebab *long dwelling time*.

CPFR adalah teknik pelaksanaan bisnis tempat pemasok dan perusahaan berkolaborasi perencanaan dan peramalan permintaan yang bertujuan anggota dalam rantai pasokan menerima jumlah bahan mentah yang benar, barang jadi pada saat mereka membutuhkan

Pada tahap ini memberikan desain rantai total pasokan CPFR untuk meningkatkan integrasi bagi semua pelaku terlibat seperti pemasok, produsen, dan juga konsumen mendukung optimalisasi perencanaan dan manajemen produksi pakan unggas. Metode yang digunakan adalah studi literatur tentang CPFR dan diskusi. Dalam mendesain Rekomendasi rantai pasok CPFR perlu memperhatikan tahapannya sebagai berikut (Maulidya, 2019):

1. Penilaian permintaan produk dengan merumuskan metode peramalan permintaan produk untuk menghasilkan dasar perencanaan yang tidak terduga dan keputusan manajemen rantai pasokan.
2. Penyusunan strategi dan perencanaan (*planning*) dalam bentuk SOP (*Standard Operating Procedure*) yang disusun berdasarkan bentuk kegiatan dan tugas kolaboratif masing-masing pelaku rantai pasok

3. Lancar aktivitas rantai pasokan hilir untuk keputusan pembelian kembali (*replenishment*) dengan melihat penjualan dan eksekusi pasca penjualan sebagai dasar obyektif

Vendor Managed Inventori (VMI)

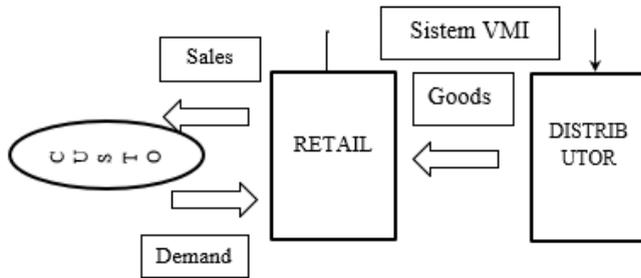
(Pujawan & Mahendrawati, 2017) *Vendor Managed Inventory* Pada model ini perusahaan pembeli bukan lagi memutuskan apa, kapan, dan berapa yang akan dipesan, melainkan hanya memberikan informasi permintaan dari *Customer* mereka, persediaan yang tersisa, serta informasi lain seperti rencana promosi atau kegiatan lain yang bisa mempengaruhi penjualan dimasa yang akana datang. Dibutuhkan koordinasi dan pertukaran informasi yang lancar antara kedua belah pihak untuk menjamin model VMI ini berjalan dengan baik.

Mereka yang sukses menerapkan program VMI adalah yang memiliki komunikasi dan informasi yang bagus, sehingga pembeli bisa memberikan data penjualan maupun persediaan dari waktu ke waktu secara *real time*. Pemasok juga harus mempunyai kemampuan untuk mengambil keputusan pengiriman dengan tepat. Kemampuan untuk menganalisis pola permintaan, *Lead Time* pengiriman, dan meramalkan permintaan perlu dimiliki oleh pemasok. Mereka juga harus sama-sama memahami *service level* yang harus di capai.

Pada program *partnership* seperti ini, retail dapat menentukan seberapa besar service level maupun kebutuhan lokasi retail yang kemudian dapat menjadi bahan pertimbangan bagi vendor terkait. VMI menawarkan manfaat yang kompetitif bagi retail karena menghasilkan ketersediaan produk yang tinggi dan service level serta monitor inventori dan ordering cost yang rendah. Manfaat lain dari VMI adalah keuntungan bagi vendor untuk mengurangi *bullwhip effect* dan utilisasi yang lebih baik bagi kapasitas manufaktur.

(Paduloh, Djatna, Muslich, et al., 2020) mendefinisikan pengelolaan persediaan oleh vendor yang baik dapat meningkatkan performa rantai pasok dengan mengurangi tingkat persediaan dan meningkatkan frekuensi pengisian barang. mendefinisikan pengelolaan persediaan oleh vendor adalah sebuah strategi rantai pasok untuk memperoleh keuntungan yang kompetitif melalui efektivitas dalam rantai pasok dimana pemasok bertanggungjawab mengelola persediaan konsumen melalui aliran informasi yang terjadi antara kedua belah pihak.

Berdasarkan situasi yang berbeda dalam sharing informasi dan koordinasi, *partnership* antar anggota *Rantai Pasok* dengan Penerapan VMI dapat digambarkan pada gambar di bawah.



Gambar 10 Ilustrasi Penerapan Model VMI

Pada gambar 10 dapat dilihat model matematis yang diadaptasi dari sebuah studi oleh. Gambar tersebut menunjukkan bahwa perhitungan jumlah order, dimulai dari level retail. Jumlah pemesanan produk yang akan diajukan ke retail ke distributor (X_3) haruslah sama dengan jumlah permintaan yang diterima retail dari konsumen pada periode t (N_3)

Pabrik k=1	
$N_t^1 = \alpha \cdot x_t^3 + (1-\alpha) \cdot N_t^1 - 1$	
$x_t^1 = \max\{0, N_t^1 - \beta \cdot \sum_{j=1}^t (Z_j^1 - A_j^1) - Y \cdot \sum_{j=1}^t (x_j^1 - Z_j^1)\}$	
$L_t^1 = \max\{0, L^{1*} + \sum_{j=1}^t (Z_j^1 - A_j^1)\}$	
$M_t^1 = \max\{0, M^{1*} + \sum_{j=1}^t (x_j^1 - Z_j^1)\}$	

Distributor K=2	
$N_t^2 = x_t^2 = x_t^3$	
$L_t^2 = \max\{0, L^{2*} + \sum_{j=1}^t (Z_j^2 - A_j^2)\}$	
$M_t^2 = \max\{0, M^{2*} + \sum_{j=1}^t (x_j^2 - Z_j^2)\}$	

Retail K=3	
$N_t^3 = x_t^3$	

Gambar 11 Model Matematis *Suplly Chain* dengan Sistem VMI
Sumber: Hohman dan Zelewski (2011)

Untuk level distributor, jumlah permintaan (N_2) diperoleh dari jumlah pemesanan dari ritel (x_3) dan jumlah pemesanan yang akan diajukan ke pihak manufaktur (x_2) haruslah sama dengan jumlah permintaan (N_2). Pada level distributor, selain memperhitungkan jumlah order yang tidak dapat dipenuhi akibat kekurangan stok (*outstanding orders*) dan persediaan aktual. Untuk level manufaktur, level ini melakukan estimasi permintaan kembali berdasarkan permintaan konsumen akhir dan jumlah pemesanan yang dilakukan ritel (x_3). Pada level manufaktur, x_1 merupakan jumlah produk optimal yang harus disediakan untuk memenuhi jumlah permintaan.

BAB 6

PERSEDIAAN

Pengertian Perencanaan

Perencanaan merupakan aktivitas yang dilakukan dengan memanfaatkan ketersediaan sumber daya dan melakukan aktivitas dengan memastikan langkah-langkah yang hendak dilaksanakan guna mewujudkan tujuan yang diinginkan. Dalam menentukan perencanaan dilakukan visualisasi di masa depan agar dapat menentukan pola tindakan di masa yang akan datang. Perencanaan terlebih dahulu dilakukan dengan menentukan apa yang akan dilaksanakan, bagaimana cara melakukannya, bagaimana dan kapan alternatif untuk mewujudkan tujuan yang hendak dicapai di masa depan, dimana mencakup berbagai biaya yang akan terjadi juga harus diukur, dan mempertimbangkan kemungkinan permasalahan yang terjadi di masa depan.

Tujuan Perencanaan

Dalam melakukan kegiatan dilakukan perencanaan guna mewujudkan suatu tujuan di masa mendatang. Adapun tujuan dari perencanaan adalah guna meminimalkan risiko terjadinya *out of stock* mengakibatkan aktivitas operasi industri terhenti.

Persediaan

1. Pengertian Persediaan

Seluruh item atau sumber daya yang disimpan (stok) digunakan dalam proses bisnis industri atau organisasi adalah definisi dari persediaan (Assauri, 2016). Persediaan yakni sumber daya yang disimpan yang digunakan guna mencukupi kebutuhan untuk ke depannya. Sedangkan kategori barang yang dimiliki organisasi serta diolah, dikirimkan ke konsumen setelah itu siap dijual ke konsumen merupakan pengertian dari persediaan.

Berdasarkan pengertian tersebut, didapat kesimpulan bahwa persediaan merupakan seluruh item baik berbentuk barang jadi, barang setengah jadi, dan bahan baku dimana disimpan untuk keberlanjutan proses produksi dalam periode tertentu untuk mencukupi kebutuhan konsumen. Kurangnya persediaan memicu terhentinya proses produksi. Terlampau besar jumlah persediaan menyebabkan biaya penyimpanan yang tinggi dan pemeliharaan barang digudang tinggi. Sehingga untuk menjaga tingkat persediaan dengan biaya yang ekonomis maka perlu dilakukan perencanaan dengan melakukan pengendalian sehingga tingkat persediaan sesuai dengan tingkat pemesanan dan tingkat penggunaan.

2. Tujuan Persediaan

Persediaan diperlukan antara lain untuk menunjang kelancaran jalannya kegiatan perusahaan manufaktur yang dilakukan untuk memproduksi beberapa barang dan setelah itu dikirimkan kepada pelanggan ataupun konsumen. Tujuan perusahaan memiliki persediaan yakni agar perusahaan dapat mengendalikan secara optimal terkait dengan pengendalian stok barang.

3. Fungsi Persediaan

Persediaan dalam perusahaan secara umum mempunyai beberapa fungsi. Berikut adalah fungsi dari persediaan (Heizer et al., 2015):

- a. Memberikan pemenuhan kebutuhan barang serta antisipasi produksi.
- b. Membatasi tahapan apa saja yang dilakukan saat proses produksi.
- c. Membeli dengan kapasitas yang optimal namun dari sana kita bias mendapatkan keuntungan karna membeli barang sekaligus banyak dengan sekali kirim.
- d. Untuk mengantisipasi terhindar dari kenaikan dalam satuan harga.

4. Jenis-Jenis Persediaan

Persediaan yang ada diperusahaan terdiri dari beberapa jenis. Menurut jenisnya persediaan dapat dikelompokkan, meliputi (Heizer et al., 2015):

- a. *Raw Material* (Bahan Mentah) merupakan persediaan dalam bentuk bahan yang belum diproses. Bahan mentah didapatkan dengan cara pengambilan dari alam atau melakukan pengadaan oleh bagian procurement
- b. *Semi Fineshed Good* merupakan persediaan bahan mentah yang masih berada ditengah proses dan belum selesai namun sudah melalui beberapa perubahan.
- c. Persediaan MRO (*Support, Repairing, Working Stock*) yakni persediaan yang dilakukan karena adanya perbaikan dan pemeliharaan pada mesin-mesin produksi.
- d. *Fineshed Good* merupakan produk yang sudah selesaidan sedang menunggu untuk pengiriman. Persediaan ini untuk mengantisipasi permintaan pelanggan yang tidak dapat diketahui.

5. Biaya Persediaan

Perusahaan harus menentukan strategi untuk mengurangi biaya persediaan serta dapat menentukan jumlah persediaan yang maksimal yang

diperlukan perusahaan yaitu dengan memperhatikan biaya-biaya yang berkaitan dengan persediaan.

Pengelompokan unsur biaya dalam persediaan, meliputi:

- a. Biaya Kekurangan Persediaan
- b. Biaya Penyimpanan
- c. Biaya Pemesanan

Pengendalian Persediaan

Pengendalian persediaan yakni cara perusahaan untuk menentukan langkah yang sudah diperoleh sehingga dapat terpenuhinya secara optimal kebutuhan akan bahan dengan risiko sekecil-kecilnya. Pengendalian persediaan merupakan suatu aktivitas untuk menjaga ketersediaan barang dengan baik dengan jenis serta jumlah yang sesuai sehingga menunjang proses lainnya yang memerlukan persediaan.

Waktu kedatangan barang perlu diperhatikan sebelum memesan untuk persediaan karena hal tersebut diperlukan untuk menyesuaikan ketersediaan barang saat diperlukan.

Tujuan Pengendalian Persediaan

Pada dasarnya persediaan perlu dilakukan pengendalian persediaan dan pengadaan perencanaan yang dibutuhkan sesuai dengan kebutuhan yang dibutuhkan untuk produksi untuk mempermudah dan memperlancar proses produksi dalam perusahaan. Berikut adalah tujuan dilakukannya pengendalian persediaan (Shofiana & Sari, 2018):

1. Menjaga supaya menghindari pembelian secara kecil-kecilan sebab berdampak pada tingginya biaya pemesanan bahan.
2. Melindungi supaya pengadaan persediaan yang dilakukan perusahaan tidak terlampaui besar sehingga tidak timbul biaya yang berlebihan dari persediaan.
3. Menjaga supaya perusahaan tidak mengalami kekurangan persediaan yang bisa menjadikan berhentinya aktivitas produksi.

Model Persediaan

Model persediaan ini dilihat dari variabel yang diketahui, jika suatu variabel dapat diketahui maka model persediaan ini dinamakan dengan model deterministik, sedangkan variabel persediaan yang tidak diketahui maka model persediaannya dinamakan model probabilistik.

Secara umum, berikut dijabarkan model persediaan dimana dikelompokkan meliputi:

1. Model Probabilistik
2. Model Deterministik

1. Model Probabilistik

Probabilistik berasal dari kata probabilitas yang berarti kemungkinan yang dapat terjadi. Model persediaan probabilistik yaitu apabila perusahaan tidak mengetahui permintaan pelanggannya, maka metode yang digunakan untuk menentukan jumlah persediaan dengan menentukan distribusi kemungkinan atau probabilitasnya (Heizer et al., 2015)

2. Model Deterministik

Model deterministik merupakan persediaan yang pemesanannya dilakukan secara statis yaitu jumlah barang yang dipesan selalu tetap dalam periode tertentu dan pemesanannya dilakukan dalam satu waktu. Jenis persediaan ini selalu tetap karena permintaan pelanggan diketahui dengan pasti atau berulang-ulang tetapi jumlahnya berubah-ubah pada setiap periode.

Economic Order Quantity (EOQ)

Suatu perusahaan bisa menentukan banyaknya jumlah persediaan yang dibutuhkan menggunakan metode EOQ. Metode EOQ (*Economic Order Quantity*) dapat didefinisikan sebagai metode yang dimanfaatkan guna mempertimbangkan biaya penyimpanan dan biaya pemesanan. Melalui penggunaan metode EOQ ini bisa dilihat jumlah pemesanan yang paling optimal (ekonomis) sehingga dapat menghindari terjadinya kekurangan maupun kelebihan persediaan.

Economic Order Quantity (EOQ) merupakan suatu metode pengendalian persediaan dengan meminimalkan total penyimpanan dan biaya pesanan (Heizer et al., 2015). Hubungan antara metode EOQ dengan biaya persediaan adalah keterkaitan dari setiap material yang dibeli dari luar perusahaan tentu akan membutuhkan biaya pesanan serta biaya penyimpanan. Biaya pesanan yakni biaya yang dikeluarkan saat pemesanan material hingga barang tersebut tersedia. Sedangkan, biaya penyimpanan yakni biaya yang dikeluarkan saat menyimpan material tersebut. Berikut merupakan rumus perhitungan metode EOQ:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2.D.S}{H}}$$

Dimana:

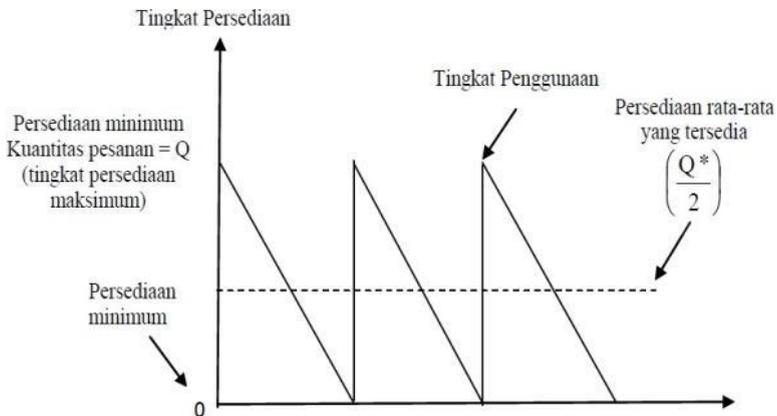
EOQ = Jumlah satuan per pesanan

H = Biaya penyimpanan per unit

S = Biaya pesanan per order

D = Pemakaian tahunan

Berikut adalah grafik model persediaan EOQ:



Gambar 12 Penggunaan Persediaan pada Waktu Tertentu
Sumber: (Heizer et al., 2015)

Dalam penggunaan rumusan EOQ terdapat asumsi sebagai kondisi penggunaan metode EOQ, asumsi tersebut antara lain:

1. Permintaan suatu produk diketahui (*deterministic*)
2. Biaya harus stabil tiap produk per unitnya
3. Biaya simpan tiap produk per unit per tahunnya (H) stabil
4. Biaya pesanan per pesanan (S) tiap produk stabil

5. *Lead Time* pemesanan barang hingga barang diterima stabil
6. Semua kebutuhan permintaan harus terpenuhi (*no back orders are allowed*).

Frekuensi Pemesanan

Dalam metode EOQ terdapat beberapa persamaan di antaranya frekuensi pemesanan (N) atau jumlah pemesanan yang digunakan perusahaan dalam suatu periode. Persamaan untuk menentukan nilai frekuensi pemesanan (N), yakni (Heizer et al., 2015):

$$F = \frac{D}{Q}$$

Keterangan:

F = Frekuensi Pemesanan

D = Jumlah permintaan pertahun

Q = Kuantitas Permintaan

Persediaan Pengaman (*Safety Stock*)

Ketidakpastian permintaan dapat mengakibatkan kemungkinan kehabisan persediaan. Sebuah metode guna meminimalisir risiko kekurangan persediaan dengan menyimpan unit tambahan dalam persediaan selama proses penunggungan barang datang, persediaan ini biasanya dinamakan *safety stock* (persediaan pengaman).

Safety stock (persediaan pengaman) yakni persediaan tambahan yang dimanfaatkan guna mengantisipasi timbulnya ketidaksesuaian permintaan (Heizer et al., 2015). Tujuan persediaan pengaman ini yakni guna mengantisipasi terhadap kurangnya persediaan, sehingga menjamin kelancaran proses produksi. Berikut adalah rumus dari *safety stock*:

$$SS = Z\alpha \times \sigma DL$$

Keterangan:

σDL = Standar deviasi permintaan bahan baku selama *lead time*

$Z\alpha$ = Nilai z pada distribusi normal pada tingkat α

Dalam menentukan *safety stock* terdapat tiga komponen yang menjadi bahan pertimbangan, diantaranya sebagai berikut:

1. Variansi Permintaan

Variansi permintaan selalu ada dalam permintaan karena jarang sekali ditemukan kasus di mana permintaannya sama atau stabil setiap bulannya. Logikanya peluang terjadinya kekurangan persediaan ketika terdapat permintaan (*stock out*) yang bertambah besar disebabkan karena semakin tingginya beragam permintaan dari waktu ke waktu.

2. *Lead time*

Setiap perusahaan memiliki bermacam *lead time* seperti *lead time* transportasi dan *lead time* produksi. Dimana ketika sebuah produk dipesan sampai pengantaran kepada pemesan, waktu yang diperlukan juga beragam, seperti halnya keberagaman permintaan, maka apabila *lead timenya* semakin besar maka *safety stock* yang dibutuhkan juga harus semakin besar.

3. *Service level*

Dalam perusahaan perlu menentukan seberapa besarnya *service level* yang diberikan pada konsumennya. Sederhananya, apabila terdapat 100 permintaan kemudian 5 tidak dapat terpenuhi maka *service level* ialah 95%. Normalnya yakni 100%, sehingga perusahaan harus menyediakan *safety stock* yang sangat besar.

Titik Pemesanan Kembali (ROP)

Titik pemesanan kembali (*Reorder Point*) didefinisikan sebagai titik ataupun batas dari jumlah persediaan yang ada dimana harus dilakukan pemesanan ulang (Heizer et al., 2015). *Reorder Point* dilakukan pada saat jumlah pemesanan yang dimiliki sudah mulai berkurang mendekati angka nol sehingga perusahaan harus menentukan banyaknya angka minimal persediaan yang

harus dipertimbangkan untuk menghindari kurangnya persediaan. *Reorder Point* bertujuan untuk mengetahui tingkat pemakaian suatu bahan dalam proses produksi dan kapan suatu perusahaan dapat melakukan pemesanan serta menghindari waktu tunggu dari pemesanan barang/bahan tersebut. Berikut model ROP yang ditentukan berdasarkan jumlah permintaan dan *lead time* diantaranya:

1. Jumlah kebutuhan dan *lead time* stabil
2. Jumlah kebutuhan berupa *variable*, sedangkan *lead time* stabil
3. Jumlah kebutuhan stabil, sedangkan *lead time* berupa *variable*
4. Jumlah kebutuhan dan *lead time* berupa *variable*.

Titik pemesanan kembali umumnya ditetapkan dengan menambahkan penggunaan selama waktu tenggang dengan persediaan pengaman atau dengan rumus (Assauri, 2016), yakni:

$$ROP = (D \times L)$$

Dimana:

L = Waktu tunggu pesanan baru dalam hari

D = Kebutuhan per hari

Persamaan ROP memiliki asumsi bahwa kebutuhan selama waktu tunggu serta waktu tunggu itu sendiri ialah stabil. Perhitungan kebutuhan per hari (d) yakni dengan membagikan kebutuhan tahunan (D) dengan jumlah hari kerja dalam setahun:

Kebutuhan per hari (D) =

Apabila perusahaan dalam operasinya memanfaatkan *safety stock* maka ROP harus ditambahkan dengan *safety stock*, oleh karenanya didapat:

$$\text{ROP} = (D \times L) + \text{Safety Stock}$$

Keterangan:

L = waktu tunggu atau *lead time*, yakni waktu antara penempatan pesanan dan penerimaannya.

D = jumlah kebutuhan per hari atau tingkat kebutuhan rata-rata

Klasifikasi ABC

Analisis klasifikasi ABC merupakan metode yang banyak digunakan dalam manajemen persediaan untuk mengklasifikasikan sejumlah besar persediaan item ke dalam tiga kategori diantaranya: Kategori A berisi barang atau item yang sangat penting, Kategori B termasuk item yang cukup penting dan Kategori C termasuk barang yang relatif tidak penting. Tujuan dari metode ini untuk mengelola secara efektif seperangkat item persediaan

dengan menentukan kebijakan pengendalian persediaan untuk setiap kategori. Dengan metode ini manajemen dapat mengontrol semua biaya yang berkaitan dengan persediaan (Douissa & Jabeur, 2016).

Klasifikasi ABC membagi persediaan berdasarkan *value* (nilai) dari persediaan memanfaatkan prinsip pareto. Prinsip ini dinyatakan sebagai “*critical view and trivial many*”. Dimana prinsip tersebut dilakukan guna memfokuskan pengendalian persediaan ke jenis persediaan yang kritikal atau bernilai tinggi dibanding yang trivial atau bernilai rendah. Berikut penjabaran dari klasifikasi ABC:

1. Kelas A dimana barang tersebut memberikan nilai yang tinggi. Kelompok A nilai yang diberikan sebesar 80% tetapi nilai yang diwakili hanya 20% dari jumlah persediaan yang ada.
2. Kelas B dimana barang tersebut memberikan nilai sedang. Kelompok persediaan kelas B nilai yang dihasilkan yakni sejumlah 15%. Tetapi nilai diwakili hanya 30% dari jumlah persediaan dan
3. Kelas C dimana barang tersebut memberikan nilai yang rendah. Kelompok persediaan kelas C nilai yang dihasilkan yakni sejumlah 5%. Dan diwakili 50% dari total persediaan.

Analisis menggunakan metode ABC dapat meninjau manajemen untuk mengurangi biaya dan meningkatkan efisiensi dalam menentukan pengendalian yang tepat untuk tiap klasifikasi barang manakah yang harus diprioritaskan. Langkah-langkah dalam menentukan analisis ABC adalah sebagai berikut (Devarajan & Jayamohan, 2016):

1. Kumpulkan data jumlah stok item yang ada dan harga dari masing- masing item.
2. Nilai atau total harga diperoleh dengan mengalikan jumlah masing- masing item persediaan dengan nilai atau harga masing-masing masing item.
3. Urutkan nilai dari persediaan dari yang terbesar hingga terkecil.
4. Hitung % nilai item persediaan dan % kumulatifnya kemudian susun.
5. Terakhir tentukan kelas sesuai % nilai item persediaan.

Total Biaya Persediaan

Terkait penentuan persediaan yang optimal, harus dipertimbangkan beberapa biaya yang berhubungan dengan persediaan, yakni meliputi:

1. Biaya Pemesanan

Besarnya biaya ini bergantung dari frekuensi pemesanan, contohnya dalam setahun diperlukan bahan baku untuk dibeli sejumlah R unit serta tiap kali pembelian bahan sejumlah Q unit, dan biaya setiap kali pesan 0 rupiah, maka rumus untuk perhitungan biaya pemesanan pertahun, yakni:

Biaya pemesanan pertahun = biaya pesan x frekuensi pesanan

Rumus guna menghitung total biaya pemesanan, yakni:

$$\text{Total biaya pemesanan} = C \cdot \frac{R}{Q}$$

Dimana:

C = Biaya pemesanan

Q = Rata-rata unit pemesanan

R = Total permintaan selama *lead time*

2. Biaya Penyimpanan

Biaya ini memperkirakan taraf penggunaan bahan baku stabil, maka biaya penyimpanannya dihitung dari rerata bahan baku yang disimpan. Apabila setiap kali pesan bahan baku yang dipesan sejumlah Q unit, maka rerata biaya penyimpanannya yakni Q/2. Jika biaya penyimpanan senilai H rupiah dari rata-rata

bahan yang disimpan, maka rumus untuk menghitung biaya penyimpanan pertahun, yakni:

Biaya penyimpanan per tahun = biaya penyimpanan x persediaan rata-rata

Rumus untuk menghitung total biaya penyimpanan, yakni:

$$\text{Total biaya penyimpanan} = Q \left(\frac{H}{2} + SS \right)$$

Keterangan:

Q = Rata-rata unit pemesanan

H = Biaya penyimpanan

SS = Cadangan pengaman

3. Biaya Persediaan

Dalam perhitungan EOQ yang menjadi total biaya persediaan ialah jumlah dari biaya penyimpanan persediaan dan biaya pemesanan. Sehingga, perhitungan total biaya persediaan yakni:

Biaya persediaan = biaya pemesanan + biaya penyimpanan

Rumus untuk menghitung total biaya persediaan, yakni:

$$TC = C \cdot \frac{R}{Q} + Q \cdot \frac{H}{2} + SS$$

Keterangan:

TC = Total Biaya

C = Biaya pemesanan

Q = Rata-rata unit pemesanan

R = Total permintaan selama lead time

H = Biaya penyimpanan

Peramalan

Peramalan dimanfaatkan guna memprediksi kebutuhan ke depannya. Peramalan tidak diperlukan dalam keadaan dimana permintaannya adalah stabil, sebab relatif kecil perubahan permintaannya, namun peramalan akan sangat diperlukan apabila kondisi permintaan bersifat dinamis dan kompleks sebab permintaan itu bergantung dari produk substitusi, produk pesaing, aspek teknologi, serta kondisi politik, ekonomi, dan sosial.

Metode peramalan biasanya memanfaatkan berbagai data masa lampau guna memprediksi nilai-nilai di masa mendatang. Berikut terdapat tida kegunaan dari peramalan, yakni:

1. Menentukan penjadwalan jangka pendek produk yang ada untuk dikerjakan berdasar pada peralatan yang tersedia secara keseluruhan.

2. Menentukan perencanaan lanjutan bagi produk yang tersedia untuk dikerjakan dengan fasilitas yang tersedia.
3. Menentukan kebutuhan untuk perluasan pabrik.

Inventori

(Chopra & Meindl, 2007) Pada setiap industri manufaktur atau jasa dikenal istilah *inventory* dalam bahasa Indonesia disebut persediaan. Yang merupakan semua jenis barang yang dimiliki oleh perusahaan dan digunakan untuk mendukung proses bisnisnya. Pengelolaan inventori yang baik dapat memberikan nilai tambah (*value*) berupa *service level* (pelayanan bagi konsumen), kualitas barang yang baik, biaya proses yang bisa ditekan (*cost*), jaminan ketersediaan (*availability*), dan jaminan waktu pengiriman (*time*) barang.

Inventori pada dasarnya muncul sebagai akibat dari selisih tingkat penjualan atau kebutuhan dengan tingkat produksi atau pemakaian. Inventori biasanya disimpan dalam bentuk fisik yang disimpan sementara sebelum inventori digunakan, tempat penyimpanan inventori biasanya disebut dengan gudang. Mekanisme dari itu, pengolahan inventori sejalan dengan pengolahan gudang yang baik. Karena gudang penyimpanan inventori yang mendukung kelancaran proses dan memenuhi kebutuhan konsumen, maka gudang perlu dilihat sebagai

representasi pemenuhan kebutuhan konsumen pada lokasi yang dekat maupun jauh dari perusahaan/pabrik. Secara umum proses dimulai dari pemesanan bahan baku ke pemasok. Sebelum bahan baku ini diproduksi, bahan disimpan dahulu di gudang menunggu jadwal produksinya. Kemudian masuk kedalam sistem produksi dan diolah.

Pengendalian Persediaan dengan Pendekatan Sistem (S,S)

Model persediaan stokastik dirancang untuk menganalisis sistem persediaan dimana terdapat ketidakpastian yang perlu dipertimbangkan mengenai permintaan dimasa yang akan datang menurut. Pengelolaan persediaan untuk sistem ini menerapkan tinjauan kontinu. Tinjauan kontinu berarti tingkat persediaan diamati dengan dasar terus-menerus, maka pesanan dapat dipenuhi secepat mungkin jika level persediaan mulai habis hingga pada titik pemesanan ulang.

Sistem persediaan terus-menerus untuk produk akan didasarkan pada dua angka kritis, yaitu titik pemesanan ulang (s) dan kuantitas pesanan (Q). Untuk perusahaan yang pengatur persediaan produk akhirnya, pesanan untuk menjalankan suatu produksi akan sama dengan (Q). Untuk retail atau distributor pesanan merupakan suatu pembelian dengan Q unit produk.

Sistem persediaan adalah dasar respon terhadap kesulitan masing-masing level yang memutuskan kapan harus mengisi kembali persediaan mereka berdasarkan permintaan dari level yang rendah. Perubahan utamanya adalah membuat Informasi permintaan akhir untuk pengambilan keputusan di semua anggota level. Ini memerlukan penggunaan sistem komunikasi yang efektif guna memberikan informasi tepat waktu dan akurat. Hal ini juga memerlukan tingkat kepercayaan yang tinggi. Setiap anggota level membuat jadwal pengisian persediaan kembali berdasarkan permintaan pelanggan actual dari tingkat hilir berikutnya.

Pada pengelolaan persediaan oleh vendor menggunakan kebijakan pengendalian dengan sistem (s,S). metode ini juga dikenal dengan istilah *order up to level*. Karena review dilakukan secara terus-menerus maka ketika persediaan mencapai level s (*reorder point*) maka akan dilakukan pemesanan dalam jumlah tertentu sehingga persediaan mencapai level maksimum (S).

Perhitungan awal yang digunakan nanti berupa *reorder point* (s), nilai maksimum (S), *order cost*, *holding cost*, *stock* awal, *lead time* dan data permintaan pelanggan distributor hasil pembangkitkan bilangan acak. Untuk input awal data *order cost*, *holding cost*, *stock* awal dan *lead time* merupakan data yang diperoleh dari perusahaan.

Sedangkan untuk input awal s dan S didapat dari perhitungan dengan persamaan berikut :

1. Kuantitas pesanan optimum (Q^*)

Jumlah produk optimum yang diminta dari retail ke distributor dalam satu periode.

$$Q^* = \sqrt{2C_0D/h}$$

(2.7)

2. *Safety Stock* (SS)

Batas maksimum persediaan yang harus dimiliki oleh perusahaan tidak mengalami kekurangan persediaan yang dapat mengganggu proses produksi.

$$SS = (Z \times s_d \times l)$$

(2.8)

3. *Reorder Point* (ROP)

Batas minimum persediaan yang harus dimiliki oleh perusahaan tidak mengalami kekurangan persediaan yang dapat mengganggu proses produksi.

$$ROP = (D \times l) + \textit{Safety Stock}$$

(2.9)

4. *Maksimum Stock* (S)

Jumlah produk maksimum yang diperbolehkan disimpan dalam persediaan.

$$S = \text{ROP} + \text{Jumlah Pemesanan}$$

(2.10)

Keterangan :

- D : Jumlah permintaan rata-rata
- L : *Lead Time*, jangka waktu yang dibutuhkan dari pelepasan order sampai produk diterima.
- C0 : *Order cost*, atau biaya pesan yang dikenakan kepada distributor dalam sekali pemesanan produk.
- H : *Holding cost*, biaya simpan yaitu biaya yang dikenakan kepada distributor dan perusahaan akibat adanya modal yang tertanam dalam persediaan.
- Sd : Standar Deviasi
- Z : Nilai table Z

Pengadaan Barang

Sifat dasar perusahaan ada tiga yaitu jenis organisasinya, ukuran organisasi, dan tahapan kerja/organisasi proyek. Sesuatu organisasi bisa menjadi perusahaan negara atau milik oleh negara (seluruhnya atau sebagian), swasta baik secara nasional atau multinasional), koperasi, organisasi

nirlaba. Selain Ini juga bisa menjadi kontrak kerja atau pekerjaan sama antara swasta dan negara karena biaya operasi dibebankan dan meminta perubahan (*cost recovery*) kepada negara, seperti perusahaan minyak dan gas. Ukuran organisasi berkaitan dengan jumlah asetnya yang dimiliki, produksi dan penjualan tahunan, serta jumlah karyawan. Dengan memahami sifat perusahaan, kita dapat menentukan strategi pengadaan operasional taktis. Jika organisasi adalah perusahaan negara, konsep pengadaannya pengadaan publik, yaitu sisi yang lebih didasarkan pada regulasi diprioritaskan, kaku, dalam koridor persaingan bisnis. Tidak sedikit efisiensi proses dan biaya adalah suatu keharusan perhatikan dan perbaiki. Berbeda dengan tipe perusahaan swasta multinasional, konsep pengadaan akan diprioritaskan persaingan bisnis, efisiensi dan efektivitas biaya cenderung bagus. Begitu pula dengan strategi pengadaan masyarakat akan lebih banyak mengutamakan pengusaha kecil dan menengah, sedangkan swasta multinasional cenderung melakukan *bundling* sehingga menambah volume untuk mendapatkan kesepakatan yang lebih baik.

BAB 7

TRANSPORTASI

Sistem Transportasi

Secara umum sistem transportasi adalah sistem yang digunakan untuk mengangkut atau mendistribusikan barang dari pemasok sampai ke tangan pelanggan/*customer*. Dalam hal lain sistem transportasi juga bertujuan untuk menciptakan sistem pelayanan yang baik untuk konsumen. Transportasi memiliki peran utama dalam setiap kegiatan rantai pasok, selain itu transportasi juga bertanggung jawab terhadap kualitas produk yang di distribusikan yaitu dengan menjamin bahwa produk dapat diterima konsumen tepat waktu dan dalam keadaan baik.

(Sarkis et al., 2018) Transportasi merupakan sebuah kegiatan pemindahan barang atau manusia dari titik asal ke titik tujuan. Proses pemindahan adalah gerakan dari titik asal, yang kegiatan angkutan dimulai ke titik tujuan yaitu kemana kegiatan pengangkutan diakhiri.

Berikut adalah unsur-unsur pengangkutan, meliputi :

1. Jenis barang yang diangkut.
2. Jenis kendaraan yang digunakan untuk mengangkut.

3. Jalan dan rute yang akan dilalui.
4. Titik asal dan titik tujuan.
5. Sistem dan manajemen yang digunakan untuk menjalankan kegiatan transportasi tersebut.

(Dukkanci et al., 2019) Manajemen transportasi adalah kegiatan yang dilaksanakan oleh bagian transportasi atau unit dalam organisasi industri atau perdagangan dan jasa lain (*manufacturing business and service*) untuk memindahkan/mengangkut barang atau penumpang dari suatu lokasi ke lokasi lain secara efektif dan efisien. Biaya transportasi merupakan biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan untuk mendistribusikan produknya. Biaya transportasi dapat dibagi menjadi dua, yaitu *fixed cost* dan *variable cost*. *Fixed cost* bisa berupa biaya administrasi, biaya sewa kendaraan, depreciasi moda transportasi. Transportasi dan distribusi adalah suatu produk yang berpindah dari lokasi di mana mereka produksi ke lokasi konsumen atau pemakai yang seringkali dibatasi oleh jarak yang sangat jauh. Kemampuan untuk mengirimkan produk ke pelanggan secara tepat waktu, dalam jumlah yang sesuai dan dalam kondisi yang baik sangat menentukan apakah produk tersebut pada akhirnya akan kompetitif di pasar atau tidak. Oleh karena itu, kemampuan untuk mengelola jaringan distribusi dewasa ini merupakan salah satu komponen keunggulan kompetitif yang sangat penting bagi kebanyakan industri.

Sistem Distribusi

Sistem distribusi memiliki kaitan yang erat dengan kegiatan-kegiatan transportasi karena berfungsi sebagai jembatan penghubung antara produsen dengan konsumen. Jarak yang ditempuh dapat dinyatakan sebagai jarak waktu maupun jarak geografi. Jarak waktu didapat karena barang yang selesai diproduksi hari ini mungkin belum dapat langsung digunakan sampai besok, bulan depan atau bahkan tahun depan. Sedangkan jarak geografi didapat dari jarak yang ditempuh untuk mendistribusikan barang dari lokasi produsen sampai ke konsumen. Melalui pergudangan dengan teknik tertentu jarak atau keseimbangan ini di gunakan untuk mencegah kerusakan barang yang bersangkutan.

(Pujawan & Mahendrawati, 2017) Salah satu keputusan operasional yang sangat penting dalam manajemen distribusi adalah penentuan jadwal serta rute pengiriman dari satu lokasi ke beberapa lokasi tujuan. Dengan menerapkan metode saving matrix dapat meminimumkan jarak atau waktu. Dimana menurut Pujawan, metode saving matrix adalah metode untuk meminimumkan jarak, waktu atau biaya dengan mempertimbangkan kendala – kendala yang ada. Beberapa permasalahan yang biasa dihadapi dalam distribusi berkaitan dengan optimasi jalur distribusi adalah :

1. Titik Gudang

Titik gudang sangat berpengaruh dalam menentukan kelancaran pendistribusian barang, sehingga barang dapat sampai pada *customer* tepat waktu.

2. Penentuan rute dan jadwal pengiriman

Salah satu keputusan terpenting dalam manajemen distribusi adalah penentuan jadwal serta rute pengiriman dari satu titik ke beberapa titik tujuan. Keputusan seperti ini sangat penting bagi perusahaan yang mengirimkan barangnya dari satu titik ke berbagai titik yang tersebar di sebuah kota. Keputusan jadwal pengiriman serta rute yang akan ditempuh oleh setiap tipe kendaraan akan sangat berpengaruh terhadap biaya pengiriman. Namun demikian, biaya bukanlah satu-satunya faktor yang perlu dipertimbangkan dalam proses pengiriman. Selain itu, jadwal dan rute sering kali juga harus mempertimbangkan kendala lain seperti kapasitas kendaraan atau armada pengangkutan.

Secara umum permasalahan penjadwalan dan penentuan rute pengiriman memiliki beberapa tujuan yang ingin dicapai seperti tujuan untuk meminimumkan biaya pengiriman, waktu atau jarak tempuh. Salah satu dari tujuan tersebut bisa menjadi fungsi tujuan (*objective fuction*) dan yang lainnya menjadi kendala (*constraint*).

Misalnya, fungsi tujuannya adalah meminimumkan biaya pendistribusian, namun ada kendala maksimum jarak tempuh tiap kendaraan, disamping kendala lain seperti kapasitas atau kendala lainnya. Pada penulisan skripsi ini, manajemen distribusi merupakan pengelolaan terhadap kegiatan untuk mengirimkan produk dari suatu gudang ke sejumlah toko dimana proses pemindahan tersebut akan membentuk atau menghasilkan rute distribusi yang dibatasi oleh kapasitas kendaraan.

Muhammad & Rahmi (2017) Pemilihan rute terbaik akan membuat efisiensi distribusi produk. Rute terbaik adalah rute dengan jarak terpendek, yang tentunya akan mempengaruhi biaya transportasi yang terjadi. Jarak tempuh kendaraan yang lebih pendek berarti biaya transportasi yang lebih rendah.

Fungsi-fungsi Dasar Manajemen Distribusi dan Transportasi

Fungsi distribusi dan transportasi adalah mengantarkan produk dari lokasi dimana produk tersebut diproduksi sampai dimana mereka akan digunakan. Pada umumnya kegiatan transportasi dan distribusi dapat dilakukan oleh industri manufaktur dengan membentuk bagian distribusi atau transportasi tersendiri. Namun, selain itu industri manufaktur juga dapat menyerahkan kegiatan transportasinya pada pihak ketiga. Pada prinsipnya ini bertujuan untuk menciptakan pelayanan yang maksimal

kepada pelanggan yang dapat diketahui dari tingkat *service level* yang berhasil di capai. Hal-hal tersebut meliputi kecepatan dan ketepatan waktu dalam melakukan pengiriman, jaminan kesempurnaan kualitas barang yang sampai ke tangan pelanggan dan pelayanan purna jual yang memuaskan.

Manajemen distribusi dan transportasi melakukan sejumlah fungsi dasar yang terdiri dari :

1. Segmentasi pelanggan dan target *service level*

Perlunya segmentasi pelanggan dilakukan karena kontribusi mereka pada *revenue* perusahaan bisa sangat bervariasi dan selain itu karakteristik serta sifat dari tiap pelanggan bisa berbeda antara satu dengan yang lainnya. Dan dengan memahami perbedaan karakteristik dan kontribusi tiap pelanggan atau area distribusi, perusahaan dapat mengoptimalkan alokasi persediaan barang maupun kecepatan pelayanan.

2. Menentukan mode transportasi

Mode transportasi memiliki karakteristik yang berbeda, serta mempunyai keunggulan dan kelemahan yang berbeda pula. Manajemen transportasi bertujuan untuk menentukan mode terbaik yang akan digunakan dalam melakukan pengiriman produk-produk mereka kepada pelanggan. Kombinasi dua atau lebih mode

transportasi tentu bisa dan harus dilakukan tergantung pada situasi yang dihadapi.

3. Konsolidasi pengiriman dan informasi

Konsolidasi merupakan hal yang tak kalah penting dalam hal pengiriman. Tuntutan untuk bisa melakukan pengiriman cepat namun ekonomis menjadi pendorong utama pentingnya melakukan konsolidasi data permintaan dari berbagai cabang distribusi oleh gudang pusat untuk keperluan pembuatan jadwal pengiriman. Sedangkan konsolidasi pengiriman dilakukan misalnya dengan menyatukan permintaan beberapa toko atau retail yang berbeda dalam sebuah truk. Dengan cara ini, truk dapat berjalan lebih sering tanpa harus membebankan biaya lebih pada pelanggan yang mengirimkan produk tersebut

Biaya Transportasi

1. Definisi Biaya Transportasi

Bawersox (2002) Pengertian mengenai biaya transportasi dapat berbeda-beda tergantung dari sudut pandang setiap golongan masyarakat yang mengamatinya. Pada umumnya setiap golongan masyarakat hanya akan lebih tertarik pada biaya yang menjadi bebannya, misal seorang pengguna jasa angkutan umum, dimana tarif yang dikenakan dan

waktu yang diperlukan dalam melakukan perjalanan akan dipandang sebagai biaya. Biaya transportasi merupakan biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan untuk mendistribusikan produknya (Yuniarti & Astuti, 2013).

Biaya transportasi dapat dibedakan menjadi 5 (lima) berdasarkan berbagai sudut pandang (*stake holder*) sebagai berikut :

a. Pemakai Sistem

- 1) Biaya langsung (bahan bakar, tol dll).
- 2) Waktu yang diperlukan.
- 3) Biaya fisik (kehilangan sebagian energy diperjalanan, dll)
- 4) Biaya psikologis (ketidaknyamanan, dll)

b. Pemilik Sistem

- 1) Biaya administrasi atau perizinan.
- 2) Biaya operasi dan pemeliharaan.
- 3) Penyusutan dan sebagainya.

c. Bukan pemakai/masyarakat atau non pengguna jasa angkutan umum.

- 1) Perubahan nilai lahan, produktivitas dan sebagainya.

- 2) Penurunan tingkat lingkungan (kebersihan, polusi dan estetika).

d. Pemerintah

- 1) Subsidi dan sumbangan modal.
- 2) Kehilangan hasil pajak.

2. Komponen Biaya Transportasi

Biaya transportasi dapat dibedakan atas biaya tetap (*fixed cost* = FC) dan biaya tidak tetap (*variable cost* = VC). Biaya tetap merupakan biaya yang besar satuannya tidak berubah dengan adanya perubahan hasil keluaran suatu operasi. Sedangkan biaya tidak tetap adalah biaya yang besarnya berubah-ubah sesuai dengan perubahan hasil keluaran.

a. Biaya Tetap/*Fixed Cost*

Biaya tetap adalah biaya yang memiliki jumlah tetap dan wajib dibayarkan oleh pengelola walaupun beroperasi atau tidak selama pengelola tersebut masih ingin mengoperasikan kendaraannya.

Komponen-komponen biaya tetap adalah sebagai berikut:

- 1) Biaya pembelian.
- 2) Biaya pengiriman.

3) Bunga uang jika kendaraan dibi secara kredit.

4) Biaya sewa.

b. Biaya Tidak Tetap/*Variabel Cost*

Biaya tidak tetap adalah biaya yang memiliki jumlah tidak tetap yang harus dibayarkan oleh pengelola. Biaya variabel dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu biaya variabel langsung dan biaya variabel tidak langsung.

Komponen biaya variabel langsung dan tak langsung adalah sebagai berikut :

1) Bahan bakar.

2) Penyusutan kendaraan.

3) Asuransi.

4) Pajak kendaraan.

5) Perawatan/*Maintenance*.

Vehicle Routing Problem (VRP)

1. Definisi dan Karakteristik VRP

Vehicle Routing Problem adalah suatu sistem distribusi yang bertujuan membuat rute yang optimal, dengan diketahui kapasitas kendaraan angkut, agar dapat memenuhi permintaan pelanggan dengan lokasi dan

jumlah permintaan yang telah ditetapkan (Yuniarti & Astuti, 2013).

Vehicle Routing Problem (VRP) atau biasa disebut dengan *Vehicle Scheduling Problem* (VSP), berkaitan dengan distribusi produk atau barang jadi antara distributor dengan konsumen. Dantzig dan Ramser merupakan orang yang pertama kali memperkenalkan VRP pada tahun 1959. VRP berperan penting pada sistem manajemen distribusi dan menjadi salah satu yang dipelajari secara luas. Selain itu VRP juga memiliki model dan algoritma yang dapat digunakan juga secara efektif tidak hanya untuk kegiatan pengiriman dan pengambilan barang, tetapi juga dapat digunakan untuk perencanaan kegiatan sehari – hari seperti perencanaan rute kereta api, pengumpulan sampah lingkungan, pembersihan jalan, dan rute untuk pengiriman ekspedisi.

VRP juga dapat digunakan untuk meminimumkan biaya total pengiriman tanpa melebihi kapasitas kendaraan dengan menunjukkan rute-rute dari sejumlah kendaraan yang dimulai dari suatu titik utama menuju ke lokasi sejumlah konsumen dengan jumlah permintaan tertentu. VRP merupakan suatu sistem pendistribusian barang yang memperhatikan pelayanan, periode waktu dan sekelompok konsumen dengan jumlah kendaraan yang ada pada satu atau

lebih depot dengan menggunakan *road network*. VRP juga dapat didefinisikan sebagai suatu solusi dalam penentuan sejumlah rute, dengan masing-masing rute dialui oleh satu kendaraan yang berawal dan berakhir di titik asalnya, dengan begitu kebutuhan/permintaan semua pelanggan dapat terpenuhi dan tetap memenuhi kendala operasional yang ada, juga dengan meminimalisasi biaya transportasi global (Toth & Daniele, 2002).

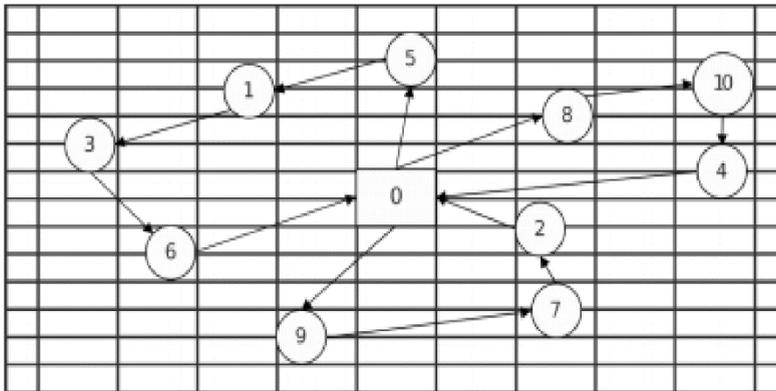
Terdapat 4 tujuan umum dalam *Vehicle Routing problem*, yaitu :

- a. Meminimumkan biaya transportasi global, terkait dengan jarak dan biaya tetap yang berhubungan dengan kendaraan.
- b. Meminimumkan jumlah kendaraan yang dibutuhkan untuk melayani semua konsumen.
- c. Menyeimbangkan rute-rute dalam hal waktu perjalanan dan muatan kendaraan.
- d. Meminimumkan pinalti akibat pelayanan yang kurang memuaskan terhadap konsumen, seperti ketidaksanggupan melayani konsumen secara penuh ataupun keterlambatan pengiriman.

Menurut Toth & Daniele (2002), ditemukan beberapa kelas atau variasi permasalahan utama dalam VRP, yaitu :

- a. *Capacitated VRP (CVRP)*, merupakan kelas VRP yang paling sederhana dan paling banyak dipelajari dimana kendala yang ada hanya berupa kapasitas kendaraan terbatas.
- b. *Distance Constrained VRP (DCVRP)*, merupakan VRP dengan kendala batasan panjang rute.
- c. *VRP with time windows (VRPTW)*, yaitu kasus VRP dimana setiap konsumen memiliki batasan rentang waktu pelayanan.
- d. *VRP with pickup and delivery (VRPRD)*, merupakan VRP dengan pelayanan campuran, yaitu pengiriman dan pengambilan barang dalam satu rute.
- e. *VRP with Backhauls (VRPB)*, dimana pengambilan baru dapat dilakukan setelah semua pengiriman selesai.

Gambar 13 menunjukkan solusi dari sebuah permasalahan VRP dalam bentuk graph. Pada gambar, node 0 melambangkan gudang (kota asal), dan node 1-10 melambangkan cabang.



Gambar 13 Solusi dari Sebuah VRP
 Sumber : M. Cristian (2011)

Berikut ini merupakan komponen-komponen yang terdapat pada *vehicle routing problem* (VRP) :

a. Jaringan Kerja (*link*)

Dalam transportasi pada suatu rute, setiap jalan yang tersedia merupakan jaringan kerja (*link*) dan setiap lokasi merupakan setiap node. *Link* dapat dijalani dalam satu arah (*directed*) atau dua arah (*undirected*). Setiap *link* berkaitan dengan panjang atau waktu perjalanan, jenis kendaraan dan periode waktu perjalanan yang dilakukan pada *link* tersebut sehingga *link* dapat dikatakan berhubungan dengan biaya.

b. Pelanggan/*Customer*

Karakteristik khusus dari pelanggan adaah sebagai berikut :

- 1) Jumlah permintaan (*demand*) dari pelanggan berbeda-beda, ada pelanggan yang jumlah permintaannya diketahui secara pasti (kasus deterministik) tetapi ada juga jumlah permintaannya tidak pasti (kasus stokastik).
- 2) Ada *customer* yang mempunyai *time windows* yaitu periode waktu yang menunjukkan jangka waktu *customer* dapat dilayani yang dikarenakan periode waktu yang khusus dari *customer* tersebut.

c. Gudang/*Warehouse*

Gudang merupakan awal dan akhir dari suatu rute yang akan dilewati oleh kendaraan dalam melakukan pengiriman barang ke cabang. Setiap cabang dicirikan berdasarkan tipe dan banyak kendaraan yang berkaitan dengan gudang tersebut serta banyaknya barang yang tersedia disana.

d. Kendaraan (*vehicle*)

Karakteristik khusus dari kendaraan (*vehicle*) adalah sebagai berikut :

- 1) Mempunyai kapasitas kendaraan maksimum (berat dan volume maksimum) dalam mengangkut barang.

- 2) Mempunyai total waktu kerja dari awal keberangkatan dari gudang sampai kedatangan kembali ke gudang, sesuai peraturan yang diberlakukan oleh perusahaan untuk jam kerja pengemudi (waktu *loading*) dan jumlah periode waktu yang tidak ikut diperhitungkan (waktu *non – loading*), misalnya waktu istirahat pengemudi.
- 3) Memerlukan biaya untuk melakukan pengiriman, biaya penggunaan kendaraan dihitung berdasarkan per unit jarak, per unit waktu, dan per rute.

e. Pengemudi (*driver*)

Pengemudi yang mengoperasikan kendaraan harus memenuhi semua kendala yang ditetapkan dalam kontrak kerja dan aturan dari perusahaan.

2. *Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP)*

Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP) merupakan salah satu variasi dari masalah VRP dengan penambahan kendala kapasitas kendaraan yang identik. Setiap kendaraan yang melayani konsumen disyaratkan memiliki batasan kapasitas sehingga banyaknya konsumen yang dilayani oleh setiap kendaraan dalam rute bergantung pada kapasitas kendaraan. (Kara,dkk., 2004)

Permasalahan VRP bertujuan meminimumkan total jarak tempuh rute perjalanan kendaraan dalam mendistribusikan barang dari tempat produksi yang dinamakan dengan depot ke sejumlah konsumen.

CVRP adalah masalah pengoptimalan jarak tempuh perjalanan kendaraan dalam pendistribusian barang dari tempat produksi (depot) ke sejumlah agen pelanggan sehingga menghasilkan rute dengan total jarak tempuh yang minimum. Penentuan rute kendaraan tersebut harus memperhatikan beberapa batasan yaitu setiap kendaraan harus memulai rute perjalanandari depot dan setelah melayani sejumlah konsumen juga harus kembali lagi ke depot. Setiap konsumen hanya dilayani oleh satu kendaraan. Terdapat sejumlah kendaraan di depot dengan kapasitas yang identik yang digunakan untuk melayani konsumen. Kendaraan-kendaraan tersebut mempunyai kapasitas-kapasitas tertentu sehingga panjang rute yang dilalui oleh setiap kendaraan dalam melayani setiap konsumen sesuai dengan kapasitasnya. Setiap rute kendaraan tidak memiliki sub rute sehingga rute yang terbentuk adalah sebanyak kendaraan yang dioperasikan.

Permasalahan dari CVRP adalah menentukan himpunan dari K rute kendaraan yang memenuhi kondisi sebagai berikut :

- a. Setiap rute berawal dan berakhir di depot.
- b. Setiap konsumen harus dilayani tepat satu kali oleh satu kendaraan.
- c. Total permintaan konsumen dari tiap rute tidak melebihi kapasitas kendaraan.
- d. Total jarak dari semua rute diminimumkan.

Metode *Saving Matrix*

Supriyadi et al., (2017) *Savings matrix* merupakan metode yang digunakan untuk menyelesaikan masalah transportasi dengan menentukan rute distribusi produk dalam rangka meminimalkan biaya transportasi. Metode *savings matrix* dapat digunakan untuk menjadwalkan kendaraan dengan memperhatikan kapasitas maksimum kendaraan dengan penggabungan beberapa titik pengiriman.

(Pujawan & Mahendrawati, 2017) Metode *saving matrix* adalah metode yang diterapkan dan dapat digunakan untuk menugaskan pelanggan ke sarana atau alat angkut bahkan jika ada batasan waktu penyerahan. Metode ini digunakan untuk menentukan rute/jalur distribusi produk ke outlet dengan cara menentukan urutan rute distribusi yang harus dilalui dan jumlah alat angkut berdasarkan kapasitas dari alat angkut tersebut agar

diperoleh rute terpendek dan biaya transportasi yang optimum.

Ikfan dan Masudin (2013) Setelah dilakukan perhitungan rute dengan metode *saving matrix* nantinya dapat diketahui oleh perusahaan alat transportasi mana yang akan digunakan berdasarkan penghematan terbesar. Metode *saving matrix* dapat mengoptimalkan rute yang dilalui kendaraan pengiriman sebesar 3848,5 Km per tahun. Sedangkan 4786,8 Km per tahun. Dengan demikian, selisih jarak yang dihasilkan adalah 938,3 Km.

Metode ini sederhana dilakukan dan dapat digunakan untuk memutuskan konsumen ke kendaraan yang mana, walaupun terdapat kendala waktu dan yang lainnya. Menurut Chopra dan Meindl (2016), langkah-langkah utama metode *saving matrix* adalah sebagai berikut :

1. Menentukan matrix jarak

Matrix jarak menyatakan jarak diantara tiap pasangan lokasi-lokasi yang akan dikunjungi. Jarak antara lokasi A yang terletak pada koordinat (,) dan lokasi B yang terletak pada koordinat (.) dicari dengan menggunakan rumus :

$$\text{Dist (A,B)} = \sqrt{(\cdot)^2 + (\cdot)^2}.$$

Setelah hasil diketahui maka dimasukkan kedalam tabel berikut.

Tabel 4 Matrix Jarak Dari Gudang ke Customer ke Antar Customer

	Pabrik/Gudang	Cs 1	Cs 2	Cs 3	...Cs n
Cs 1					
Cs 2					
Cs 3					
Cs n					

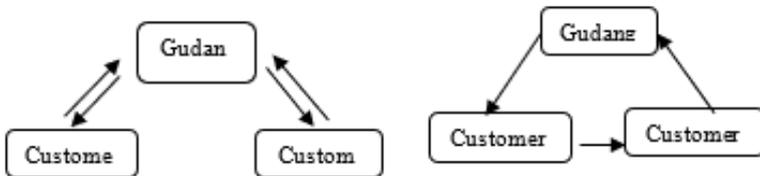
Sumber : (Pujawan, 2016)

2. Menentukan Matrix Penghematan (*Saving Matrix*)

Matrix penghematan menunjukkan penghematan yang terjadi jika menggabungkan 2 konsumen kedalam satu truk. Penghematan bisa dievaluasi berdasarkan jarak, waktu atau uang. $S(x,y)$ menyatakan jarak yang dihemat jika perjalanan $DC \rightarrow$ konsumen $x \rightarrow DC$ dan $DC \rightarrow$ konsumen $y \rightarrow DC$ dikombinasikan ke sebuah rute perjalanan tunggal yaitu $DC \rightarrow$ konsumen $x \rightarrow$ konsumen $y \rightarrow DC$. Rumus untuk mencari besarnya penghematan adalah:

$$S(x,y) = \text{Dist} (DC,x) + \text{Dist} (DC,y) - \text{Dist} (x,y).$$

Berdasarkan pengkombinasian rute yang ada maka gambaran rute yang ada adalah sebagai berikut :



Gambar 14 Perubahan yang terjadi dengan menggabungkan *Customer 1* dan *Customer 2* kedalam satu rute.

3. Mengalokasikan konsumen-konsumen ke sebuah rute/kendaraan atau menugaskan konsumen pada sebuah rute.
 - a. Pengalokasian konsumen-konsumen ke sebuah rute/kendaraan harus bisa memaksimalkan penghematan.
 - b. Pencarian solusi dilakukan dengan prosedur literatif, yaitu :
 - 1) Pada tahap 1 : tiap konsumen di alokasikan pada truk/rute yang berbeda-beda atau terpisah.
 - 2) Pada tahap 2 : dua rute selanjutnya dapat digabungkan pada satu rute/kendaraan dengan didasarkan pada penghemataan yang paling tinggi yang bisa diperoleh. Selanjutnya dilakukan pengecekan apakah pengkombinasian tersebut layak atau tidak. Dikatakan layak jika total pengiriman yang harus dialui melalui rute tersebut tidak melebihi kapasitas kendaraan.
4. Menentukan urutan konsumen atau urutan pengiriman pada sebuah rute.

Tujuan dari tahap ini adalah meminimalkan jarak perjalanan yang harus ditempuh tiap kendaraan.

Untuk mendapatkan rute pengiriman yang optimal dilakukan 2 tahap :

- a. Menentukan rute pengiriman awal untuk tiap kendaraan dengan menggunakan prosedur farthest insert/nearest insert/dll.
- b. Melakukan perbaikan dengan menggunakan prosedur.

Ada beberapa prosedur pengurutan yang dapat digunakan untuk mendapatkan rute pengiriman awal, yaitu :

a. *Farthest Insert*

Memasukkan konsumen yang memberikan perjalanan paling jauh. Untuk setiap customer yang belum masuk dalam satu trip, evaluasi minimum kenaikan jarak tempuh jika customer dengan kenaikan dengan minimum terkecil.

b. *Nearest Insert*

Memasukkan knsumen yang memberikan perjalanan terpendek. Untuk setiap customer yang belum termasuk dalam satu trip, evaluasi minimum kenaikan jarak tempuh jika customer ini dimasukkan dalam trip dan memasukkan customer dengan keaikan dengan minimum terkecil.

c. *Nearest Neighbor*

Rute perjalanan dibuat dengan menambahkan konsumen terdekat dari titik terakhir yang dikunjungi oleh kendaraan. Iterasi dimulai dari gudang pusat kemudian perjalanan dilakukan menuju ke konsumen yang paling dekat dengan gudang, dan seterusnya. Atau dengan kata lain mulai dari gudang pusat, prosedur ini menambah customer yang terdekat untuk melengkapi trip. Pada tiap langkah, trip dibangun dengan menambahkan customer terdekat dari titik terakhir yang dikunjungi oleh kendaraan sampai semua customer terkunjungi.

Dengan dilakukan penyelesaian permasalahan menggunakan metode *saving matrix*, maka dapat dihasilkan jalur distribusi yang optimal dengan biaya transportasi yang lebih efisien.

BAB 8

PERAMALAN

Definisi Peramalan

Menurut (Heizer et al., 2015) peramalan adalah seni dan ilmu untuk memprediksi kejadian di masa depan. Hal ini dapat dilakukan dengan melibatkan pengambilan data historis dan memproyeksikan ke masa mendatang dengan suatu bentuk model matematis. Menurut (Chopra, S.; Meindl, 2016) peramalan dalam bisnis perusahaan telah memainkan peran penting dalam kinerja perusahaan dengan memberikan perkiraan yang akurat kepada jajaran manajemen perusahaan. Jadi tujuan peramalan bisnis bagi perusahaan adalah untuk menggabungkan antara analisis statistik dengan pengetahuan utama perusahaan untuk membangun dan mengembangkan perkiraan sebagai dasar dalam pengambilan keputusan.

Menurut (Pujawan & Mahendrawati, 2017) Peramalan merupakan seni dan ilmu untuk memprediksi kejadian di masa yang akan datang atau dapat juga diartikan segala aktivitas bisnis yang memprediksi penjualan dan penggunaan produk sehingga produk-produk itu dapat dibuat dalam jumlah yang akurat. Peramalan merupakan dugaan terhadap permintaan dimasa depan berdasarkan

pada beberapa variabel peramal, biasanya teknik-teknik peramalan yang bersifat formal maupun informal menggunakan berdasarkan data masa lalu.

Dalam perusahaan usaha untuk pengambilan keputusan yang strategis untuk keberlangsungan usaha adalah salah satu tujuan peramalan. Selain mengawasi perubahan lingkungan usaha, pengetahuan pasar juga perlu mengembangkan pengetahuan khusus tentang pasar mereka. Perusahaan pemasar yang baik membutuhkan keterangan untuk mempermudah mereka menginterpretasikan kinerja masa lalu dan merencanakan kegiatan di masa yang akan datang. (Nugraha & Sulatera, 2017)

Penulis menyimpulkan forecasting adalah suatu kegiatan untuk memprediksi kejadian di masa depan berdasarkan data-data masa lalu dengan mengestimasi nilainya dalam bentuk model matematis.

1. Tujuan utama dari peramalan

Meramalkan permintaan di masa yang akan datang, sehingga memperoleh perkiraan yang mendekati keadaan yang sebenarnya. Dilihat dari horizon waktu, tujuan peramalan dikelompokkan menjadi 3 macam:

- a. Peramalan Jangka Panjang :
 - 1) Horison waktu : 5~20 thn
 - 2) Penggunaan : perencanaan produksi dan sumber daya
 - 3) Pemeran utama : *Top Manajemen*
- b. Peramalan Jangka Menengah
 - 1) Horison waktu : bulanan atau kwartal
 - 2) Penggunaan : Perhitungan aliran kas, penentuan perencanaan dan pengendalian produksi.
 - 3) Pemeran Utama : *Middle Management*
- c. Peramalan Jangka Pendek
 - 1) Horison Waktu : harian atau mingguan
 - 2) Penggunaan : mengambil keputusan tentang penjadwalan tenaga kerja, bahan baku dan sumberdaya lainnya
 - 3) Pemeran Utama : *Low Management*

2. Karakteristik Peramalan

Karakteristik peramalan menurut (Chopra, S.; Meindl, 2016):

- a. Peramalan selalu tidak akurat dan harus mencakup keduanya, nilai perkiraan pada peramalan dan menukur nilai forecast error.
- b. Peramalan jangka panjang biasanya memiliki tingkat akurat lebih kecil dari pada jangka pendek, permalan jangka panjang memiliki standar deviasi kesalahan yang lebih besar jangka pendek.
- c. Peramalan agregat biasanya lebih akurat dari pada peramalan tanpa agregat.
- d. Secara umum, semakin jauh Rantai Pasok perusahaan (peramalan dimulai dari konsumen), maka semakin besar distorsi informasi yang diterima.

3. Kategori Metode pada *Forecasting*

Model peramalan kuantitatif digunakan untuk meramalkan data masa depan sebagai fungsi dari data masa lalu. Mereka sesuai untuk digunakan ketika data numerik masa lalu tersedia dan ketika masuk akal untuk mengasumsikan bahwa beberapa pola dalam data diharapkan berlanjut di masa depan. Metode ini biasanya diterapkan pada keputusan jangka pendek atau menengah.

a. *Average approach*

Dalam pendekatan ini, prediksi semua nilai masa depan sama dengan rata-rata data masa lalu. Pendekatan ini dapat digunakan dengan semua jenis data di mana data sebelumnya tersedia. Rumus untuk konstan:

$$\mathbf{F} = \mathbf{a} = \frac{\sum dt}{n}$$

b. *Naive approach*

Naive forecast adalah model perkiraan yang paling hemat biaya, dan memberikan tolok ukur yang dapat digunakan untuk membandingkan model yang lebih canggih. Metode peramalan ini hanya cocok untuk data deret waktu. Dengan menggunakan pendekatan naif, perkiraan dihasilkan yang sama dengan nilai pengamatan terakhir. Metode ini bekerja cukup baik untuk deret waktu ekonomi dan keuangan, yang seringkali memiliki pola yang sulit diprediksi secara andal dan akurat. Jika deret waktu diyakini memiliki kemusiman, pendekatan naif musiman mungkin lebih sesuai jika perkiraan sama dengan nilai dari musim lalu. Pendekatan ini dapat dinotasikan :

$$\hat{\mathbf{y}}_{\mathbf{T} + \mathbf{h}} | \mathbf{T} = \mathbf{y}_{\mathbf{T}}$$

c. *Seasonal naive approach*

The seasonal naive method memperhitungkan kemusiman dengan menetapkan setiap prediksi agar sama dengan nilai pengamatan terakhir pada musim yang sama. Misalnya, nilai prediksi untuk semua bulan berikutnya di bulan April akan sama dengan nilai sebelumnya yang diamati untuk bulan April. Pendekatan ini dapat dinotasikan:

$$\hat{y}_{T+h} = y_T + h - km$$

d. *Exponential Triple Smoothing (ETS)*

Exponential Triple Smoothing (ETS) adalah satu set algoritma dimana kedua trend dan berkala (musiman) pengaruh di proses. Rumus untuk memprediksi dengan metode ETS yaitu:

$$F_{t+m} = a_t + b_t(m) + \frac{1}{2} c_t(m^2)$$

e. *Time Series Method*

Time series method menggunakan data historis sebagai dasar untuk memperkirakan hasil di masa depan. Mereka didasarkan pada asumsi bahwa riwayat permintaan masa lalu merupakan indikator yang baik untuk permintaan di masa mendatang.

- 1) *Moving Average* : metode ini digunakan bila datanya :

- a) Tidak memiliki trend
- b) Tidak dipengaruhi faktor musim digunakan untuk peramalan dengan perioda waktu jangka pendek.

Metode *Moving Average* dapat dinotasikan :

$$F_{t+1} = \frac{\sum dt}{n}$$

2) *Weighted Moving Average*

Dibuat dengan pola rata-rata yang dihasilkan dengan cara pembobotan:

- a) Setiap periode diberi bobot, semakin dekan dengan periode sekarang maka nilai bobot semakin besar
- b) Bobot ditentukan berdasarkan pengalaman

Metode *Weighted Moving Average* dapat dinotasikan :

$$F_{t+1} = \sum_{t=1}^n W_t d_t$$

3) *Exponential Smoothing*

Metode Eksponensial smoothing juga merupakan metode rata-rata yang memberatkan data terbaru, peramalan akan bereaksi lebih banyak terhadap perubahan permintaan terkini. Ini berguna jika

perubahan yang terakhir dalam data signifikan dan tidak dapat diprediksi, bukan hanya bersifat random. Metode *Eksponensial smoothing*, karena berbagai alasan :

- a) Membutuhkan data minimal.
- b) Hanya perkiraan untuk periode berjalan,
- c) permintaan aktual untuk periode berjalan, dan
- d) Diperlukan faktor pembobotan yang disebut konstanta perataan (*smoothing*)

Metode *Single Exponential* diartikan *smoothing* di definisikan sebagai:

$$\mathbf{F}_{t+1} = \alpha \mathbf{D}_t + (1 - \alpha) \mathbf{F}_t$$

4) *Autoregressive Moving Average* (ARMA)

Model ARMA adalah gabungan dari model *autoregressive* (AR) dan model *moving average* (MA). Metode ARMA dapat dinotasikan :

$$\mathbf{X}_t = \mathbf{c} + \boldsymbol{\varepsilon}_t + \sum_{i=1}^p \rho_i \mathbf{X}_{t-i} + \sum_{i=1}^q \theta_i \boldsymbol{\varepsilon}_{t-i}$$

5) *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA)

Model *Autoregresif Integrated Moving Average* (ARIMA) adalah model yang secara penuh mengabaikan independen variabel dalam

membuat peramalan. ARIMA menggunakan nilai masa lalu dan sekarang dari variabel dependen untuk menghasilkan peramalan jangka pendek yang akurat. ARIMA model umumnya dilambangkan ARIMA (p, d, q) di mana parameter p, d, dan q adalah bilangan bulat non-negatif, p adalah urutan (jumlah jeda waktu) dari model autoregressive, d adalah tingkat perbedaan (angka berapa kali data memiliki nilai masa lalu dikurangi), dan q adalah urutan model rata-rata bergerak. Model ARIMA dapat dinotasikan :

$$\left(1 - \sum_{i=1}^p \rho_i L^i\right) (1 - L)^d X_t = \delta + \left(1 + \sum_{i=1}^q \theta_i L^i\right) \varepsilon_t$$

Manfaat Peramalan

Peramalan merupakan salah satu metode pendekatan dalam memprediksi kemungkinan-kemungkinan suatu situasi di masa yang akan datang dengan memeriksa data yang terjadi di masa lalu. Hal ini juga berguna bagi pemilik organisasi atau bisnis agar dapat menentukan jumlah permintaan barang dimasa yang akan datang, sehingga pemilik akan lebih mudah mengambil keputusan dalam hal menambah strategi atau kebijakan untuk mengurangi permintaan barang.

Perencanaan permintaan merupakan tahapan mengenai jumlah dan jenis barang yang akan dipesan kepada vendor terkait dalam beberapa periode mendatang. Oleh karena itu, perencanaan dalam proses pemesanan barang merupakan salah satu hal penting dalam strategi produksi di dalam perusahaan. Kemudian dalam proses penyusunan perencanaan pemesanan terdapat beberapa poin yang dapat dikaji lebih dalam lagi dalam optimalisasi pemesanan barang dengan tujuan dapat menekan tingkat biaya pembuatan produk yang minimal dalam hal realisasi realisasi permintaan tersebut. (Ahmad, 2020)

Klasifikasi Peramalan

1. Peramalan jangka Panjang, umumnya 2 sampai 10 tahun. Peramalan ini digunakan untuk peramalan ini digunakan untuk perencanaan produk dan sumber daya.
2. Perkiraan jangka menengah, umumnya 1 hingga 24 bulan. Peramalan ini lebih spesifik daripada peramalan jangka panjang, biasanya digunakan untuk menentukan arus kas, perencanaan produksi dan penganggaran..
3. Perkiraan jangka pendek, umumnya 1 sampai 5 minggu. Perkiraan ini digunakan untuk membuat keputusan dalam hal lembur yang tidak perlu,

penjadwalan kerja, dan keputusan lain untuk pengontrol jangka pendek.

Metode dalam Peramalan

Ada beberapa jenis metode peramalan yang tersedia untuk digunakan dalam metode peramalan permintaan, namun yang lebih penting adalah bagaimana cara mengukur suatu teknik peramalan sehingga cocok digunakan pada kondisi yang diteliti berdasarkan data historis.

Secara umum, metode peramalan terbagi dalam dua kategori utama, yaitu metode kuantitatif dan metode kualitatif. Metode dapat dibagi menjadi metode periodik atau *time series* dan kausal, sedangkan metode kualitatif dibagi menjadi metode eksploratori dan normatif.

Metode kuantitatif sangat bervariasi dan setiap teknik memiliki sifat, presisi, dan biaya tertentu yang harus dipertimbangkan dalam memilih metode tertentu. Untuk menggunakan metode kuantitatif ada tiga syarat yang harus dipenuhi, yaitu:

1. Informasi tentang masa lalu tersedia
2. Informasi tersebut dapat dikuantitatifkan dalam bentuk numeric
3. Diasumsikan bahwa beberapa pola masa lalu akan terus berlanjut Peramalan

Peramalan permintaan merupakan tingkat permintaan produk yang diharapkan dapat terwujud untuk jangka waktu tertentu di masa yang akan datang. Dalam melakukan peramalan permintaan, ada tujuh tahapan dasar (Heizer & Render, 2015) :

1. Memilih penerapan dari peramalan.
2. Memilih items atau kuantitas yang akan diprediksi.
3. Memilih horizon dari peramalan.
4. Memilih jenis peramalan.
5. Kumpulkan data yang diperlukan untuk mencapai perkiraan.
6. Melakukan peramalan.
7. Validasi perkiraan dan terapkan hasil perkiraan

1. Model *Time Series* (Rentetan Waktu)

Data deret waktu adalah data yang dikumpulkan, dikonfirmasi, atau diamati secara berurutan. Periode pengamatan bisa dalam bentuk tahun, kuartal, bulan, minggu, dan dalam beberapa kasus hari atau jam. Deret waktu untuk menemukan pola masa lalu yang dapat digunakan untuk memperkirakan nilai masa depan dan membantu dalam manajemen dan perencanaan. Menganalisis deret waktu berarti membagi data masa lalu menjadi beberapa komponen dan kemudian memproyeksikannya ke masa depan.

Analisis deret waktu dipelajari karena dengan mengamati data deret waktu akan terungkap empat komponen yang mempengaruhi pola data masa lalu dan masa kini, yang cenderung berulang di masa mendatang. Empat komponen pola deret waktu., antara lain:

- a. *Trend*, yaitu Pertumbuhan (atau penurunan) komponen dasar jangka panjang dari data deret waktu menunjukkan pergerakan data naik atau turun secara bertahap.
- b. *Siklikal*, yaitu pola dalam data yang terjadi setiap beberapa tahun. fluktuasi atau siklus data dari waktu ke waktu perubahan kondisi ekonomi.
- c. Musiman (*seasonal*), yaitu pola data yang berulang seiring waktu. fluktuasi yang sering terjadi pada data triwulanan, bulanan atau mingguan.
- d. Tak Beraturan, yaitu yaitu pola acak yang disebabkan oleh kejadian tidak terduga atau tidak teratur.

2. Metode Rata-rata Bergerak Tunggal (*Single Moving Averages*).

Metode rata-rata bergerak tunggal menggunakan sejumlah besar informasi permintaan aktual untuk menghasilkan nilai ramalan untuk permintaan di masa mendatang. Metode ini akan diterapkan, dengan asumsi permintaan pasar akan produk akan tetap stabil dari waktu ke waktu. Metode ini mempunyai dua ciri khusus yaitu pembuatan prakiraan membutuhkan informasi masa lalu dalam kurun waktu tertentu, semakin lama titik pusat bergerak akan menghasilkan titik pusat bergerak yang lebih halus, secara sistematis titik pusat bergerak tersebut yaitu:

$$St+1 =$$

$St+1$ = *Forecast* untuk period ke $t+1$

= Data pada periode t

n = Jangka waktu *Moving averages*

3. Metode Penghalusan Eksponensial (*Exponential Smoothing*).

Tata cara peramalan exponential smoothing merupakan sesuatu prosedur yang mengulang perhitungan secara terus menerus dengan memakai informasi terkini. Tata cara ini terdiri atas tunggal, ganda (double), serta triple. Ialah tata cara peramalan

rata- rata bergerak dengan pembobotan dimana informasi diberi bobot oleh suatu guna eksponensial. Tata cara ini banyak digunakan dalam bisnis serta ialah bagian berarti dari system pengendalian persediaan berbasis computer. (Tim Asisten Praktikum MOL & MKf, 2016)

$$F_t = F_{t-1} + \alpha(A_{t-1} - F_{t-1})$$

F_t = nilai ramalan untuk periode waktu ke- t s

A_{t-1} = nilai ramalan untuk satu periode waktu yang lalu, $t-1$

A_{t-1} = nilai aktual untuk satu periode waktu yang lalu, $t-1$

α = konstanta pemulusan ($0 < \alpha < 1$)

4. ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*)

Metode ARIMA merupakan metode yang diterapkan untuk peramalan jangka pendek. Penggunaan metode ARIMA dalam peramalan jangka pendek sangat tepat karena metode ARIMA memiliki akurasi yang sangat akurat. Dan juga menentukan hubungan statistik yang baik antara variabel yang akan diprediksi dan nilai yang digunakan untuk peramalan. Sedangkan untuk peramalan jangka panjang, akurasi peramalan tersebut kurang baik. Biasanya nilai ramalan akan cenderung konstan untuk jangka waktu yang cukup lama. (Salwa et al., 2018)

Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) adalah model yang sepenuhnya mengabaikan variabel independen dalam membuat perkiraan. Nilai yang digunakan ARIMA untuk peramalan menggunakan nilai masa lalu dan masa kini dari variabel terikat untuk menghasilkan peramalan jangka pendek yang akurat.

Dalam membuat peramalan model ini sama sekali mengabaikan variabel independen karena model ini menggunakan nilai sekarang dan nilai-nilai lampau dari variabel dependen untuk menghasilkan peramalan jangka pendek yang akurat.

Metode ARIMA hanya dapat diterapkan untuk data runtun waktu (*time series*) yang stasioner atau telah dijadikan stasioner melalui proses *differencing*. Kelompok model *time series* linier yang termasuk dalam metode ini antara lain: *autoregressive*, *moving average*, *autoregressive-moving average*, dan *autoregressive integrated moving average*.

Jika data *time series integrated* dengan ordo 1 disebut I (1) artinya *differencing* pertama. Jika series itu melalui proses *differencing* sebanyak d kali dapat dijadikan stasioner, maka series itu dikatakan nonstasioner homogen tingkat d . (Wibowo, Mulyadi, & Abdullah, 2012)

Seringkali proses random stasioner tak dapat dengan baik dijelaskan oleh model *moving average* saja atau *autoregressive* saja, karena proses itu mengandung keduanya. Karena itu, gabungan kedua model, yang dinamakan *Autregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) model dapat lebih efektif menjelaskan proses itu. Pada model gabungan ini series stasioner adalah fungsi dari nilai lampaunya serta nilai s

Mengidentifikasi Model

Hal yang perlu diperhatikan adalah bahwa kebanyakan deret berkala bersifat nonstasioner dan bahwa aspek-aspek AR dan MA dari model ARIMA hanya berkenaan dengan deret berkala yang stasioner. Stasioneritas berarti tidak terdapat pertumbuhan atau penurunan pada data. Suatu deret waktu yang tidak stasioner harus diubah menjadi data stasioner dengan melakukan *differencing*. Yang dimaksud dengan *differencing* adalah menghitung perubahan atau selisih nilai observasi. Persamaan *differencing* sebagai berikut sekarang dan kesalahan lampaunya.

$$X'_t = X_t - BX_t$$

Keterangan :

X'_t : nilai deret berkala setelah *differencing*

X_t : nilai deret berkala pada waktu t

B : orde *differencing*

Suatu deret berskala dikatakan stasioner atau menunjukkan kesalahan acak adalah jika koefisien *autokorelasi* untuk semua lag, yaitu angka yang ditunjukkan pada setiap interval secara statistik tidak berbeda dari nol atau berbeda dari nol hanya untuk beberapa lag yang di depan. Suatu koefisien *autokorelasi* dikatakan tidak berbeda dari nol jika berada dalam interfal.

5. Autoregressive Model (AR)

Penentuan koefisien autokorelasi parsial digunakan untuk mengukur tingkat keeratan antara Y_t dan Y_{t-k} apabila pengaruh dari time lag 1,2,3,...,k. Tujuan penggunaan koefisien autokorelasi parsial dalam analisis data deret berkala adalah untuk membantu menetapkan model ARIMA yang tepat untuk peramalan, khususnya untuk menentukan ordo p dari model AR (p) yang ditunjukkan pada rumus berikut.

$$Z_t = \mu + \phi_1 + Z_{t-1} + \phi_2 + Z_{t-2} + \dots + \phi_p + Z_{t-p} - a_t$$

Dimana :

Z_t = deret waktu stasioner

μ = konstanta

Z_{t-p} = variabel bebas

θ_p = koefisien parameter *autoregressive* ke-p

a_t = sisa pada saat ke-t

6. Moving Average (MA)

Koefisien autokorelasi adalah sama dengan suatu koefisien korelasi. Perbedaannya terletak pada koefisien autokorelasi ini menggambarkan hubungan (asosiasi) antara nilai dari variable yang sama tetapi periode yang berbeda. Autokorelasi memberikan informasi yang penting tentang susunan atau struktur serta pola data. Fungsi autokorelasi berguna untuk mencari korelasi antar data & berguna untuk menentukan ordo q pada MA(q) yang ditunjukkan pada rumus berikut. (Salwa et al., 2018)

$$Z_t = \mu + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \dots - \theta_q a_{t-q}$$

Dimana :

Z_t = deret waktu stasioner

μ = konstanta

a_{t-1} = variabel bebas

θ_q = koefisien parameter *autoregressive*

a_t = sisa variabel ke-t

7. **Autoregressive Moving Average (ARMA)**

Model *Autoregressive Moving Average (ARMA)* merupakan model gabungan dari *Autoregressive (AR)* dan *Moving Average (MA)*. Dan model ini memiliki asumsi bahwa data periode sekarang dipengaruhi oleh data periode sebelumnya dan nilai sisaan dari periode sebelumnya

$$Z_t = \mu + \phi_1 Z_{t-1} + \dots + \phi_p Z_{t-p} + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \dots - \theta_q a_{t-q}$$

Dimana :

Z_t = deret waktu stasioner

μ = konstanta

Z_{t-p} = variabel bebas

θ_p = koefisien parameter *autoregressive*

Pengukuran Ketepatan Peramalan

Ketepatan akurasi hasil pengukuran dalam peramalan yang ialah sesuatu hasil kesalahan tentang besaran perbandingan antara hasil permintaan dengan permintaan yang sesungguhnya dilapangan. Sebagian opsi tata cara pendekatan sudah digunakan buat mengetahui besaran kesalahan yang mencuat dalam oleh sesuatu metode peramalan tertentu. Dimana nyaris

totalitas dari dimensi tersebut memakai sebagian guna dari nilai yang terdapat dengan nilai hasil perhitungan peramalan. Perbandingan nilai ini umumnya diucap pula bagaikan residual

Didalam mengevaluasi sesuatu hasil dari metode peramalan salah satu triknya ialah dengan memakai sesuatu dimensi yang didalmya ada data tentang nilai perbandingan diantara hasil peramalan yang sudah dilakukn dengan permintaan yang sesungguhnya terdapat dilapangan. Terdapat 4 dimensi yang bisa digunakan, Ada empat ukuran yang biasa digunakan, yaitu (Ahmad, 2020)

Kesalahan peramalan = nilai aktual – nilai peramalan

1. Rata-rata Deviasi Mutlak (*Mean Absolute Deviation* = MAD)

MAD ialah hasil dari kesalahan rata- rata yang terjalin dalam periode tertentu tanpa berfokus pada hasil peramalan yang lebih besar ataupun lebih kecil dari kondisi sesungguhnya. MAD ialah hasil dari kesalahan mutlak rata- rata yang terjalin sepanjang periode tertentu terlepas dari apakah hasil ramalan lebih besar ataupun lebih kecil dari realitas., MAD dirumuskan sebagai berikut (Astuti et al., 2019)

$$MAD = \sum \left| \frac{A_t - F_t}{n} \right|$$

2. Rata-rata Kuadrat Kesalahan (*Mean Square Error* = MSE).

MSE ialah tata cara alternatif dalam sesuatu tata cara peramalan. Pendekatan ini berarti sebab metode ini menciptakan kesalahan yang moderat lebih di gemari oleh sesuatu peramalan yang menciptakan kesalahan yang sangat besar. MSE dihitung dengan menjumlahkan kuadrat seluruh kesalahan peramalan pada tiap periode serta membaginya dengan jumlah periode peramalan. Secara matematis, MSE diformulasikan sebagai berikut.

$$MSE = \frac{(A_t - F_t)^2}{n}$$

3. Rata-rata Kesalahan Peramalan (*Mean Forecast Error* = MFE)

MFE sangat efisien untuk mengenali apakah sesuatu hasil peramalan sepanjang periode tertentu sangat besar ataupun sangat rendah. Apabila hasil peramalan tidak bias, hingga nilai MFE hendak mendekati nol. MFE dihitung dengan menjumlahkan seluruh kesalahan peramalan selama periode peramalan serta membaginya dengan jumlah periode peramalan. Secara matematis, MFE dinyatakan sebagai berikut.

$$MFE = \sum \frac{A_t - F_t}{n}$$

4. *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)*

MAPE merupakan ukuran kesalahan relative. MAPE biasanya lebih berarti dibandingkan MAD karena MAPE menyatakan persentase kesalahan hasil peramalan terhadap permintaan aktual selama periode tertentu yang akan memberikan informasi persentase kesalahan terlalu tinggi atau terlalu rendah. Secara matematis, MAPE dinyatakan sebagai berikut:

$$\text{MAPE} = \left(\frac{100}{n}\right) \sum \left| A_t - \frac{F_t}{A_t} \right|$$

Peramalan (*Forecasting*)

Peramalan tidak terlalu dibutuhkan dalam kondisi permintaan pasar yang stabil, karena perubahan permintaannya relatif kecil. Tetapi peramalan akan sangat dibutuhkan bila kondisi perminaan pasar bersifat kompleks dan dinamis.

Peramalan pada umumnya digunakan untuk memprediksi pendapatan, biaya, keuntungan, harga, perubahan teknologi dan berbagai variabel lainnya, dalam lingkungan perusahaan, peramalan kebanyakan digunakan untuk memprediksi atau mengestimasi permintaan yang akan datang.

1. Tahapan Peramalan

Tahap-tahap yang dilakukan dalam peramalan antara lain :

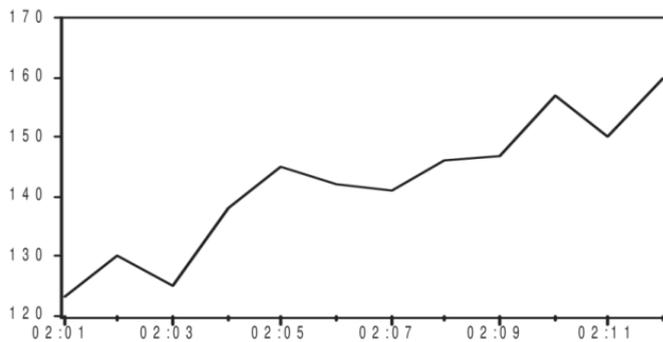
- a. Mengumpulkan data permintaan produk di masa lalu.
- b. Apabila data yang dimiliki adalah data produk *family*, maka dilakukan agregasi dengan mengkonversi dalam satu kesatuan yang dapat digunakan secara bersama-sama, misal : harga, waktu baku, dan sebagainya.
- c. Melakukan plot data dalam bentuk diagram pencar
- d. Melakukan peramalan dengan menggunakan beberapa metode sesuai pola data
- e. Menghitung kesalahan dari masing-masing metode peramalan.
- f. Memilih metode peramalan yang mempunyai kesalahan terkecil

2. Plot Data

Plot data dalam bentuk diagram pencar dilakukan untuk mengetahui pola data yang terjadi. Beberapa pola data yang mungkin terjadi antara lain :

a. Pola *Trend* (T)

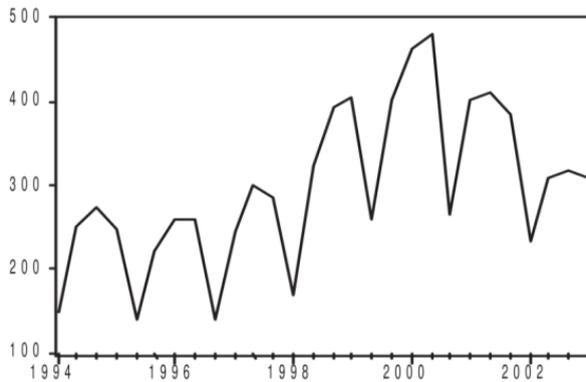
Merupakan sifat dari permintaan dimasa lalu terhadap waktu terjadinya, apakah permintaan tersebut cenderung naik, turun, atau konstan. Terjadi bilamana terdapat kenaikan atau penurunan sekuler jangka panjang dalam data.



Gambar 15 Pola Trend
Sumber : M Firdaus (2018)

b. Pola Musiman (S)

Terjadi bilamana suatu deret dipengaruhi oleh faktor musiman. Fluktuasi permintaan suatu produk dan biasanya berulang setiap tahun. Pola ini biasanya disebabkan oleh faktor cuaca, musim libur panjang, dan hari raya keagamaan yang akan berulang secara periodik setiap tahunnya.



Gambar 16 Pola Musiman
 Sumber : M Firdaus (2018)

3. Metode Peramalan

Teknik dalam peramalan dibagi menjadi dua bagian, yaitu metode kuantitatif dan metode kualitatif. Metode kuantitatif dibagi menjadi metode deret berkala (*time series*) dan metode kausal. Metode *time series* memprediksi masa yang akan datang berdasarkan data masa lalu. Tujuan peramalan deret waktu adalah untuk menentukan pola data masa lalu dan mengextrapolasi pola tersebut untuk masa yang akan datang.

a. Analisis *Time Series* dan Stasioneritas

Time series merupakan analisis identifikasi pola historis (dengan menggunakan waktu sebagai acuan), kemudian membuat peramalan dengan menggunakan perkiraan berdasarkan waktu untuk pola-pola tersebut. Sebuah model time

series mengasumsikan bahwa beberapa pola atau kombinasi pola akan berulang sepanjang waktu. Jadi, dengan mengidentifikasi dan memperkirakan itu, peramalan untuk periode-periode berikutnya dapat dikembangkan.

Sedangkan Stasioneritas berarti bahwa tidak terdapat perubahan yang drastis pada data. Fluktuasi data berada di sekitar suatu nilai rata-rata yang konstan, tidak tergantung pada waktu dan varians dari fluktuasi tersebut. Bentuk visual dari plot data *time series* sering kali cukup meyakinkan para perencana bahwa data tersebut stasioner atau nonstasioner.

b. Metode SARIMA

Metode *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)* merupakan metode ARIMA yang digunakan untuk menyelesaikan *time series* musiman. Metode ini terdiri dari dua bagian, yaitu bagian tidak musiman dan bagian musiman. Bagian tidak musiman dari metode ini adalah model ARIMA. Model ARIMA terdiri dari model *autoregressive* dan model *moving average* (M. Firdaus, 2018).

Metode SARIMA juga termasuk metode peramalan yang tidak menggunakan pengaruh antar variable seperti pada model regresi, dengan demikian metode SARIMA tidak memiliki sifat variable seperti variabel dependen ataupun variabel independen. Metode ini secara murni melakukan peramalan hanya sebesar data-data historis yang ada.

SARIMA juga sebenarnya adalah teknik untuk mencari pola yang paling cocok dari sekelompok data (*curve fitting*), dengan demikian SARIMA memanfaatkan sepenuhnya data masa lalu dan sekarang untuk melakukan peramalan jangka pendek yang akurat.

Teknik analisis data dengan metode SARIMA dilakukan karena merupakan teknik untuk mencari pola yang paling cocok dari sekelompok data (*curve fitting*), dengan demikian SARIMA memanfaatkan sepenuhnya data masa lalu dan sekarang untuk melakukan peramalan jangka pendek yang akurat. SARIMA seringkali ditulis sebagai SARIMA (p,d,q) yang memiliki arti bahwa p adalah orde koefisien autokorelasi, d adalah orde / jumlah diferensiasi yang dilakukan (hanya digunakan apabila data bersifat non- stasioner) dan q adalah orde

dalam koefisien rata-rata bergerak (*moving average*).

Proses *autoregressive integrated moving average* secara umum dituliskan dengan SARIMA(p,d,q) dimana :

p : adalah ordo/derataj *autoregressive* (AR)

d : adalah tingkat proses *differencing*

q : adalah ordo/derajat *moving average* (MA)

P : adalah ordo/derajat *autoregressive* (SAR)

D : adalah tingkat proses *seasonal differencing*

Q : adalah ordo/derajat *seasonal moving average* (SMA)

Untuk mendapatkan model tentatif ARIMA hingga, hingga mendapatkan model terbaik kita harus melakukan langkah-langkah berikut ini :

- 1) Plot data *time series*
- 2) Analisa pola ACF dan PACF
- 3) Membandingkan nilai P-Value
- 4) Membandingkan nilai *Residuals* (MSD)

4. Persediaan Pengaman (*Safety Stock*)

Persediaan pengaman merupakan suatu persediaan yang dicadangkan sebagai pengaman dari proses

produksi perusahaan. Persediaan pengaman diperlukan karena dalam kenyataannya jumlah bahan baku yang diperlukan untuk proses produksi tidak selalu tepat seperti yang di rencanakan. Perhitungan *safety stock* adalah sebagai berikut (Rizki, 2018):

$$Ss = z \sqrt{LT} \cdot \alpha$$

Dimana :

Ss = Safety stock

Z = Tingkat *service level* yang diinginkan

LT = Lead Time

α = Standar deviasi *demand*

Peramalan (*Forecasting*)

Ricky (2018) Peramalan (*Forecasting*) merupakan sebuah proses sebelum perencanaan yang bertujuan memperkirakan kondisi pasar dan permintaan konsumen (bisa konsumen akhir maupun perusahaan yang dipasok bahan mentahnya) di masa mendatang.

Peramalan ini penting karena keadaan lingkungan dan keinginan konsumen berubah cepat, sehingga organisasi dihadapkan pada kondisi yang semakin kompleks untuk mengambil keputusan terkait tingkat produksi. Sedangkan menurut Sofjan Assauri (2016) menyatakan

bahwa prakiraan ramalan adalah kegiatan memprediksi nilai masa depan, dengan dasar pengetahuan atau nilai masa lalu yang dipersiapkan. Prakiraan ramalan mencakup penggunaan data historis, dengan memproyeksikannya untuk masa depan yang menggunakan jenis model matematis.

Ada 2 (dua) teknik untuk menghitung deret berkala pada penelitian ini yang terdiri dari: metode rata-rata bergerak (*Moving Average*), dan penghalusan eksponensial (*Exponential Smoothing*).

1. Metode rata-rata bergerak (*Moving Average*) Rata-rata bergerak mengembangkan suatu model berdasarkan hasil perhitungan rata-rata dari sebagian besar penelitian dengan menggunakan persamaan:

$$F_t = (A_{t-1} + A_{t-2} + A_{t-3} + \dots) / n$$

(2.5)

Penjelasan:

F_t : Periode yang akan dicari nilai ramalannya

n : Jumlah periode yang digunakan untuk menghitung pramalan

$A_{t-1} \dots$: Data aktual periode

2. Metode Penghalusan Eksponensial (*Exponential Smoothing*) Peramalan Penghalusan Eksponensial (*Exponential Smoothing*) merupakan salah satu

kategori metode *time series* yang menggunakan pembobotan data masa lalu untuk melakukan peramalan. Besarnya bobot berubah menurun secara eksponensial bergantung pada data histori. Berdasarkan bobot yang digunakan, metode eksponensial terbagi menjadi tiga jenis yaitu: Metode *Single Exponential Smoothing*, *Double Exponential Smoothing* dan *Triple Exponential Smoothing*.

$$F_t = F_{t-1} + \alpha (A_{t-1} - F_{t-1})$$

(2.6)

Penjelasan:

- F_t : Hasil peramalan untuk periode
- F_{t-1} : Data peramalan periode sebelumnya
- A_t : Data actual periode sebelumnya
- α : Konstanta yang memiliki nilai (0-1)

Beberapa ukuran digunakan dalam praktiknya untuk menghitung keseluruhan dalam kesalahan peramalan. Ukuran-ukuran ini dapat digunakan untuk membandingkan model peramalan yang berbeda, sejalan dengan untuk memonitor peramalan untuk memastikan bahwa mereka berfungsi dengan baik. Tiga ukuran yang paling terkenal adalah deviasi rata-rata yang absolut (*mean absolute deviation—MAD*), kesalahan rata-rata-rata yang dikuadratkan (*mean squared error—MSE*), dan

kesalahan persentase rata-rata yang absolut (*mean absolute percent error—MAPE*). Tetapi disini akan ditambahkan kesalahan ratarata (*mean error—ME*) sebagai acuan pertama mencari nilai error.

Metode Peramalan

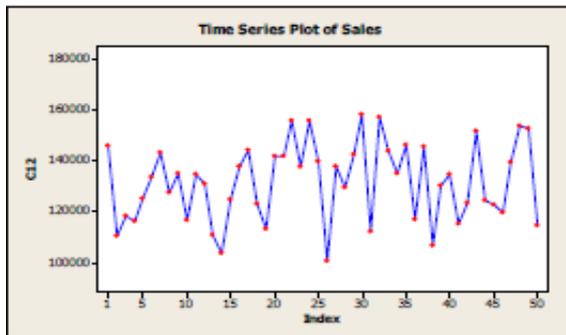
Metode peramalan dikelompokkan dalam dua bagian mencakup metode kualitatif dan metode kuantitatif. Yang termasuk metode kualitatif, yakni: metode eksploratif dan normatif sedangkan metode kuantitatif meliputi metode kausal dan metode *time series* (deret waktu). Dalam metode deret waktu (*time series*) dimana memperkirakan masa mendatang berdasar pada data masa lampau. Peramalan deret waktu bertujuan guna menentukan pola data masa lampau serta mengekstrapolasi data tersebut untuk masa mendatang (Paduloh, Djatna, Muslich, et al., 2020; Paduloh & Ustari, 2022; Rosihan et al., 2021).

Tahapan vital dalam menentukan metode *time series* (deret waktu) yakni dengan menentukan pola masa lampau untuk dapat menentukan pola deret waktu yang sesuai. Adapun empat jenis pola data tersebut, yakni:

1. Pola Horizontal

Pola data horizontal terjadi ketika observasi berfluktuasi di sekitar nilai yang *mean* atau konstan yang membentuk garis horizontal. Data tersebut dapat dikatakan sebagai data stasioner. Contohnya

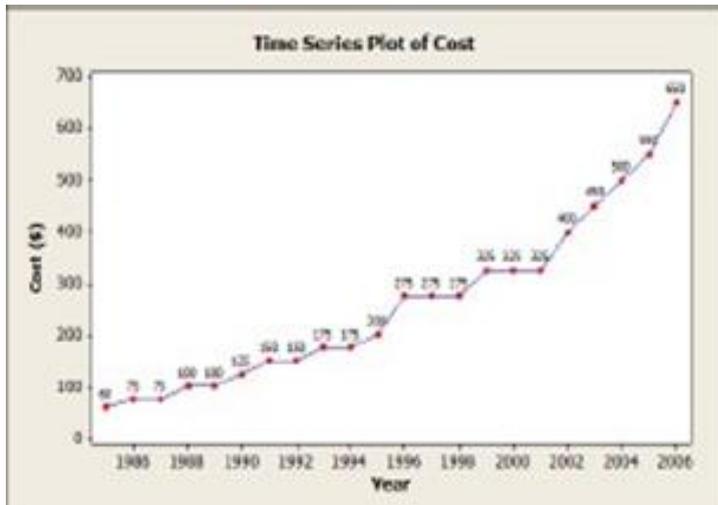
adalah dalam produk yang selama satu waktu penjualannya tidak menurun atau meningkat. Pola horizontal ini diperlukan untuk menentukan persediaan pengaman untuk mengantisipasi kekurangan permintaan Berikut adalah bentuk pola dari data horizontal:



Gambar 17 Pola Horizontal
Sumber: (Firdaus, 2018)

2. Pola *Trend*

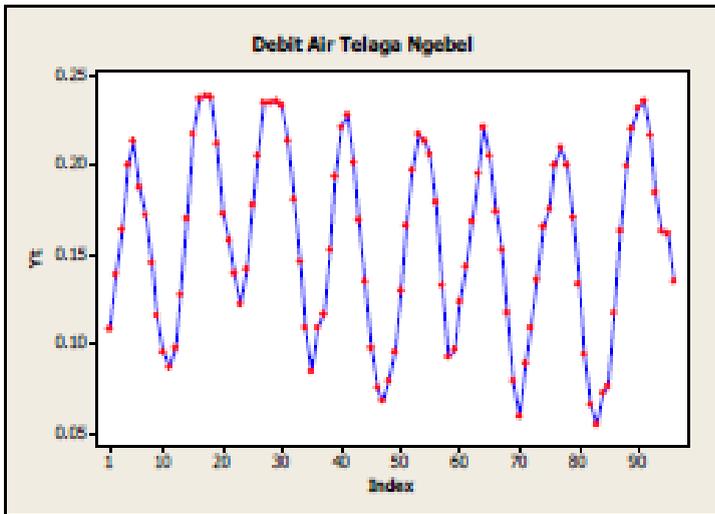
Pola data *trend* terjadi saat data pengamatan turun atau naik dalam suatu waktu. Contohnya adalah data penjualan suatu produk yang terus menurun atau meningkat dalam suatu waktu. Berikut bentuk pola data *trend*:



Gambar 18 Pola Trend
 Sumber: (Firdaus, 2018)

3. Pola Musiman

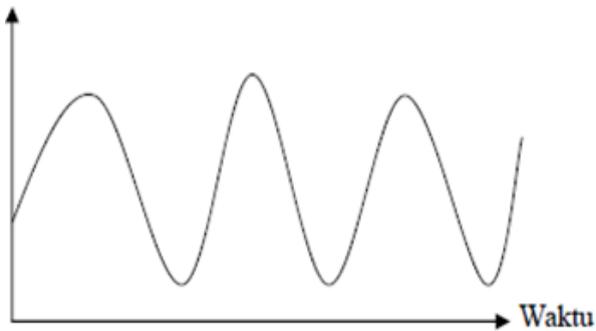
Pola musiman terjadi ketika data dipengaruhi faktor musiman. Data akan berulang di waktu yang dapat ditentukan selama suatu waktu. Contohnya data penjualan suatu produk yang berulang kenaikan ataupun penurunannya di beberapa bulan. Pola data seperti ini cocok digunakan dalam peramalan jangka pendek. Pola ini umumnya dikarenakan faktor cuaca, hari raya keagamaan, musim libur panjang yang setiap tahunnya berulang secara periodik. Berikut bentuk pola data musiman:



Gambar 19 Pola Musiman
 Sumber: (Firdaus, 2018)

4. Pola Siklis

Terjadinya pola siklis yakni saat deret data dipengaruhi fluktuasi ekonomi jangka panjang misalnya yang berkaitan dengan siklus bisnis. Pola siklus seperti ini sangat berguna dalam peramalan jangka menengah. Berikut bentuk pola data siklis:



Gambar 20 Pola Siklis
 Sumber: (Firdaus, 2018)

Metode Peramalan *Time Series*

Metode *time series* yakni sekumpulan nilai-nilai variabel yang disusun berdasar pada waktu. Metode ini berasumsi bahwa pola historis diidentifikasi atau tren permintaan dari waktu ke waktu akan berulang. Metode ini menggunakan data histori untuk memprediksi hasil dimasa yang akan datang.

Metode ARIMA

Metode ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*) dapat dikatakan sebagai metode *time series* musiman. Metode ini dimanfaatkan untuk peramalan jangka pendek karena penggunaan metode ARIMA mempunyaiketepatan yang sangat akurat. Penggunaan metode ARIMA berdasar pada asumsi bahwa data deret waktu yang dipakai harus stasioner dimana maknanya bahwa rata-rata variasi dari data yang dimaksud bersifat konstan. Akan tetapi terdapat hal-hal yang terjadi pada saat data tidak stasione. Upaya yang bisa dilakukan guna mengatasi data yang tidak stasioner yakni dengan roses *differencing*.

Metode ARIMA yakni kombinasi dari model AR (*Autoregressive*) dimana model ini digunakan untuk mengetahui pergerakan suatu variabel dengan residualnya di masa lalu dengan melihat pergerakan variabel lewat variabel itu sendiri serta *moving average*

(MA) yakni model untuk mengetahui pergerakan suatu variabel dengan residualnya di masa lampau.

Metode ARIMA disimbolkan dengan (p,d,q) dimana p yaitu orde koefisien autokorelasi/*autoregressive* (AR), d yaitu jumlah/orde pembeda atau diferensiasi yang dilakukan (sebatas dipakai jika datanya bersifat non-stasioner) serta q yaitu orde dalam koefisien *moving average* (rata-rata bergerak).

Dalam metode ARIMA terdapat proses *autoregressive integrated moving average* dimana umumnya dituliskan sebagai berikut:

q : ordo/derajat *moving average* (MA).

d : tingkat proses *differencing*.

p : ordo/derajat *autoregressive* (AR).

Berikut ialah langkah-langkah penerapan menggunakan metode ARIMA hingga mendapatkan metode terbaik yaitu:

1. Identifikasi plot data *time series*

Dalam plot data *time series* digunakan guna mengetahui pola data, apakah data berpola stasioner, tren, musiman maupun siklus. Apabila diperoleh data yang tidak stasioner, data tidak dapat langsung digunakan tetapi harus distasionerkan terlebih dahulu untuk mendapatkan model ARIMA

terbaik, yaitu dengan cara menggunakan metode *differencing*.

2. Estimasi Parameter

Dalam tahap estimasi parameter ini bertujuan untuk mengetahui nilai-nilai model dengan mengidentifikasi pola ACF dan PACF.

Korelasi yang disusun dalam plot setiap lag antar deret pengamatan suatu deret waktu disebut dengan *Auto correlation Function* (ACF), ACF digunakan sebagai alat untuk mendeteksi kestasioneran data. Sedangkan *Partial Auto correlation Function* (PACF), dimanfaatkan guna mengukur keeratan antar pengamatan deret waktu. Pola PACF dan ACF bermanfaat guna menentukan model sementara atau model awal.

3. Verifikasi Parameter

Pada tahap verifikasi parameter dilakukan pada saat model ARIMA sudah ditemukan, tahap ini bertujuan untuk menguji kelayakan model ARIMA terhadap data yang akan digunakan dalam peramalan. Dimana pada tahap ini dilakukan perbandingan nilai *P-Value* dengan syarat $P\text{-Value} < 0.05$.

4. Membandingkan nilai *Residuals* (MSD)

Dalam membandingkan nilai *residuals* dilakukan berdasarkan beberapa model yang telah dilakukan.

Dimana nilai *residuals* yang terbaik dipilih berdasarkan nilai *residuals* yang terkecil.

Pengujian *Error*

Faktanya, tidak ada prediksi yang memiliki tingkat akurasi 0%, karena setiap prediksi pasti terdapat error. Oleh karena itu, untuk melihat prediksi dengan tingkat akurasi yang tinggi maka perlu dilakukan perhitungan tingkat kesalahan dalam suatu prediksi. Semakin kecil error rate yang dihasilkan, semakin baik prediksinya. Keakuratan suatu ramalan berbeda-beda untuk setiap ramalan dan perkiraan berbagai faktor. Dengan tingkat kesalahan kurang dari 5%, artinya peramalan sudah memiliki tingkat akurasi lebih dari 95% dan hasilnya dapat dikatakan akurat. (Sinaga & Irawati, 2018)

***Tools* Statistik**

Statistik adalah alat yang digunakan oleh pemrosesan data numerik. Pendekatan statistik yang sering digunakan metode statistik yaitu metode mengumpulkan, mengolah, menyajikan, menganalisis, dan menginterpretasikan data statistik. Pengetahuan yang berkaitan dengan data, pengolahan data, analisis dan pengambilan berdasarkan data dan analisis adalah arti lain dari statistik. Berikut ini adalah perangkat lunak statistik.

1. SPSS

Pemrosesan data hari ini menjadi lebih mudah dengan perangkat lunak. Sama halnya dengan menganalisis data, baik data kualitatif maupun kuantitatif. Salah satu software yang dapat digunakan untuk mengolah data dan menganalisis data adalah SPSS. SPSS adalah perangkat lunak pengolah data statistik yang paling populer dan paling umum digunakan di dunia. SPSS digunakan dalam berbagai penelitian dan peningkatan kualitas, serta penelitian ilmiah. SPSS digunakan sebagai alat untuk mengolah data (Zein et al., 2019)

2. Minitab

MINITAB merupakan *software* yang didesain untuk melakukan pengolahan statistika. Minitab mengkombinasikan kemudahan penggunaan layaknya Microsoft excel dengan kemampuannya melakukan analisis statistik yang kompleks. MINITAB merupakan software statistik untuk membantu menganalisa data statistik dasar maupun berkelanjutan. Program ini memiliki kemampuan yang kuat dan mudah digunakan menjadikannya ideal sebagai alat pengajaran. Sebagai buktinya MINITAB telah digunakan di lebih dari 4000 perguruan tinggi, universitas dan sekolah menengah di seluruh dunia. Dikembangkan lebih dari 30 tahun

yang lalu dari professor ke psrofesor, MINITAB telah menjadi standar untuk pembelajaran statistik. Dan karena MINITAB adalah paket terdepan yang digunakan untuk meningkatkan proses dan kualitas dalam perusahaan,keuntungan bagi murid yang mendalami MINITAB yaitu memiliki kemampuan menggunakan alat yang digunakan dalam dunia bisnis yang sebenarnya.

RStudio Software

1. Sejarah R

R adalah bahasa pemrograman yang pertama kali dikembangkan oleh Robert Gentlement dan Ross Ihaka di University of Auckland New Zealand untuk komputasi statistik. Sebelumnya ada S yang dikembangkan oleh John Chambers dan rekan-rekannya dari *Bell Laboratories* yang juga memiliki fungsi yang sama dengan R untuk komputasi statistik. Namun yang membedakan antara keduanya adalah R merupakan sistem komputasi yang bersifat gratisi sedangkan S berbayar.

R juga merupakan aplikasi sistem komputasi statistik yang sangat kaya. Dikarenakan penggunaannya yang gratis sehingga banyak sekali paket yang dikembangkan oleh pengembang, pengguna dan komunitas dari R sendiri untuk keperluan analisis

statistik diantaranya yaitu *linear regression*, *clustering*, *statistical test*, dll. Selain itu R sendiri bisa menambahkan paket lain yang dapat meningkatkan fitur-nya. Hingga saat ini bahasa pemrograman R sudah banyak digunakan oleh beberapa perusahaan besar dan juga pengguna lainnya untuk keperluan analisa data R dapat dioperasikan diberbagai sistem operasi pada komputer. Diantaranya sistem operasi yang didukung oleh R adalah: UNIX, Linux, Windows, dan MacOS. (Muhammad Rosidi, 2019)

2. Fitur dan Karakteristik R

Menurut Rosidi (2019), karakteristik yang dimiliki oleh R berbeda dengan beberapa bahasa pemrograman lain-nya, diantaranya C++,python, dll. Hal itu dikarenakan R mempunyai sintaks/aturan yang berbeda dengan bahasa pemrograman lainnya sehingga membuat R mempunyai ciri khasnya tersendiri dibanding bahasa pemrograman yang lainnya.

Beberapa ciri dan fitur pada R antara lain:

- a. Bahasa R bersifat case sensitif. maksudnya adalah pengguna harus memperhatikan huruf besar dan kecilnya saat proses input R. Seperti contoh kita ingin melihat apa objek A dan B pada sintaks berikut:

```
A <- "Andi"
B <- "andi"

# cek kedua objek A dan B
A == B

## [1] FALSE

# Kesimpulan : Kedua objek berbeda
```

Gambar 21 Contoh bahasa R

- b. Semua yang ada didalam program R makan akan dianggap sebagai objek. Konsep objeknya sama seperti bahasa pemrograman berbasis objek yang lain seperti java, C++, python, dll. Yang membedakan adalah program R relatif lebih sederhana apabila dibandingkan dengan bahasa pemrograman berbasis objek lainnya.
- c. *Interpreted language* atau *script*. Bahasa R memudahkan penggunaanya untuk melakukan pekerjaan pada R tanpa harus kompilasi kode program menjadi bahasa mesin.
- d. Mendukung proses *loop*, *decision making*, serta menyediakan berbagai macam jenis operator (logika, aritmatika, algoritma, dll).
- e. Mendukung export dan import data untuk berbagai format file, diantaranya :XLS, TXT, CSV, dll.

- f. Mudah untuk ditingkatkan melalui penambahan library atau fungsi. Penambahan paket-paket dapat dilakukan via online melalui CRAN atau melalui sumber-sumber lainnya seperti: github, dll.
- g. Memfasilitasi berbagai macam fungsi untuk keperluan dari visualisasi data. Visualisasi data didalam R dapat menggunakan paket bawaan atau paket lainnya diantaranya: ggplot,ggvis, dll.

3. Kelebihan dan Kekurangan R

Kelebihan yang dapat ditawarkan oleh bahasa pemrograman R menurut Rosidi (2019) adalah:

- a. **Protability.** Tidak adanya lisensi pada penggunaan *software* sehingga dapat digunakan kapanpun.
- b. **Multiplatform.** R bersifat *multiplatform operating systems*, atau pemrograman R lebih kompatibel jika dibandingkan dengan *software* statistika lainnya. Hal ini dikarenakan kemudahan dalam penyesuaian apabila pengguna harus berpindah sistem operasi karena R dapat menyesuaikan pada sistem operasi seperti linux akan sama pengoperasiannya dengan yang ada di windows (paket yang digunakan sama).

- c. **General dan Cutting-edge.** Berbagai jenis metode statistik baik metode *classic* maupun baru telah diprogram ke dalam R. Sehingga pemrograman R dapat digunakan untuk analisis statistik dengan metode klasik maupun metode modern.
- d. **Programmable.** Pengguna dapat memprogram metode baru atau mengembangkan paket dari analisis statistik yang telah ada pada sistem R.
- e. **Berbasis analisis matriks.** Program R sangat baik digunakan untuk programming berbasis matriks.
- f. Fasilitas grafik lengkap

Kekurangan pemrograman R menurut Rosidi (2019) adalah:

- a. **Point and Click GUI.** Interaksi utama dengan R bersifat CLI (*command line interface*), meskipun sekarang sudah dikembangkan-paket-paket yang memungkinkan pengguna berinteraksi dengan R menggunakan GUI (*graphical user interface*) akan tetapi paket pada R-Commander memiliki fungsi yang terbatas. R-Commander merupakan GUI (*graphical user interface*) yang dibuat dengan tujuan untuk keperluan pembelajaran sehingga analisis statistik yang disediakan adalah yang model klasik. Meskipun terbatas paket ini juga berguna jika kita

membutuhkan analisis statistik sederhana menggunakan cara yang simpel.

- b. ***Missing statistical function***. Walaupun paket-paket dalam R sudah lumayan lengkap, akan tetapi tidak semua metode statistik telah diimplementasikan ke dalam R. tetapi karena R merupakan *lingua franca* untuk keperluan komputasi statistika modern saat ini, bisa dibilang ketersediaan fungsi-fungsi tambahan dalam bentuk paket hanya tinggal menunggu waktu saja.

4. Rstudio

Software R dasarnya berbasis *command line* atau teks, jadi pengguna harus mengetik untuk perintah-perintah tertentu dan harus hafal perintah-perintahnya. Jadi jika kita ingin menganalisa sebuah data menggunakan *software* R, maka pengguna harus selalu mengetahui perintah apa saja yang hendak akan digunakan dan dapat dikatakan *manual book* menjadi sesuatu yang wajib dimiliki saat akan menggunakan R.

R-studio adalah salah satu bentuk *frontend* R yang sangat populer dan nyaman digunakan. Selain itu, R-studio akan memudahkan pengguna melakukan penulisan laporan dengan menggunakan *Rmarkdown*

atau *Rnotebook* serta juga membuat berbagai jenis pekerjaan seperti shyni, dll. Didalam R-studio juga memungkinkan pengguna untuk mengatur *working directory* tanpa harus menetik sintaks/aturan pada commander, yang diperlukan hanyalah memilih di menu yang sudah tersedia pada R-studio. Pengguna juga dapat meng-import file yang berisikan data tanpa harus menetikkan pada commander dengan cara memilih pada menu *environment*. (Rosidi, 2019)

Rstudio memiliki banyak sekali library yang dapat digunakan untuk membuat dan menentukan *forecasting*, sehingga pengguna dapat menganalisa data untuk *forecasting* dengan banyak sekali metode dan juga algoritma yang tersedia di Rstudio. Selain itu, Rstudio memiliki kemampuan yang baik untuk menganalisa data dalam jumlah yang sangat besar, kemampuan ini lah yang membuat banyak sekali perusahaan besar beralih melakukan kegiatan analisis datanya menggunakan Rstudio.

BAB 9

RANTAI PASOK BERKELANJUTAN

Rantai Pasok

Menurut (Chopra & Meindl, 2007) rantai pasok merupakan keterpaduan dari koordinasi, perencanaan dan kendali dari proses dan aktivitas dalam rantai pasok untuk memenuhi kebutuhan konsumen dengan biaya yang paling efisien. Dalam (Pridaswara, 2009) manajemen rantai pasok merupakan *alternative strategy* yang dapat memberikan solusi dalam menghadapi adanya ketidakpastian lingkungan dalam rantai pasok untuk mencapai keunggulan yang kompetitif melalui adanya efisiensi biaya operasional dan adanya perbaikan terhadap pelayanan pelanggan serta kepuasan pelanggan. Rantai pasok menawarkan suatu mekanisme dalam mengatur proses bisnis, meningkatkan produktivitas, dan mengurangi biaya operasional perusahaan.

Rantai pasok tidak hanya terdiri dari produsen dan pemasok dan berhubungan dengan aliran logistic, distribusi, penyimpanan, pengecer dan konsumen. Pengelolaan *Manajemen Rantai Pasok* (SCM) merupakan satu jaringan yang saling terhubung, yang berintegrasi satu sama lain meliputi sistem manajemen, sistem

penyaluran produk, system informasi, sistem pelayanan dan system aliran dana dari pemasok ke pengguna akhir. Konsep SCM bertujuan untuk meningkatkan daya saing tidak semata-mata dilakukan melalui perbaikan produktivitas dan mutu produk, melainkan melalui pengemasan (*packaging*), pemberian merk (*branding*), efisiensi, informasi, transportasi, penguatan kelembagaan dan penciptaan inovasi atau perubahan secara berkelanjutan dan sistematis.

Berdasarkan hasil penelitian (Hidayat, 2012) yang dilaksanakan di Jambi dan Medan didapatkan gambaran umum kegiatan usaha rantai pasok minyak sawit seperti pada Gambar 2.1 Dari gambar tersebut dapat dilihat terdapat lima macam bentuk kepemilikan kebun pada sisi hulu, pabrik pengolahan minyak sawit dan pabrik pengolahan minyak goreng, dan distributor/*retailer* yang mengirimkan produk akhir kepada para konsumen akhir. Terdapat tiga macam komoditas utama dari kelapa sawit, yaitu tandan buah segar (TBS), *crude palm oil* (minyak sawit), dan minyak goreng.

Pada kepemilikan kebun besar nasional maupun swasta memiliki rantai pasok yang sama, dimana TBS dari kebun langsung dijual ke pabrik minyak kelapa sawit. Sedangkan pada kepemilikan kebun rakyat swadaya sebelum masuk ke pabrik minyak kelapa sawit, TBS dijual terlebih dahulu pada pengepul atau koperasi karyawan.

Pada perkebunan rakyat plasma baik perkebunan inti rakyat transmigran (PIR Trans) atau Plasma Kredit Koperasi Primer Anggota (KKPA) TBS terlebih dahulu TBS dijual pada kelompok tani kemudian koperasi unit desa dan selanjutnya dijual kepada pabrik minyak kelapa sawit. Dengan demikian, rantai pasok pada perkebunan rakyat lebih panjang dibandingkan dengan rantai pasok perkebunan besar baik negara maupun swasta.

Rantai Pasok Kelapa Sawit Berkelanjutan

Manajemen rantai pasok berkelanjutan dipandang sebagai suatu integrasi aspek ekonomi, aspek sosial dan aspek lingkungan dengan tujuan untuk meningkatkan kinerja ekonomi jangka panjang dari perusahaan individu dan rantai untuk pembangunan berkelanjutan.

Rantai pasok kelapa sawit berkelanjutan secara ekonomi berarti sistem usaha tani kelapa sawit yang menguntungkan bagi petani dan menghasilkan produk yang mampu bersaing dalam pasar global. Dasar untuk menciptakan industri seperti ini adalah model pertanian dengan produktivitas tinggi, mata rantai perdagangan yang efisien, sistem pengawasan mutu yang memadai, pemanfaatan peluang nilai tambah serta kemampuan pelaku industri untuk meminimalkan risiko, baik risiko fluktuasi harga maupun risiko terhadap produksi. Untuk mendukung dimensi ekonomi, diharapkan sistem

budidaya kelapa sawit tetap menguntungkan bagi petani. Pendapatan yang diperoleh petani dapat digunakan untuk diversifikasi usaha, bukan untuk keperluan konsumtif semata, tapi untuk menanggulangi gangguan internal dan eksternal, seperti fluktuasi dalam harga komoditas.

Berkelanjutan secara lingkungan berarti kelapa sawit dihasilkan oleh petani, diolah menjadi minyak kelapa sawit (CPO) dengan cara yang tidak merusak (dan seimbang dengan) lingkungan alam sehingga perlu perhatian khusus terhadap penggantian areal hutan menjadi kebun kelapa sawit, dampak terhadap perubahan iklim, keanekaragaman pohon pelindung di dalam kebun, penggunaan kimia pertanian yang berlebihan dan konservasi sumber daya tanah dan air.

Berkelanjutan secara sosial berarti meningkatnya tingkat kesejahteraan bagi semua masyarakat yang terlibat dalam industri kelapa sawit. Kesejahteraan ini dapat dinilai dari akses keluarga petani sawit terhadap fasilitas kesehatan dan peluang pendidikan, kondisi infrastruktur lain di daerah perkebunan dan kesadaran yang cukup terhadap aspek keselamatan dan kesehatan petani.

Pengertian Model

Model merupakan representasi dari sebuah benda, objek, atau ide – ide dalam bentuk sederhana. Didalam model berisi informasi – informasi suatu sistem yang bertujuan

untuk dapat mempelajari sistem yang sebenarnya. Model dapat pula berupa tiruan suatu benda, sistem atau kejadian yang sesungguhnya yang berisi informasi – informasi yang penting untuk di kaji.

Didalam pemodelan, model di rancang sebagai upaya penggambaran dari operasi sistem nyata yang ideal yang bertujuan untuk menjelaskan interaksi atau hubungan – hubungan penting dalam sistem tersebut. Model dapat dikelompokkan menjadi :

1. Model Ikonik (model fisik)

Model ikonik merupakan perwakilan dalam bentuk ideal atau dalam skala yang berbeda. Model ini mempunyai karakteristik yang sama dengan hal yang diwakili, dapat digunakan untuk menerangkan suatu kejadian pada waktu yang spesifik. Model ikonik berdimensi dua atau tiga dimensi. Jika model berdimensi lebih dari tiga dimensi maka tidak dapat dimodelkan dengan menggunakan model ikonik.

2. Model Analog (diagramatik model)

Model ini dapat digunakan untuk memodelkan suatu sistem yang dinamik, yaitu suatu sistem yang dapat berubah sesuai waktu. Model analog terdapat banyak kesesuaian terhadap penjabaran hubungan kuantitatif antara kelompok yang berbeda dan sifat. Dengan mengubah sifat menjadi analognya, maka

kemampuan untuk membuat perubahan dapat ditingkatkan.

3. Model Simbolik (matematik model)

Model simbolik biasa digunakan sebagai perwakilan dari kenyataan yang sedang dikaji. Format yang biasa digunakan dalam model simbolik adalah angka, simbol dan persamaan. Persamaan (*equation*) merupakan model simbolik yang umum dipakai.

Pengertian Sistem

Sistem adalah kumpulan komponen yang saling berhubungan dan bekerja sama satu sama lain secara harmonis untuk mencapai sasaran tertentu. Terdapat dua pengertian sistem berdasarkan kelompok pendekatannya yaitu yang menekankan pada prosedur dan yang menekankan terhadap komponen.

Pengertian sistem yang menekankan pada prosedur adalah suatu jaringan kerja dari suatu prosedur-prosedur yang saling terkait berhubungan, berkumpul bersama untuk melakukan suatu kegiatan atau untuk mencapai penyelesaian dari suatu sasaran atau kegiatan tertentu. Sedangkan pengertian sistem dengan pendekatan yang menekankan terhadap komponen adalah kumpulan dari beberapa elemen-elemen yang berinteraksi untuk mencapai suatu sasaran tertentu.

Pendekatan sistem merupakan cara penyelesaian persoalan yangawali dengan melakukan identifikasi terhadap adanya kebutuhan-kebutuhan sehingga dapat menghasilkan suatu operasi dari sistem yang dianggap efektif. Terdapat dua hal didalam pendekatan sistem yaitu mencari semua faktor-faktor yang penting dalam mendapatkasn solusi yang terbaik dalam menyelesaikan masalah dan membuat unsur model kuantitatif untuk membantu keputusan secara rasional. Terdapat delapan unsur agar pendekatan sistem dapat bekerja sempurna meliputi :

1. Metodologi untuk perencanaan dan pengelolaan.
2. Suatu tim yang multidisipliner
3. Pengorganisasian
4. Disiplin untuk bidanng non kuantitatif
5. Teknik pemodelan matematik
6. Teknik simulasi
7. Teknik optimasi
8. Aplikasi komputer

Dari delapan unsur tersebut metodologi perencanaan, pengelolaan dan pengendalian sistem. Pada proses tersebut terdapat beberapa tahap yang harus dilalui yaitu melakukan identifikasi kebutuhan, membuat formulasi dari masalah yang ada, sintesa dari alternatif pemecahan

masalah, kelayakan dari alternatif, pemilihan metode alternatif yang ada, rancangan yang optimal, dan operasionalisasi sistem

Dalam melakukan pendekatan sistem diperlukan suatu tim yang terdiri dari berbagai disiplin ilmu, yang terdiri dari berbagai pakar dan praktisi dari berbagai fungsi. Tim yang telah dibentuk akan bersama – sama melakukan pelaksanaan pendekatan sistem untuk memecahkan perihal yang dihadapi. Dengan adanya berbagai disiplin ilmu atau keahlian yang berbeda fungsi didalam tim, agar tim dapat bekerja secara sempurna dibutuhkan adanya komunikasi interpersonal dan pengorganisasian. Pengorganisasian yang baik dapat menyebabkan aktivitas didalam tim tersebut berjalan efektif, terutama dalam pengalokasian sumber daya manusia dan potensi fisik selama proses perencanaan suatu operasi sistem.

Teknik pemodelan matematik merupakan unsur penting lainnya dalam pendekatan sistem. Teknik pemodelan matematik digunakan sebagai model abstrak yang representatif bagi sistem, terutama dalam mempelajari perilaku sistem apakah *steady state*, *closed system* atau *open state* dan menunjang rasionalisasi keputusan yang berhubungan dengan perihal yang dihadapi. Selain hal – hal yang nyata yang dapat dikuantitatifkan, dalam melakukan pendekatan sistem juga harus memperhatikan adanya pemikiran yang bersifat non-

kuantitatif dimana tidak dapat digantikan dengan abstraksi dari realita.

Teknik simulasi digunakan bila para pakar atau ahli sistem memiliki program komputer atau model fungsi lainnya dimana dapat menyusun suatu rancangan strategi untuk melaksanakan manajemen. Teknik optimasi merupakan pengkajian dimana diinginkan suatu batas kritis (maksimum atau minimum) dari suatu sistem yang sedang berjalan, karena suatu sistem tidak lepas dari pengaruh-pengaruh dari kondisi lingkungan dimana sistem itu berada baik pengaruh fisik maupun sosial.

Kelembagaan Petani

Dalam mewujudkan rantai pasok kelapa sawit berkelanjutan tidak lepas dari peranan para pelaku yang terlibat di dalam rantai pasok ini. Oleh karena itu, diharapkan agar para pelaku yang terlibat agar memiliki kemampuan untuk berdaya saing dan berkelanjutan sehingga para petani dapat meningkatkan posisi tawarnya melalui peningkatan kapasitas dan kemampuan melalui pembinaan kelembagaan petani.

Menurut (Widayana et al., 2019) suatu kelembagaan dibentuk untuk memenuhi berbagai kebutuhan manusia, oleh sebab itu lembaga memiliki fungsi. Lembaga adalah keterpaduan konsep dengan struktur, tidak hanya melibatkan di dalamnya pola aktivitas dari sisi sosial yang

bertujuan untuk memenuhi kebutuhan manusia, tetapi juga melibatkan pola organisasi dalam pelaksanaannya. Didalam suatu kelembagaan terdapat unsur penting antara lain :

1. Institusi merupakan landasan untuk membangun tingkah laku sosial masyarakat.
2. Norma tingkah laku yang telah mengakar dalam masyarakat, secara luas diterima oleh masyarakat untuk melayani tujuan bersama yang mengandung nilai tertentu dan menghasilkan sebuah interaksi antar manusia yang terstruktur.
3. Peraturan dan penegakan aturan dan hukum.

Kelembagaan Petani dibutuhkan sebagai perlindungan dan pemberdayaan petani sehingga secara tidak langsung dapat meningkatkan kesejahteraan para petani. Dengan adanya kelembagaan petani, para petani dapat berkumpul untuk menumbuh kembangkan kelembagaannya menjadi Kelembagaan Ekonomi Petani (KEP) yang produktif, memiliki daya saing tinggi, penerapan tata kelola usaha yang baik, dan berkelanjutan. Menurut Peraturan Menteri Pertanian Republik Indonesia no. 67/PERMENTAN/SM.050/12/2016 pengertian dari :

1. Kelembagaan Petani merupakan lembaga yang ditumbuhkembangkan dari, oleh, dan untuk petani guna memperkuat dan memperjuangkan kepentingan

petani, mencakup Kelompok Tani, Gabungan Kelompok Tani, Asosiasi Komoditas Pertanian, dan Dewan Komoditas Pertanian Nasional.

2. Kelompok Tani (Poktan) adalah kumpulan petani/peternak/pekebun yang dibentuk oleh para petani atas dasar kesamaan kepentingan, kesamaan kondisi lingkungan sosial, ekonomi, dan sumberdaya, kesamaan komoditas, dan keakraban untuk meningkatkan dan mengembangkan usaha anggota.
3. Gabungan Kelompok Tani (Gapoktan) adalah kumpulan beberapa Kelompok Tani yang bergabung dan bekerjasama untuk meningkatkan skala ekonomi dan efisiensi usaha.
4. Asosiasi Komoditas Pertanian adalah kumpulan dari petani, Kelompok Tani, dan/atau Gabungan Kelompok Tani yang mengusahakan komoditas sejenis untuk memperjuangkan kepentingan petani.
5. Kelembagaan Ekonomi Petani adalah lembaga yang melaksanakan kegiatan usahatani yang dibentuk oleh, dari, dan untuk petani, guna meningkatkan produktivitas dan efisiensi usahatani, baik yang berbadan hukum maupun yang belum berbadan hukum.

Kelembagaan petani baik dalam bentuk koperasi, poktan ataupun gapoktan merupakan bagian didalam pembangunan pertanian mempunyai bagian dan fungsi penting dalam menggerakkan pembangunan pertanian di pedesaan. Kelembagaan petani inilah yang merupakan pelaku utama pembangunan pertanian di pedesaan. Dengan adanya keberadaan kelembagaan petani ini dapat berperan seperti sebagai penyediaan bahan usaha tani (misalnya pupuk dan obat - obatan), penyediaan modal (misalnya simpan pinjam), penyediaan informasi (penyuluhan atau pembinaan melalui kelompok tani), serta pemasaran hasil rani yang dilakukan secara kolektif. Dengan adanya kelembagaan petani, para petani tidak perlu menjual hasil taninya ke pengepul, mereka dapat menjual hasil produksinya kepada kelembagaan petani, sehingga meminimalkan penyimpangan harga TBS yang dilakukan oleh para pengepul.

Analytical Hierarchy Process

Analytical Hierarchy Process (AHP) adalah teknik yang biasa digunakan dalam suatu pengambilan keputusan. Thomas L. Saaty mengenalkan metode AHP pada periode tahun 1971-1975. AHP memiliki kemampuan dapat menyelesaikan permasalahan yang kompleks menjadi suatu hierarki. Maksud dari masalah yang kompleks adalah suatu masalah yang memiliki banyak kriteria (multikriteria), struktur permasalahan yang belum jelas,

adanya ketidakpastian dari pengambil keputusan, personel pengambil keputusan lebih dari satu orang, serta adanya data yang tidak akurat. AHP mempunyai landasan aksiomatik yang terdiri dari :

1. **Reciprocal Comparison**, artinya personel yang berperan dalam mengambil keputusan harus mampu melakukan perbandingan dan menyatakan preferensinya. Preferensi yang dinyatakan dikatakan memenuhi syarat resiprocal jika X lebih disukai dari Y dengan skala 3, maka Y lebih disukai dari X dengan skala $1/3$.
2. **Homogeneity**, artinya preferensi seorang pengambil keputusan terhadap elemen-elemen harus dapat diperbandingkan satu sama lain. Jika persyaratan ini tidak dapat terpenuhi maka elemen- elemen yang sedang diperbandingkan tidak homogen dan harus dibentuk kelompok (*cluster*) baru.
3. **Independence**, Preferensi dinyatakan dengan melakukan asumsi bahwa kriteria yang diperbandingkan tidak terpengaruhi oleh alternatif-alternatif yang ada di dalamnya melainkan dipengaruhi oleh objektif secara menyeluruh. Hal ini berarti bahwa pola atau arah pengaruh atau ketergantungan pada model AHP ini adalah dari bawah ke atas, atau dengan kata lain perbandingan yang dilakukan antar elemen- elemen pada level atas

mempengaruhi atau memberikan ketergantungan terhadap elemen- elemen level dibawahnya.

4. **Expectations**, Dalam pengambilan keputusan, struktur hirarki yang telah dibuat harus diasumsikan lengkap. Apabila asumsi yang dibuat tidak lengkap maka personel pengambil keputusan tidak menggunakan seluruh obyektif dan atau kriteria yang ada sehingga keputusan yang diambil oleh pengambil keputusan dapat dianggap tidak lengkap.

Terdapat beberapa prinsip dalam penyelesaian permasalahan dengan metode AHP yang harus dipahami, yaitu penyusunan hirarki, penilaian tingkat hirarki, penetapan prioritas, dan konsistensi logis.

1. Penyusunan Hirarki (*Decomposition*)

Penyusunan hirarki dilakukan dengan cara mendefinisikan permasalahan yang tengah diamati, diawali dari adanya permasalahan yang kompleks yang kemudian diuraikan menjadi elemen-elemen pokoknya, dan elemen - elemen pokok ini diuraikan kembali ke dalam bagian - bagiannya lagi, dan seterusnya secara hirarkis.

2. Penilaian Setiap Tingkat Hirarki (*Comparative Judgment*)

Penilaian setiap tingkat hirarki dinilai melalui perbandingan berpasangan. Penetapan skala 1-9 digunakan sebagai pertimbangan dalam melakukan

perbandingan pasangan elemen pada setiap tingkat hirarki terhadap suatu elemen yang berada di tingkat atasnya. Skala 1 - 9 ini digunakan untuk menggambarkan derajat sampai mana pengambil keputusan dapat membedakan intensitas tata hubungan antar elemen.

AHP dapat diterapkan pada bidang kegiatan yang sangat beragam termasuk perencanaan, pemilihan alternatif, alokasi sumberdaya, penyelesaian konflik, optimasi. Keunggulan dalam menggunakan AHP yaitu memudahkan para pengambil keputusan dalam memperoleh gambaran proses pengambilan keputusan secara grafis. Dengan menggunakan AHP, proses keputusan yang kompleks diuraikan menjadi keputusan-keputusan yang lebih kecil sehingga dapat ditangani dengan mudah.

Skala perbandingan Saaty terhadap nilai dan definisi pendapat kualitatif para pakar sebagai pengambil keputusan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Nilai Kualitatif dari Skala Perbandingan

Nilai	Keterangan
1	Faktor Vertikal sama penting dengan Faktor Horizontal
3	Faktor Vertikal sedikit lebih penting dari Faktor Horizontal
5	Faktor Vertikal jelas lebih penting dari Faktor Horizontal
7	Faktor Vertikal sangat jelas lebih penting dari Faktor Horizontal
9	Faktor Vertikal mutlak lebih penting dari Faktor Horizontal
2, 4, 6, 8	Apabila ragu - ragu antara dua nilai elemen yang berdekatan
1/(2-9)	Kebalikan dari keterangan nilai 2-9

Sumber: Mulyono (2017)

3. Penentuan Prioritas (*Synthesis of Priority*)

Untuk setiap tingkat hirarki, perbandingan berpasangan (pairwise comparisons) perlu dilakukan untuk didapat eigenvectornya untuk menentukan prioritas (local priority). Sepasang elemen diperbandingkan berdasarkan suatu kriteria tertentu dan menimbang intensitas preferensi antar elemen. Dari hubungan antar masing-masing elemen dari setiap tingkatan hirarkis ditetapkan dengan melakukan perbandingan elemen itu dalam pasangan. Hubungannya menggambarkan pengaruh relatif elemen pada tingkat hirarki terhadap setiap elemen pada tingkat yang lebih tinggi.

4. *Logical Consistency*

Mulyono (2017) konsistensi memiliki dua makna, yaitu objek – objek yang serupa dapat dikelompokkan sesuai dengan relevansi dan keseragaman. Arti kedua berkaitan dengan tingkat hubungan antara objek – objek yang didasarkan pada kriteria tertentu. Jika A adalah sebuah matriks perbandingan berpasangan yang konsisten maka semua nilai eigen memiliki nilai nol kecuali yang bernilai sama dengan n . Tetapi bila A adalah matriks yang tidak konsisten, variasi kecil atas akan membuat nilai eigen menjadi besar selalu lebih besar atau sama dengan n yaitu $\geq n$. Adanya perbedaan diantara matriks A dengan nilai n dapat

digunakan oleh peneliti untuk menghitung seberapa besar ketidak konsistenan yang ada dalam A.

Tahapan – tahapan dalam melakukan pengambilan keputusan dengan menggunakan metode AHP secara lebih rinci adalah sebagai berikut :

1. Melakukan pendefinisian masalah serta melakukan penentuan solusi yang diinginkan.

Tahap pertama ini bertujuan untuk mendefinisikan masalah yang akan dipecahkan secara detail, jelas, rinci dan mudah dipahami. Dari masalah yang ada akan dapat menentukan solusi yang mungkin sesuai bagi masalah yang sedang di hadapi.

2. Membuat struktur hirarki yang diawali dengan tujuan utama sebagai level teratas, dilanjutkan dengan kriteria-kriteria yang sesuai untuk dipertimbangkan dan menilai beberapa alternatif pilihan yang akan di rangking. Tiap kriteria memiliki intensitas yang berbeda-beda. Jika diperlukan dapat dilanjutkan dengan pembentukan subkriteria dalam suatu hierarki
3. Menilai bobot kriteria yang ada pada hirarki tersebut dengan cara membuat matriks perbandingan berpasangan antar elemen pada level di atasnya. Perbandingan dilakukan oleh pembuat keputusan berdasarkan pilihan terhadap skala yang telah dibuat

dengan membandingkan antar tingkat kepentingan suatu elemen terhadap elemen lainnya.

4. Mendefinisikan perbandingan berpasangan dengan menentukan prioritas. Setelah hirarki dibuat, bobot relatif satu sama lain dari setiap elemen yang terdapat dalam hirarki harus diketahui. Hal ini bertujuan untuk dapat mengetahui seberapa tingkat kepentingan dari pihak-pihak yang berkepentingan dalam permasalahan atau pihak-pihak yang menjadi pengambil keputusan terhadap kriteria dan struktur hirarki atau sistem secara keseluruhan. Dalam menentukan prioritas kriteria yang harus pertama kali adalah membuat tabel perbandingan berpasangan, yaitu dengan melakukan perbandingan secara berpasangan seluruh kriteria untuk setiap sub sistem hirarki. Kemudian, perbandingan tersebut diubah kedalam bentuk metriks perbandingan berpasangan untuk selanjutnya digunakan dalam analisis numerik. Nilai numerik yang dipakai untuk menilai seluruh perbandingan menggunakan skala 9 satuan seperti yang dilihat pada Tabel 2.1 sebelumnya.

Dari hasil pembobotan kriteria yang telah dilakukan sebelumnya akan didapat sebuah metriks yang besarnya $n \times n$, dimana diketahui n merupakan

jumlah banyaknya kriteria. Matriks $n \times n$ yang dihasilkan adalah sebagai berikut :

$$K = [k_{11} \ k_{12} \ k_{13} \ k_{21} \ k_{22} \ k_{23} \ k_{31} \ k_{32} \ k_{33}]$$

Dimana :

k_{11} = Nilai dari kriteria 1 dibandingkan dengan kriteria 1

k_{12} = Nilai dari kriteria 1 dibandingkan dengan kriteria 2

k_{ij} = Nilai dari kriteria ke i dibandingkan kriteria ke j

Untuk setiap kriteria ke i dan j , berlaku $k_{ii} = 1$, dan $k_{ij} = k_{ji}^{-1}$

5. Menormalkan data yaitu dilakukan dengan cara membagi nilai dari setiap elemen didalam metriks yang berpasangan dengan jumlah nilai total dari setiap kolom. Normalisasi yang dilakukan adalah dengan membagi elemen metriks dengan jumlah nilai total seluruh elemen yang ada. Matriks yang dihasilkan adalah sebagai berikut:

$$N = \left[n1 = \frac{s1}{\sum_{i=1}^n si} \quad n2 = \frac{s2}{\sum_{i=1}^n si} \quad n3 = \frac{s3}{\sum_{i=1}^n si} \right] \quad (2.2)$$

6. Lakukan langkah 3, 4, dan 5 untuk seluruh tingkat hirarkis yang sudah dibuat.
7. Tentukan nilai *eigen vector* dari setiap matriks perbandingan berpasangan. Bobot setiap elemen adalah nilai *eigen vector* yang didapat. Langkah ini untuk mensintesa pilihan dalam penentuan prioritas

elemen pada tingkat hirarki terendah sampai pencapaian tujuan.

8. Menguji konsistensi hirarki. Rasio konsistensi dapat dilihat dengan indek konsistensi. Konsistensi yang ingin dicapai adalah yang mendekati sempurna agar menghasilkan keputusan yang mendekati valid. Salah satu yang membedakan model AHP dengan model-model lainnya dalam pengambilan keputusan adalah tidak adanya konsistensi mutlak. Dalam pengambilan keputusan dengan model AHP penilaian terhadap elemen menggunakan persepsi pakar sebagai inputnya maka kemungkinan terjadinya ketidakkonsistenan dapat terjadi karena keterbatasan yang dimiliki manusia dalam menyatakan pandangannya secara konsisten terutama jika kriteria yang dibandingkan dalam jumlah banyak. Parameter yang digunakan untuk mengetahui kekonsistenan perbandingan berpasangan yang telah dilakukan adalah menggunakan parameter *Consistency ratio*. Pengukuran konsistensi dari suatu matriks didasarkan atas *eigen value maksimum*, dimana nilai index konsistensi dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$CI = \frac{\text{maks}-n}{n-1} \quad (2.3)$$

Dimana :

CI = rasio penyimpangan (deviasi) konsistensi
(*Consistency Index*)

n = Orde Matriks (banyaknya alternatif)

τ_{\max} = Nilai eigen terbesar dari matriks berordo n

Jika matriks perbandingan berpasangan dikatakan konsisten jika nilai *consistency ratio* (CR) lebih kecil atau sama dengan 10%. CR dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

Tabel *Random Index* (RI) dapat dilihat pada Tabel 6 :

Tabel 6 *Random Index* (RI)

n	1,2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56	1,57	1,59

Interpretive Structural Modelling (ISM)

Interpretive Structural Modelling (ISM) adalah sebuah teknik permodelan yang dikembangkan untuk perencanaan kebijakan strategis. Metode ISM sudah digunakan secara luas, khususnya untuk menganalisa struktural elemen - elemen berdasarkan hubungan kontekstualnya (Widayanto, 2013). ISM memiliki keterkaitan dengan interpretasi terhadap suatu objek yang utuh atau perwakilan system melalui aplikasi teori grafis secara sistematis dan interatif. Dalam melakukan

pengembangan beberapa tipe dari struktur, termasuk diantaranya struktur pengaruh (misalnya: pengabaian atau dukungan), struktur *priority* (misalnya: “sebaiknya dipelajari sebelumnya” atau “lebih penting dari”), dan kategori ide (misalnya: “termasuk dalam kategori yang sama dengan”) model ISM dapat digunakan (Paduloh, Zulkarnaen, et al., 2020).

Menurut (Pridaswara, 2009) *Interpretive Structural Modeling* digunakan untuk mengubah permasalahan yang kompleks atau rumit dengan melibatkan beberapa ide-ide yang dipasangkan sehingga membentuk sebuah susunan model hubungan yang dapat dipahami. Model tersebut selanjutnya digunakan untuk membangun ide-ide dan solusi terhadap permasalahan yang sedang dihadapi. Model dapat pula digunakan dalam merencanakan proyek dan berhubungan dengan area khusus dari sebuah masalah. *Interpretive Structural Modeling* dapat digunakan dalam melakukan interaksi, mempelajari dan menganalisa suatu masalah. *Interpretive Structural Modeling* merupakan sebuah inklusif alat (*tool*), dimana dalam *Interpretive Structural Modeling* tidak dilakukan penolakan atau eliminasi terhadap sebuah ide tetapi ide tersebut dibuat hubungan dan dianalisa. Hal ini menjadi keuntungan tersendiri, dimana ide dan penyelesaian dipahami dan dianalisa secara bersamaan.

Interpretive Structural Modeling melakukan pengorganisasian beberapa bagian dari permasalahan yang rumit, lalu menjadikannya sebuah model sebagai pengambilan keputusan dan melakukan penyederhanaan perencanaan dalam mencari solusi terhadap suatu permasalahan. Langkah perumusan kebijakan memerlukan penentuan hubungan kontekstual yang kemudian dikonversi menjadi suatu hubungan matematik (Rm) di antara alternatif implikasi kebijakan yang ada. Hubungan antar elemen tersebut dinyatakan dalam perkalian Cartesian. Matriks tersebut harus memenuhi sifat *reflexive* dan *transitive* (Widayanto, 2013). Berdasarkan hubungan kontekstual tersebut, maka disusun *Structural Self Interaction Matrix* (SSIM). Menurut (Widayanto, 2013), langkah-langkah permodelan dengan menggunakan ISM mencakup:

1. Identifikasi elemen: Elemen sistem diidentifikasi dan didaftar. Melalui penelitian atau diskusi curah pendapat maka identifikasi elemen dapat diperoleh.
2. Hubungan kontekstual: Sebuah hubungan kontekstual antar elemen dibangun berdasarkan pada tujuan dari permodelan.
3. Matriks interaksi tunggal terstruktur (*Structural Self Interaction Matrix* SSIM). Matriks ini mewakili elemen persepsi responden terhadap hubungan elemen yang dituju. Empat simbol yang digunakan dalam mewakili

tipe hubungan yang terdapat antar dua elemen dari sistem yang dikaji adalah:

V = hubungan antar elemen E_i terhadap E_j , dan tidak sebaliknya

A = hubungan antar elemen E_j terhadap E_i , dan tidak sebaliknya

X = hubungan interrelasi antara E_i dan E_j , dan dapat sebaliknya

O = menunjukkan bahwa E_i dan E_j tidak saling berkaitan

4. Matriks *Reachability* (*Reachability Matrix*--RM): RM merupakan tahap dimana pada tahap ini dilakukan konversi dari symbol SSIM menjadi metrics biner. Konversi SSIM menjadi RM menggunakan aturan-aturan berikut,
 - a. Jika hubungan antar elemen E_i terhadap E_j adalah V dalam SSIM maka RM elemen E_{ij} adalah 1 dan RM elemen E_{ji} adalah 0.
 - b. Jika hubungan antar elemen E_i terhadap E_j adalah A dalam SSIM maka RM elemen E_{ij} adalah 0 dan E_{ji} adalah 1.
 - c. Jika hubungan antar elemen E_i terhadap E_j adalah X dalam SSIM maka RM elemen E_{ij} adalah 1 dan E_{ji} adalah 1.

- d. Jika hubungan antar E_i terhadap E_j adalah 0 dalam SSIM maka RM elemen E_{ij} adalah 0 dan RM E_{ji} adalah 0.

RM awal dimodifikasi untuk menunjukkan seluruh *direct* dan *indirect reachability*, yaitu jika E_{ij} adalah 1 dan E_{jk} adalah 1 maka E_{ik} sama dengan 1.

5. Tingkat partisipasi dilakukan untuk mengklasifikasi elemen-elemen dalam level-level yang berbeda dari struktur ISM. Untuk tujuan ini, dua perangkat diasosiasikan dengan tiap elemen E_i dari sistem: *Reachability set* (R_i) merupakan sebuah set dari seluruh elemen yang dapat dicapai dari elemen E_i , sedangkan *Antecedent Set* (A_i) merupakan sebuah set dari seluruh elemen dimana elemen E_i dapat dicapai.

Pada iterasi pertama seluruh elemen, dimana jika $R_i = R_i \cap A_i$ adalah elemen-elemen level 1. Pada iterasi - iterasi selanjutnya elemen - elemen diidentifikasi seperti elemen - elemen level dalam iterasi - iterasi sebelumnya dihilangkan, dan elemen - elemen baru diseleksi untuk level - level berikutnya dengan menggunakan aturan yang sama dan begitu seterusnya. Selanjutnya, seluruh elemen - elemen sistem yang telah teridentifikasi dikelompokkan ke dalam beberapa level - level yang berbeda.

6. Matriks Canonncial: Pengelompokan elemen-elemen dalam level yang sama mengembangkan matriks ini. Matriks resultan memiliki sebagian besar dari elemen-elemen triangular yang lebih tinggi adalah 0 dan terendah 1. Metriks ini akan digunakan untuk dalam mempersiapkan atau membuat digraph.
7. Digraph adalah konsep yang berasal dari *Directional Graph*, dimana elemen – elemen yang saling berhubungan digambarkan dengan sebuah grafik level hirarki. Basis matriks canonical merupakan bentuk awal digraph.. Basis matriks canonical yang merupakan digraph awal tersebut selanjutnya dipotong dengan cara memindahkan semua komponen yang transitif sehingga membentuk digraph akhir.
8. *Interpretative Structural Model*: ISM dibangkitkan dengan memindahkan seluruh jumlah elemen dengan deskripsi elemen aktual. Oleh sebab itu ISM memberikan gambaran yang sangat jelas dari elemen-elemen sistem dan alur hubungannya.

Selanjutnya, (Widayanto, 2013) menyatakan bahwa program dalam analisis penggunaan ISM dibagi menjadi sembilan elemen utama:

1. Sektor masyarakat yang terpengaruh
2. Kebutuhan dari program

3. Kendala utama program
4. Perubahan yang diinginkan
5. Tujuan dari program
6. Tolok ukur untuk menilai setiap tujuan
7. Aktivitas yang dibutuhkan guna perencanaan tindakan
8. Ukuran aktivitas untuk mengevaluasi hasil yang dicapai setiap aktivitas
9. Lembaga yang terlibat dalam pelaksanaan program.

Untuk setiap elemen dari program yang dikaji, selanjutnya dijabarkan menjadi sejumlah sub-elemen. Kemudian ditetapkan hubungan kontekstual antara sub-elemen yang mengandung adanya suatu pengarahan pada perbandingan berpasangan. Hubungan kontekstual pada teknik ISM selalu dinyatakan dalam terminologi subordinat yang menuju pada perbandingan berpasangan antar sub-elemen yang mengandung suatu arahan pada hubungan tersebut. Menurut (Widayanto, 2013) hubungan kontekstual dapat bersifat kualitatif atau kuantitatif. Keterkaitan antar sub-elemen dapat meliputi berbagai jenis hubungan seperti disajikan pada Tabel 2.3. Berdasarkan hubungan kontekstual tersebut, maka disusun *Structural Self Interaction Matrix* dengan menggunakan simbol:

V jika eij adalah 1 dan eji adalah 0

A jika eij adalah 0 dan eji adalah 1

X jika eij adalah 1 dan eji adalah 1

O jika eij adalah 0 dan eji adalah 0

Jika nilai eij adalah 1 berarti terdapat hubungan kontekstual antara elemen ke-i dan elemen ke-j, sedangkan jika eij adalah 0 berarti tidak ada hubungan kontekstual antara elemen ke-i dan elemen ke-j. Hasil penilaian ini kemudian dilanjutkan dengan membuat tabel *Reachability Matrix* (RM). Matriks RM selanjutnya dilakukan koreksi hingga menjadi metriks tertutup yang memenuhi kaidah transitivitas.

Tabel 7 Hubungan Konstektual antar Sub Elemen pada Teknik ISM

No.	Jenis Hubungan	Interpretasi
1.	Pembandingan (<i>comparative</i>)	A lebih penting/besar/indah dari B A 20% lebih berat dari B
2.	Pernyataan (<i>definitive</i>)	A adalah atribut B A termasuk di dalam B A mengartikan B
3.	Pengaruh (<i>influence</i>)	A menyebabkan B A adalah sebagian penyebab B A mengembangkan B A menggerakkan B A meningkatkan B
4.	Keruangan (<i>spatial</i>)	A adalah selatan/utara B A diatas B A sebelah kiri B
5.	Kewaktuan (<i>temporal/time scale</i>)	A mendahului B A mengikuti B A mempunyai prioritas lebih dari B

Sumber: Widayanto (2013)

Matriks RM yang telah memenuhi kaidah transitivitas selanjutnya diolah untuk mendapatkan nilai *Driver-Power* (DP) dan nilai *Dependence* (D) untuk menentukan klasifikasi sub elemennya. (Widayanto, 2013) menjelaskan bahwa dalam mengetahui peran masing-masing sub elemen, sub elemen – sub elemen tersebut dikelompokkan menjadi 4 sektor yaitu:

Sektor 1:

Weak driver-weak dependent variables (Autonomous), sub elemen yang berada pada sektor ini umumnya tidak berkaitan dengan sistem, mungkin mempunyai hubungan yang sedikit walaupun hubungan tersebut bisa saja kuat.

Sektor 2:

Weak driver-strongly dependent variables (Dependent), sub elemen yang berada pada sektor ini umumnya sub elemen yang tidak bebas atau dipengaruhi oleh sub elemen lain.

Sektor 3:

Strong driver-strongly dependent variables (Linkage), sub elemen yang berada pada sektor ini perlu dikaji dengan hati - hati sebab hubungan antar sub elemen tidak stabil. Setiap tindakan pada sub elemen tersebut akan memberikan dampak terhadap peubah lain dan umpan balik pengaruhnya dapat memperbesar dampak.

Sektor 4:

Strong driver-weak dependent variables (Independent), sub elemen yang berada pada sektor ini umumnya merupakan sub elemen bebas yang memiliki kekuatan penggerak yang besar terhadap sub elemen lain dalam sistem.

BAB 10

REVERSE RANTAI PASOK

(Gupta, 2012) mendefinisikan *reverse logistics* sebagai proses perencanaan, pengimplementasian, dan pengendalian secara efisien atas aliran bahan baku, barang dalam proses, barang jadi, dan informasi yang terkait, mulai dari titik konsumsi ke titik asal dengan tujuan untuk menciptakan nilai atau pembuangan produk/barang secara tepat dengan biaya yang efektif. *Reverse* logistik mengacu pada semua prosedur terkait untuk pengembalian produk, perbaikan, pemeliharaan, daur ulang, dan pembongkaran untuk produk dan bahan. Bisa dikatakan bahwa *reverse* logistik adalah pengembalian barang dari konsumen kepada distributor untuk memanfaatkan kembali kegunaan suatu barang atau juga bisa karena barang tersebut rusak/tidak sesuai permintaan atau juga karena proses pembuangan barang tersebut.

Dalam aktualnya implementasi *Reverse* Logistik digunakan untuk mengurangi, menggunakan kembali, dan mendaur ulang limbah dari distribusi dan berbagai proses yang dapat dihitung dan tidak dapat dihitung nilainya yang dapat memperbaiki citra perusahaan

(Paduloh et al., n.d.; Paduloh, Djatna, Muslich, et al., 2020).

Kasus Pengembalian pelanggan (*Customer Returns*) dalam sistem jual beli liberal yaitu pelanggan dapat mengembalikan produk yang telah dibeli dalam jangka waktu tertentu dengan alasan ketidakpuasan atau menemukan produk yang lebih baik dengan harga yang lebih murah. Dalam kasus pengembalian produk setelah produk yang dikembalikan diterima, perusahaan harus memutuskan strategi disposisi yang tepat yang harus dilakukan terhadap produk tersebut. Keputusan disposisi ini akan sangat tergantung pada kondisi produk (Paduloh & Djatna, 2021).

Repair/Service Returns merupakan sebuah kondisi dimana suatu produk dapat dikembalikan kepada penjual atau perusahaan ketika produk tersebut tidak dapat bekerja sesuai dengan fungsinya dengan baik. Jika produk dapat diperbaiki dengan benar maka produk dapat dikembalikan kepada pelanggan, akan tetapi jika produk tidak dapat diperbaiki maka perlakukan EOL (*End of Life*) akan diberlakukan untuk produk tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, F. (2020). PENENTUAN METODE PERAMALAN PADA PRODUKSI PART NEW GRANADA BOWL ST Di PT. X Determine the actual and actual production plan is the main thing for the organization to avoid large losses in calculating the amount of production, PT. This research is to det. 7(1), 31–39.
- Andarani, P. (2015). Pengaruh Customer Knowledge, Faktor Organisasi Dan Infrastruktur Knowledge Management Terhadap Implementasi Customer Relation Management. I-STATEMENT STIMIK ESQ.
- Assauri, S. (2016). Manajemen Operasi Produksi. PT. Raja Grafindo Persada.
- Astuti, Y., Novianti, B., Hidayat, T., & Maulina, D. (2019). Penerapan metode single moving average untuk peramalan penjualan mainan anak. 4(July).
- Bawersox, D. J. (2002). Integrasi Sitem-sistem Manajemen Distribusi Fisik dan Manajemen Material. In Manajemen Logistik (3rd ed.). PT. Bumi Aksara.
- Carissa, A. (2014). PENERAPAN CUSTOMER RELATIONSHIP MANAGEMENT (CRM) SEBAGAI UPAYA UNTUK MENINGKATKAN LOYALITAS PELANGGAN (Studi Kasus pada Bandung Sport Distro Malang). Jurnal Administrasi Bisnis S1 Universitas Brawijaya.
- Chopra, S.; Meindl, P. (2016). Supply chain management: strategy, planning, and operation - third edition (sixth). <https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>
- Chopra, S., & Meindl, P. (2007). Supply Chain Management Strategy, Planning, and Operation.
- Cooper, M. C., Lambert, D. M., & Pagh, J. D. (1997). Supply Chain Management: More Than a New Name for Logistics. In The International Journal of Logistics Management (Vol. 8, Issue 1, pp. 1–14). <https://doi.org/10.1108/09574099710805556>

- Devarajan, D., & Jayamohan, M.. (2016). Stock control in a chemical firm: combined FSN and XYZ analysis. *Journal Procedia Technology*, 562–567.
- Douissa, M., & Jabeur, K. (2016). A New Model for Multi-criteria ABC inventory Classification PROAFTN Method. *Journal Procedia Computer Science.*, 96, 550–559.
- Dukkanci, O., Bektaş, T., & Kara, B. Y. (2019). Green Network Design Problems. In *Sustainable Transportation and Smart Logistics*. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-814242-4.00007-7>
- Dunn, J. C. (1973). A fuzzy relative of the ISODATA process and its use in detecting compact well-separated clusters. *Journal of Cybernetics*, 3(3), 32–57. <https://doi.org/10.1080/01969727308546046>
- Firdaus, M. (2018). *Aplikasi Ekonometrika Untuk Data Panel dan Time Series*. IPB Pers.
- Gupta, S. M. (2012). *Reverse Supply Chains Issue and Analysis (20121105th ed.)*. CRC Press Taylor & Francis Group. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1097/PRS.0b013e3182729ec2>
- Hardiani, T., Sulisty, S., & Hartanto, R. (2015). Segmentasi Nasabah Tabungan Menggunakan Model RFM (Recency, Frequency, Monetary) dan K-Means Pada Lembaga Keuangan Mikro. *Seminar Nasional Teknologi Informasi Dan Komunikasi Terapan (SEMANTIK)*.
- Heizer, J., & Render, B. (2015). *Manajemen Operasi: Manajemen Keberlangsungan Dan Rantai Pasokan*. Salemba Empat.
- Heizer, J., Render, B., & Munson, C. (2015). *Principles of Operations Management*. Salemba Empat.
- Heizer, J., Render, B., & Munson, C. (2017). *Principle of Operations Management Sustainability and Supply Chain Management*. In PEARSON (Tenth).

- Hidayat, S. (2012). Model Penyeimbangan Nilai Tambah Berdasarkan Tingkat Risiko pada Rantai Pasok Minyak Sawit. In Disertasi. Institut Pertanian Bogor.
- Ikfan, N., & Masudin, I. (2013). Penentuan Rute Transportasi Terpendek untuk Meminimalkan Biaya Menggunakan Metode Saving Matriks. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 12(1), 165–178.
- Kotler, P., Keller, K., & keller Kotler, Philip, K. L. (2012). *Marketing Management 13th edition*. Ebook of Marketing Management 13th Edition.
- Kushartini, D., & Almahdy, I. (2016). Sistem Persediaan Bahan Baku Produk Dispersant Di Industri Kimia. *Jurnal PASTI*, 10(2), 217–234.
- Maulidya, A. (2019). Perancangan Perencanaan dan Pengelolaan Rantai Pasok Produksi Pakan Ternak Unggas di PT Charoen Pokphand Indonesia (Tbk) Sidoarjo, Jawa Timur. *Jurnal Sains Dan Seni Its*, 8(2).
- Muhammad, B., & Rahmi, M. (2017). Penentuan Rute Transportasi Distribusi Sirup Untuk Meminimalkan Biaya. *Malikussaleh Industrial Engineering Journal*, 6(1), 10–15.
- Nugraha, E. Y., & Sulatera, I. W. (2017). Analisis Metode Peramalan Permintaan Terbaik Produk Oxycan pada PT. Samator Gresik. 8–9.
- Paduloh, Djatna, T., Sukardi, & Muslich. (2020a). Dynamic supplier selection strategy towards negotiation process in beef industry using K-means clustering. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 443(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/443/1/012003>
- Paduloh, P. (2020). Designing Model for Truck Assignment Problem in Beef Delivery Using DBSCAN Algorithm. *Journal of Engineering and Scientific Research*, 1(2), 65. <https://doi.org/10.23960/jesr.v1i2.26>

- Paduloh, P., & Djatna, T. (2021). Proposed Reversed Supply Chain as Problem Solver for Case of Returned Beef Products During the Covid- 19 Pandemic. 203, 169–173.
- Paduloh, P., Djatna, T., Muslich, M., & Sukardi, S. (2020). Impact Of Reverse Supply Chain On Bullwhip Effects In Beef Supply. *Ijscm*, 9(5), 184–194. <http://excelingtech.co.uk/>
- Paduloh, P., Djatna, T., Sukardi, S., & Muslich, M. (n.d.). UNCERTAINTY MODELS IN REVERSE SUPPLY CHAIN: A REVIEW. 7399.
- Paduloh, P., Djatna, T., Sukardi, S., & Muslich, M. (2020b). Dynamic supplier selection strategy towards negotiation process in beef industry using K-means clustering. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.*, 443(012003). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/443/1/012003>
- Paduloh, P., & Hardi Purba, H. (2020). Analysis of Productivity Based on Kpi Case Study Automotive Paint Industry. *Journal of Engineering and Management in Industrial System*, 8(1), 1–12. <https://doi.org/10.21776/ub.jemis.2020.008.01.1>
- Paduloh, P., Mitta, D. K., Ilahy, R., Paduloh, P., Mitta, D. K., Rosihan, R. I., Mulya, M., & Bekasi, K. (2020). Analysis of Reverse Supply Chain Performance with The Supply Chain Operation Reference Method in Beef Industry. 30(3), 329–337. <https://doi.org/10.24961/j.tek.ind.pert.2020.30.3.290>
- Paduloh, P., & Ustari, A. (2022). Analysis and Comparing Forecasting Result Using Time Series Method to Predict Sales Demand on Covid -19 Pandemic Era. 10(May), 36–48. <https://doi.org/10.21776/ub.jemis.2022.010.01.4>
- Paduloh, P., Zulkarnaen, I., & Yunita, I. (2020). Sustainability Analysis of Palm Oil as Implications for Price Decreasing of FFB Sei Kepayang Region. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*, 9(3S), 78–82. <https://doi.org/10.35940/ijitee.c1017.0193s20>

- Payne, A., & Frow, P. (2013). for Customer Framework Relationship Management. *Journal of Marketing*.
- Prasetyo, E. (2014). DATA MINING Mengolah Data Menjadi Informasi Menggunakan Matlab. In penerbit andi. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Pridaswara, S. (2009). Model Kerangka Kerja Supply Chain dengan Menggunakan Metode Interpretive Structural Modelling (ISM).
- Pujawan, I. N. (2016). Supply Chain Management. In Guna Widya.
- Pujawan, I. N., & Mahendrawati, E. (2017). Supply Chain Management; Edisi Ketiga. Andi.
- Rosihan, R. I., Paduloh, P., & Sulaeman, D. (2021). Implementation Of Collaborative Planning, Forecasting, And Replenishment (CPFR) To Reduce Bullwhip Effect In PT. XYZ. *Prosiding SNAST*, 1–8.
- Rumiarti, C. D., & Budi, I. (2017). SEGMENTASI PELANGGAN PADA CUSTOMER RELATIONSHIP MANAGEMENT DI PERUSAHAAN RITEL: STUDI KASUS PT GRAMEDIA ASRI MEDIA. *Jurnal Sistem Informasi*.
- Saaty, T. L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *Int. J. Services Sciences*, 1(1), 83–98. <https://doi.org/10.1108/JMTM-03-2014-0020>
- Salwa, N., Tatsara, N., Amalia, R., & Zohra, A. F. (2018). Peramalan Harga Bitcoin Menggunakan Metode ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average). 1(1), 21–31.
- Sarkis, J., Dou, Y., Sarkis, J., & Dou, Y. (2018). Green Logistics and Transportation. In *Green Supply Chain Management*. <https://doi.org/10.4324/9781315233000-5>
- Shofiana, D. E., & Sari, D. N. (2018, September). Analisis Pengendalian Bahan Baku Jasa Maklon Dengan Menggunakan Metode Eoq (Economic Order Quality) Berbasis Big Data Logistik Guna Meminimalisir Biaya Produksi Pada Pt Barata Indonesia (Persero). *Majalah Ilmiah Bijak*, 15(2), 138–162. <https://doi.org/10.31334/bijak.v15i2.202>

- Sinaga, H. D. E., & Irawati, N. (2018). PERBANDINGAN DOUBLE MOVING AVERAGE DENGAN DOUBLE EXPONENTIAL SMOOTHING PADA PERAMALAN. IV(2).
- Supriyadi, S., Mawardi, K., & Nalhadi, A. (2017). Minimasi Biaya Dalam Penentuan Rute Distribusi Produk Minuman Menggunakan Metode Savings Matrix. Seminar Nasional Institut Supply Chain Dan Logistik Indonesia (ISLI), September, 1–7.
- Swastha, B. D., & Handoko, H. (2012). Manajemen Pemasaran Analisis Perilaku Konsumen. Edisi Pertama. In BPFE- Yogyakarta. <https://doi.org/10.32795/widyamanajemen.v1i1.207>
- Tilson, L. V., Excell, P. S., & Green, R. J. (1988). A generalisation of the Fuzzy c-Means clustering algorithm. Remote Sensing. Proc. IGARSS '88 Symposium, Edinburgh, 1988. Vol. 3, 10(2), 1783–1784. <https://doi.org/10.1109/igarss.1988.569600>
- Tim Asisten Praktikum MOL & MKf. (2016). Modul Manajemen Operasi Lanjutan. Fakultas Ekonomi Dan Bisnis Universitas Padjadjaran.
- Toth, P., & Daniele, V. (2002). The Vehicle Routing Problem. Universitas degli Studi.
- Virgiawan, A. R. (2015). CUSTOMER SEGMENTATION USING RFM ANALYSIS AND FUZZY-C-MEANS ALGORITHM TO HELP CUSTOMER RELATIONSHIP MANAGEMENT AT PT. XYZ. Fakultas Teknologi Informasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Wansbeek, T. (2016). Optimal Selection for Direct Mail Author (s): Jan Roelf Bult and Tom Wansbeek Published by: INFORMS Stable URL : <http://www.jstor.org/stable/184136> REFERENCES Linked references are available on JSTOR for this article : You may need to log in to JSTOR t. 14(4), 378–394.

- Widayana, E., Armanto, M. E., Zahri, I., Mulyana, A., Husin, L., & Adriani, D. (2019). Kelembagaan KUD PIR Kelapa Sawit. In UNSRI Press.
- Widayanto, Y. (2013). Model Perumusan Kebijakan Pendukung Pengembangan Industri Kakao Berbasis Kinerja Driver Rantai Pasok.
- Widyantoro, M., & Supratman, J. (2022). Segmentasi Pelanggan Distributor Daging Sapi Menggunakan Pendekatan Recency, Frequency, Monetary (RFM) dan Fuzzy C-Means Clustering. 8(1).
- Yuliari, N. P. P., Putra, I. K. G. D., & Rusjayanti, N. K. D. (2015). Customer segmentation through fuzzy C-means and fuzzy RFM method. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*.
- Yuniarti, R., & Astuti, M. (2013). Penerapan Metode Saving Matrix Dalam Penjadwalan Dan Penentuan Rute Distribusi Premium Di SPBU Kota Malang. *Rekayasa Mesin*, 4(1), 17–26. <https://doi.org/10.21776/ub.jrm>
- Zein, S., Yasyifa, L., Ghozi, R., Harahap, E., Badruzzaman, F., & Darmawan, D. (2019). Pengolahan dan analisis data kuantitatif menggunakan aplikasi spss. 4, 1–7.
- Zheng, D. (2013). Application of silence customer segmentation in securities industry based on fuzzy cluster algorithm. *Journal of Information and Computational Science*. <https://doi.org/10.12733/jics20102432>.

Tim Penulis



Dr. Paduloh, S.T., M.T

Merupakan praktisi industri yang memiliki pengalaman yang luas di industri manufaktur sebagai Manager PPIC dan warehouse selama 16 tahun. Penulis merupakan Doktor Teknik Industri lulusan Institut Pertanian Bogor. Penulis menyelesaikan Studi Doktor nya dalam 25 bulan, dengan tema bahasan rantai pasok balikan. Saat ini penulis merupakan salah satu staff pengajar pada program studi Teknik Industri, dan Merupakan Wakil Dekan I Bidang Akadik Fakultas Teknik, Universitas Bhayangkara Jakarta Raya. Penulis banyak menerbitkan jurnal penelitian dengan tema rantai pasok dan usulan perbaikan untuk system manufaktur berbasis IoT. Penulis juga banyak berkecimpung dalam Pengabdian Kepada Masyarakat dengan melakukan optimalisasi limbah organi sebagai pakan atau media perkembangan Maggot. Penulis saat ini juga aktif dalam Forum Silaturahmi Doktor Indonesia (FORSILADI) dan menjadi salah satu pengurus di DPW Ekonomi dan Kewirausahaan Propinsi Jawa Barat. Penulis juga banyak berkecimpung dalam dunia konsultan dan trainer dalam bidang rantai pasok, logistik, warehouse manajemen dengan perkembangan di industri digital 4.0.



Iskandar Zulkarnaen, S.T., M.T

Merupakan praktisi industri yang memiliki pengalaman luas di industry jasa sebagai SCM Manager selama 12 Tahun. Penulis saat ini sedang menempuh studi S3 Teknik Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya dengan Tema Penelitian SCM industri kesehatan era JKN.



Murwan Widyanoro, M.T.

erupakan Staff pengajar pada Program Studi Teknik Industri Universitas bhayangkara Jakarta Raya. Saat ini banyak berkecimpung sebagai praktisi di bidang Pengendalian lingkungan Industri, termasuk didalamnya keberlanjutan rantai pasok. Beliau juga banyak meneliti mengenai perbaikan dan inovasi di bidang permesinan pada perusahaan manufaktur.

Buku berjudul Sistem Rantai Pasok (Supply Chain System): Sebuah Pengantar ini merupakan buku pengantar untuk mahasiswa, pembelajar dan Praktisi Supply Chain yang ingin memperdalam mengenai lingkup Supply Chain System atau system Rantai Pasok. Buku ini berusaha menyediakan berbagai perspektif dalam rantai pasok dari mulai awal hingga akhir. Membahas mulai dari pengertian apa itu rantai pasok, atribut dan aktor dalam rantai pasok. Buku ini memberikan pandangan baru metoda tambahan yang bisa digunakan dalam penelitian dalam menyelesaikan permasalahan rantai pasok. Buku ini berusaha membahas secara lengkap mengenai rantai pasok, pengukuran kinerja, logistic dan distribusi, hubungan dengan pelanggan, bullwhip effect, persediaan, transportasi, peramalan persediaan, rantai pasok berkelanjutan dan reverse rantai pasok atau produk balikan. Dalam buku ini ditambahkan informasi dan rujukan berbagai software terbaru yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan dalam rantai pasok, untuk mempermudah pengambilan keputusan. Intinya buku ini menyediakan berbagai macam hal mendasar mengenai apa yang harus anda kontrol Ketika mengelola rantai pasok.

Tim Penulis



Paduloh

Merupakan praktisi industri yang memiliki pengalaman yang luas di industri manufaktur sebagai Manager PPIC dan warehouse selama 16 tahun. Penulis merupakan Doktor Teknik Industri lulusan Institut Pertanian Bogor. Penulis menyelesaikan Studi Doktor nya dalam 25 bulan, dengan tema bahasan rantai pasok balikan. Saat ini penulis merupakan salah satu staff pengajar pada program studi Teknik Industri, dan Merupakan Wakil Dekan I Bidang Akademi Fakultas Teknik, Universitas Bhayangkara Jakarta Raya. Penulis banyak menerbitkan jurnal penelitian dengan tema rantai pasok dan usulan perbaikan untuk system manufaktur berbasis IoT. Penulis juga banyak berkecimpung dalam Pengabdian Kepada Masyarakat dengan melakukan optimalisasi limbah organik sebagai pakan atau media perkembangan Maggot. Penulis saat ini juga aktif dalam Forum Silaturahmi Doktor Indonesia (FORSILADI) dan menjadi salah satu pengurus di DPW Ekonomi dan Kewirausahaan Propinsi Jawa Barat. Penulis juga banyak berkecimpung dalam dunia konsultan dan trainer dalam bidang rantai pasok, logistik, warehouse manajemen dengan perkembangan di industri digital 4.0.



Iskandar Zulkarnaen

Merupakan praktisi industri yang memiliki pengalaman luas di industry jasa sebagai SCM Manager selama 12 Tahun. Penulis saat ini sedang menempuh studi S3 Teknik Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya dengan Tema Penelitian SCM industri kesehatan era JKN.



Murwan Widyanoro

Merupakan Staff pengajar pada Program Studi Teknik Industri Universitas bhayangkara Jakarta Raya. Saat ini banyak berkecimpung sebagai praktisi di bidang Pengendalian lingkungan Industri, termasuk didalamnya keberlanjutan rantai pasok. Beliau juga banyak meneliti mengenai perbaikan dan inovasi di bidang permesinan pada perusahaan manufaktur.

Untuk akses Buku Digital,
Scan QR CODE



Media Sains Indonesia

Melong Asih Regency B.40, Cijerah
Kota Bandung - Jawa Barat
Email : penerbit@medsan.co.id
Website : www.medsan.co.id

