

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan industri sebagai bagian dari usaha pembangunan ekonomi jangka panjang diarahkan untuk menciptakan struktur ekonomi yang lebih kokoh dan seimbang yaitu struktur ekonomi dengan titik berat industri maju yang didukung oleh sektor-sektor lain yang tangguh. Setiap tahun, kebutuhan fluida perpindahan panas kondensat di Indonesia mengalami peningkatan konsumsi, terlihat dari banyaknya pengembangan dan pembangunan industri kimia yang bermunculan di daerah hulu maupun hilir. Sebagian besar industri kimia menggunakan kondensat sebagai media perpindahan panas pada peralatan pabrik sehingga jumlah kondensat yang dibutuhkan sangat banyak. Ada pun jenis kondensat yang dibutuhkan bermacam-macam, salah satu kondensat yang digunakan pada industri kimia adalah *biphenyl*.

Oleh karena itu, kebutuhan kondensat di Indonesia harus diimbangi dengan pembangunan pabrik kondensat supaya menurunkan impor bahan baku sejenis. Menurut berita industri, industri kimia di Indonesia masih dihadapkan pada persoalan ketergantungan pada impor bahan baku nafta, kondensat, dan etilena.

Hal tersebut menjadi peluang terbesar bagi pembangunan industri kondensat di Indonesia, dimana dapat meningkatkan devisa Negara, dan membuka lapangan kerja pekerjaan baru. Apalagi nilai impor terhadap bahan baku tersebut menunjukkan nilai yang sangat tinggi, ini menunjukkan persaingan ekspor industri kondensat masih belum banyak di Indonesia.

1.2 Rumusan Masalah

Kebutuhan biphenyl yang cukup tinggi namun produksinya dalam negeri masih rendah, sehingga kebutuhan biphenyl masih belum terpenuhi, oleh karena itu pasokan biphenyl saat ini sebagian besar mengandalkan impor dari luar

negeri, dengan demikian diharapkan mahasiswa dapat merancang pabrik biphenyl di Indonesia dengan metode produksi yang ekonomis serta menghasilkan konversi yang tinggi.

1.3 Maksud dan Tujuan

1.3.1 Maksud

Maksud dari perancangan pabrik ini adalah untuk memenuhi kebutuhan *biphenyl* di Indonesia dan dunia karena produk ini banyak digunakan sebagai bahan baku maupun *intermediate* pada pabrik kimia, maka dalam perancangan ini akan dirancang pabrik kimia yang memproduksi *biphenyl* dari benzene.

1.3.2 Tujuan

Tujuan dari prarancangan pabrik *Biphenyl* adalah :

1. Untuk meningkatkan jumlah produksi *Biphenyl* yang ada di dalam negeri.
2. Untuk memenuhi kebutuhan industri yang menggunakan *Biphenyl* sebagai bahan baku.
3. Meningkatkan jumlah ekspor *Biphenyl* serta memenuhi kebutuhan dalam negeri
4. Menerapkan disiplin ilmu teknik kimia dalam sebuah prarancangan pabrik kimia.

1.4 Analisa Pasar

1.4.1 Kebutuhan Pasar

Bahan baku menjadi hal penting dalam mendirikan suatu pabrik, adapun bahan baku utama dari *biphenyl* adalah benzene.

1.4.2 Kebutuhan Produk

Kebutuhan dari banyaknya konsumsi terhadap *Biphenyl* dipasaran Indonesia. Hal ini menjadi faktor penentuan kapasitas produksi biphenyl dimasa yang akan datang. Cara ini dilakukan karena tidak tersedianya data

industri *Biphenyl* di Indonesia yang menunjukkan besarnya kapasitas produksi. Ketidaktersediaan data dikarenakan tidak adanya pabrik biphenyl di Indonesia . karena itu Indonesia harus mengimpor bahan tersebut melalui distributor atau supplier fluida perpindahan panas atau konsentrat khususnya *Biphenyl* .

Adapun yang menjadi target konsumen penjualan dari biphenyl adalah industri-industri petrokimia yang menggunakan fluida perpindahan panas atau kondensat pada alat-alat industrinya

NO	Nama Perusahaan	Lokasi	Kapasitas Produksi (ton/tahun)
1	PT Polychem Indonesia Tbk	Kabupaten Karawang, Jawa Barat	216.000
2	PT Nippon Shokubai Indonesia	Cilegon, Banten	140.000
3	PT Petrokimia Butadiene Indonesia	Serang, Banten	100.000
4	PT Styrimdo Mono Indonesia	Serang, Banten	340.000
5	PT Lautan Otsuka Chemical	Cilegon, Banten	17.000
6	PT Pardic Jaya Chemical	Tangerang, Banten	40.000
7	PT Asahimas Chemical	Cilegon, Banten	1.200.000
8	PT Pupuk Sriwidjaja	Pelembang, Sumatera Selatan	2.260.000
9	PT Mitsubishi Chemical	Cilegon, Banten	640.000

10	PT Candra Asri	Cilegon, Banten	4.200.000
----	----------------	--------------------	-----------

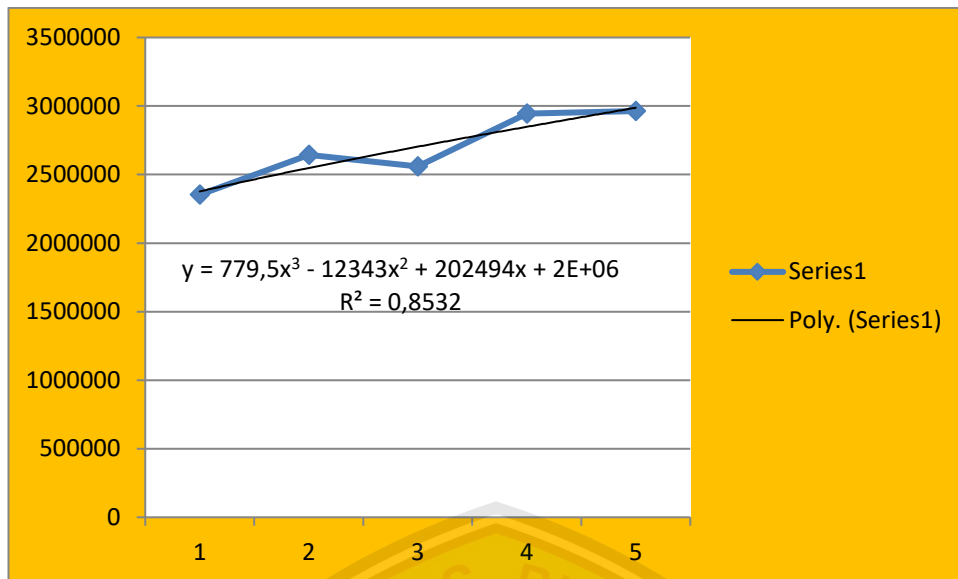
1.5 Penentuan Kapasitas Produksi

Didalam menentukan kapasitas produksi yang akan didirikan pada berbagai factor yang harus dipertimbangkan, diantaranya yaitu: jumlah konsumsi produk (kebutuhan dalam negeri), kebutuhan impor, kapasitas pabrik dan pasokan bahan baku yang digunakan. Semua di perhitungkan karena akan mempengaruhi biaya pengeluaran untuk bahan baku dan energi produksi serta pemasokan hasil dari penjualan produknya.

Tabel 1.1 Data Badan Pusat Statistik

Tahun	Export	Import	Total
2015	-	2353146	2353146
2016	-	2643432	2643432
2017	-	2560295	2560295
2018	-	2943959	2943959
2019	-	2963554	2963554

Dengan perhitungan analisa regresi didapatkan metode yang tepat adalah Analisa Regresi Polinomial Orde 1 dimana R mendekati 1, dengan grafik nya sebagai berikut :



Maka, didapatkan kebutuhan import pada tahun 2025 diperkirakan adalah ($x = 11$ tahun) :

$$y = 779,5x^3 - 12343x^2 + 202494x + 2E+06$$

$$y = 779,5 (11^3) - 12343 (11^2) + 202494 (11) + 2E+06 \quad (1)$$

$$y = 1037515 - 1493503 + 2227434 + 2000000$$

$$y = 3771446 \text{ ton/tahun}$$

Sehingga kebutuhan di Tahun 2025 adalah:

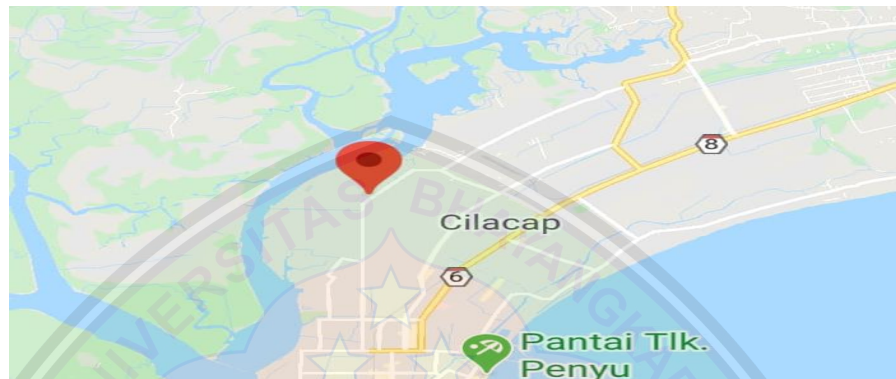
Peluang Tahun 2025 = Total kebutuhan dalam negeri – kapasitas produksi dalam negeri

$$\begin{aligned} \text{Peluang Tahun 2025} &= 3771446 \text{ ton/tahun} - 0 \\ &= 3771446 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan persamaan diatas ,maka kapasitas yang direncanakan untuk produksi Biphenyl di Indonesia pada tahun 2025 adalah 5,3% dari hasil perhitungan data diatas menjadi sebesar 200.000 ton/tahun dari total kebutuhan.

1.6 Pemilihan Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi yang tepat sangat penting dalam perancangan suatu pabrik. Lokasi yang tepat dapat memiliki pengaruh yang besar terhadap keberhasilan pabrik tersebut baik dari segi teknis maupun ekonomis. Untuk itu pabrik biphenyl akan didirikan di pinggiran sungai Donan, kawasan industri Cilacap, Cilacap, Jawa Tengah.



Gambar 1.1 Letak Pendirian Pabrik

1. Ketersediaan Bahan Baku

Sumber bahan baku adalah faktor penting dalam penunjang proses produksi. Sumber bahan baku yang terdekat dengan lokasi pabrik dapat mengurangi biaya transportasi dan penyimpanan yang cukup besar. Untuk mengurangi biaya penyediaan bahan baku dipilihlah lokasi pabrik berdekatan dengan pabrik yang memproduksi bahan baku.

2. Transportasi

Sarana transportasi sangat penting untuk proses penyediaan bahan baku. Transportasi bahan baku menuju Cilacap cukup mudah karena adanya fasilitas jalan tol selain itu juga cukup dekat dengan pelabuhan sehingga arus transportasi juga lancar.

3. Pemasaran produk

Letak kawasan yang strategis sangat memudahkan untuk mengirim ekspor maupun pengiriman ke pabrik-pabrik di Indonesia yang membutuhkan biphenyl. Sebagian akan di ekspor, sementara sisanya akan dikirim ke pabrik-pabrik di Indonesia yang membutuhkan biphenyl.

4. Tenaga kerja

Cilacap memiliki kepadatan penduduk yang cukup tinggi sehingga tenaga kerja diperoleh dari daerah tersebut. Penyediaan tenaga kerja yang berkualitas dipenuhi dari alumni perguruan tinggi seluruh Indonesia dan luar negeri (bila diperlukan).

5. Lingkungan

Lokasi pabrik pada daerah khusus untuk kawasan industri sehingga akan memudahkan dalam perijinan pendirian pabrik.

6. Ketersediaan Lahan

Faktor ini berkaitan dengan rencana pengembangan pabrik kedepannya.

1.7 Tinjauan Pustaka

1.7.1 Biphenyl

Biphenyl merupakan senyawa organik yang membentuk Kristal tak berwarna dan memiliki bau yang sangat menyengat. Di samping itu *biphenyl* juga dapat digunakan sebagai perantara produksi sejumlah senyawa organik lainnya seperti pengemulsi, optik brighteners, produk perlindungan tanaman, pengawet makanan, penyedap rasa dan plastik.

Biphenyl merupakan senyawa kimia dengan rumus kimia $(C_6H_5)_2$ dan salah satu bahan penunjang yang sangat penting dan dibutuhkan dalam industri kimia, antara lain adalah sebagai salah satu fluida perpindahan panas atau kondensat.

1.7.2 Kegunaan Biphenyl

Kegunaan biphenyl dalam Industri kimia

Senyawa yang banyak digunakan di bidang kimia organik dan kimia polimer, yang berguna dalam aplikasi industri di berbagai bidang seperti bahan kimia, farmasi dan bahan baku pertanian, bahan baku untuk resin dan plastik, bahan informasi dan elektronik, dan bahan optik. Biphenyl digunakan sebagai bahan pengawet makanan dan penyedap rasa.

1.7.3 Tinjauan Kinetika

Konstanta Kinetika (K)

Tinjauan kinetika dilakukan untuk mengetahui apakah reaksi berjalan searah (Reversible) atau bolak-balik (Irreversible), perhitungan dilakukan dengan menghitung nilai K (konstanta kesetimbangan) pada keadaan standar (1 atm, 25°C) dan pada suhu operasi yang berjalan. Perhitungan harga Konstanta Kesetimbangan (K) dapat ditinjau dari rumus sebagai berikut :

$$\Delta G^\circ = -RT \ln K \text{ Atau}$$

$$K = e^{-\Delta G/RT}$$

Dimana :

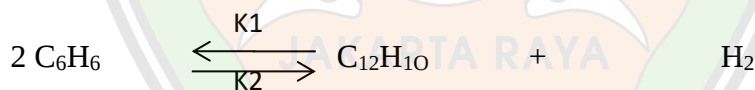
ΔG° = Energi bebas Gibbs standar, (kJ/mol)

R = Tetapan gas ideal, (0,008314 kJ/mol)

T = temperature K

K = Konstanta Kesetimbangan

Reaksi



Dari persamaan diatas dapat dihitung kesetimbangan reaksi utama pada keadaan standar, P = 1atm dan T = 298 k adalah sebagai berikut :

$$K_{298} = e^{\left[\frac{-\Delta G}{RT} \right]}$$

$$K_{298} = e^{\left[-\frac{20,85}{0,00314 \times 298} \right]}$$

$$K_{298} = e^{-22,2823}$$

$$K_{298} = 2,1 \times 10^{-10}$$

Karena nilai K cukup besar maka dapat di simpulkan reaksi berjalan secara spontan.

Reaksi dijalankan pada temperature 650°C atau sama dengan 923^ok, sehingga harga konstanta kesetimbangan K pada temperatur 923^ok dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$\frac{k_{operasi}}{k_{298}} = e^{-\frac{\Delta H_{298}}{R}[\frac{1}{T_{operasi}} - \frac{1}{T_{298}}]}$$

$$\frac{k_{operasi}}{2,1 \times 10^{-10}} = e^{-\frac{16,23}{0,008314}[\frac{1}{923} - \frac{1}{298}]}$$

$$k_{operasi} = 1,5 \times 10^{-9}$$

$$K < 1$$

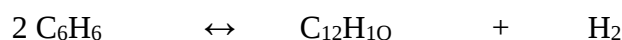
Dari perhitungan diatas harga $K < 1$ sehingga produk dapat kembali berubah menjadi reaktan, diasumsikan bahwa reaksi bersifat reversible. Jadi dapat disimpulkan bahwa, reaksi yang terjadi dalam produksi adalah dapat bereaksi dengan reaksi reversible (bolak balik)

1.7.4 Tinjauan Termodinamika

Tinjauan pada reaksi meliputi tinjauan termodinamika dan tinjauan kinetika reaksi. Tinjauan secara Termodinamika digunakan untuk mengetahui sifat reaksi tersebut, membutuhkan panas (endotermis) atau melepaskan panas (eksotermis), dan juga untuk mengetahui arah reaksi, apakah reaksi tersebut berjalan searah (irreversible) atau berbalik (reversible). Penentuan panas reaksi berjalan secara eksotermis/endotermis dapat dihitung dengan perhitungan panas pembentukan standar ($\Delta H^{\circ} f$) pada $P = 1 \text{ atm}$ dan $T = 298 \text{ K}$ serta Energi Gibbs nya (ΔG°) dari masing-masing komponen, sedangkan tinjauan kinetika reaksi adalah untuk mengetahui perubahan konsentrasi pereaksi menjadi produk per satuan waktu, untuk mengetahuinya perlu dilakukan perhitungan $-r_A$ (Laju Reaksi) :

Berikut adalah reaksi yang terjadi dalam pembentukan Biphenyl :

Reaksi



Harga $\Delta H^{\circ} f_{298}$ Reaksi dan $\Delta G^{\circ} f_{298}$ Reaksi masing-masing komponen dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 1.3 Data ΔH°_f dan ΔG°_f Masing-masing Komponen

Komponen	$\Delta H^\circ_f(\text{kJ/mol})$	$\Delta G^\circ_f(\text{kJ/mol})$
C_6H_6	82,83	129,41
H_2	0	0
$\text{C}_{12}\text{H}_{10}$	181,89	279,67

(Yaws,1999)

Reaksi :



- $$\begin{aligned} \Delta H_{\text{reaksi}} &= \Delta H_{\text{f produk}} - \Delta G_{\text{f reaktan}} \\ &= (\Delta H^\circ_f \text{ biphenyl}) - (2(\Delta H^\circ_f \text{ benzena})) \\ &= [(181,89) - (2(82,83))] \\ &= 16,23 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas, didapat bahwa harga ΔH_{reaksi} pada reaksi bernilai positif, sehingga dapat diketahui bahwa reaksi yang terjadi adalah reaksi yang dapat menyerap panas (endotermis), dengan nilai 16,23 KJ/mol yang dapat diartikan bahwa reaksi membutuhkan panas.

Energi Bebas Gibbs (ΔG) digunakan untuk menentukan apakah reaksi berlangsung secara spontan, tidak spontan, atau berada dalam kesetimbangan. Jika nilai ΔG° adalah negatif maka reaksi berlangsung dengan spontan, jika bernilai positif maka reaksi tidak spontan, sedangkan jika ΔG° adalah nol maka reaksi bersifat spontan. Berikut adalah perhitungan nilai

ΔG° (Energi Gibbs):

$$\begin{aligned} \Delta G_{\text{reaksi}} &= \Delta G_{\text{f produk}} - \Delta G_{\text{f reaktan}} \\ &= (\Delta G^\circ_f \text{ biphenyl}) - (2(\Delta G^\circ_f \text{ benzena})) \end{aligned}$$

$$= [(279,67) - (2(29,41))]$$

$$= 20,85 \text{ kJ/mol}$$

Mencari konstanta kesetimbangan (K) pada keadaan standar:

$$\Delta G_r = - RT \ln K$$

Dimana:

ΔG_r = energi Gibbs reaksi, kJ/mol

K = konstanta kesetimbangan

T = suhu (298 K)

R = Tetapan Gas Ideal = 8,314 J/mol.K

$$\ln K_1 = - \frac{\Delta G_r}{RT} = - \frac{20850 \text{ J/mol}}{8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol.K}} \cdot 298 \text{ K}} = - 8,4155$$

$$K_1 = 2,2141 \times 10^{-4}$$

Mencari konstanta kesetimbangan (K) pada T=923K

$$\ln \frac{K_2}{K_1} = \frac{-\Delta H_r}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$$

Dimana:

K₁ = Konstanta kesetimbangan pada 298K

K₂ = Konstanta kesetimbangan pada suhu operasi 923K

T₁ = Suhu standar 298K

T₂ = Suhu operasi 923K

R = Tetapan Gas Ideal = 8,314 J/mol.K

ΔH_r = Panas reaksi 16,23 kJ/mol = 16230 J/mol

$$\ln \frac{K_2}{2,2141 \times 10^{-4}} = \frac{-16230 \text{ J/mol}}{8,314 \text{ J/mol.K}} \left(\frac{1}{923 \text{ K}} - \frac{1}{298 \text{ K}} \right)$$

$$\ln \frac{K_2}{2,2141 \times 10^{-4}} = 4,4358$$

$$K_2 = 1,8691 \times 10^{-2}$$

Dari perhitungan diatas harga $K = \frac{K_1}{K_2} < 1$ sehingga produk dapat kembali berubah menjadi reaktan, diasumsikan bahwa reaksi bersifat reversible.

1.8 Proses Pembuatan Biphenyl

Biphenyl adalah cairan yang berbau menyengat. Senyawa biphenyl diproduksi dari senyawa monosiklik aromatik yang sesuai dengan hasil yang tinggi darinya dan selektivitas persenyawaan yang tinggi darinya, dengan cara dehidrogenatif menderifikasi senyawa monosiklik aromatik dengan oksigen molekuler dengan adanya asam oksalat bersama dengan katalis garam paladium organik, di bawah tekanan lebih tinggi dari tekanan atmosfer.

Biphenyl merupakan salah satu bahan penunjang yang sangat penting dan dibutuhkan dalam industri kimia, antara lain adalah sebagai salah satu fluida perpindahan panas atau kondensat. *Biphenyl* pertama kali ditemukan pada tahun 1862, kemudian diidentifikasi pada tahun 1867. (Othmer, 1964)

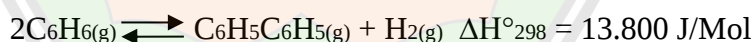
1.8.1 tinjauan berbagai proses

Produksi biphenyl dapat dilakukan dengan 2 cara, yaitu :

a. Dehidrogenasi Benzene

Pembuatan biphenyl dengan proses dehidrogenasi dijalankan pada Plug Flow Reactor dengan tekanan 1 atm dan suhu 600-800°C.

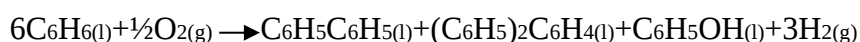
Reaksi :



reaksi beroperasi pada kondisi nonisothermal dengan nilai k_1 dan K pada reaksi diatas berturut-turut sebesar $7,05 \times 10^{-5} \text{ kmol/m}^3 \cdot \text{s} \cdot \text{kPa}^2$ dan 1,0956 . konversi benzene yang dicapai dengan proses ini adalah 67,67%. (Dasgupta, 1986)

b. Proses Kopling Oksidatif Benzene

Pembuatan biphenyl dengan cara ini dilakukan dengan reaksi berikut :



Bahan baku yaitu benzene dan gas oksigen dipanaskan dan diumpankan ke dalam reactor bubble pada tekanan 1 atm dan suhu 90°C waktu kontak di dalam reactor 15 jam. Adapun yield yang diperoleh sebesar 10,9% dengan penggunaan katalis acetic acid,dimana ratio dan katalis acetic acid yaitu 3:1 (Yokota,2002)

1.8.2 Pemilihan Proses

Pemilihan proses mengacu pada segi teknik dan ekonomi yang menguntungkan. Pada segi ekonomi,harga bahan baku dan produk yang digunakan adalah harga bahan baku dan produk pada fase cair. Hal ini dikarenakan bahan baku dibeli pada fase cair dan produk dijual pada fase cair. Sehingga pada proses dehidrogenasi benzene perlu ada treatment khusus agar kondisi operasi dapat tercapai dan target produk biphenyl cair dapat terwujud.

a. Proses dehidrogenasi benzene



Table 1.3 data komponen proses dehidrogenasi benzene

Material	BM (kg/ kmol)
C_6H_6	80,62
$\text{C}_6\text{H}_5\text{C}_6\text{H}_5$	154,21
H_2	2,01

(Sigma Aldrich,2018)

b. Proses Kopling Oksidatif Benzene

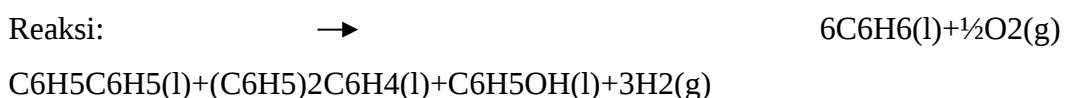


Table 1.4 data komponen proses kompling oksidatif benzene

Material	BM (kg/ kmol)
C_6H_6	80,62
$C_6H_5C_6H_5$	154,21
H_2	2,01

(Sigma Aldrich,2018)

Berdasarkan proses kopling oksidatif benzene diperoleh produk samping yang lebih beragam yaitu biphenyl, hidrogen, terphenyl, dan fenol dimana perhitungan potensial ekonomi harga masing-masing komponen tersebut masuk dalam perhitungan.

Jika diperhatikan secara umum, reaksi kopling oksidatif benzene lebih menguntungkan, namun reaksi tersebut menghasilkan banyak komposisi senyawa lain yang tidak diinginkan rancangan pabrik biphenyl. Hal ini dikhawatirkan akan berdampak pada jumlah pembentukan biphenyl yang diinginkan dimana jumlahnya akan makin sedikit dengan bertambahnya jumlah pembentukan produk-produk samping yang hadir dalam reaksi tersebut.

Itulah sebabnya hal ini menjadi pertimbangan bagi kebanyakan industri biphenyl di luar negeri karena proses dehidrogenasi dianggap proses paling ekonomis untuk memperoleh biphenyl, sehingga proses ini menjadi proses yang paling umum digunakan pada pabrik-pabrik biphenyl, sedangkan pemilihan dari segi teknisnya didasarkan pada beberapa aspek teknis yaitu :

1.5 Analisis Pemilihan proses pembuatan biphenyl

No	Parameter	Proses Dehidrogenasi Benzene	Proses Kopling Oksidatif Benzene
1	Fase operasi	Gas(****)	Cair-Gas(*)
2	Suhu (°)	622-721(*)	90(****)
3	Tekanan (atm)	5,5(****)	1(****)
4	Reactor	Plug Flow Reactor(**)	Reactor bubble(**)
5	Katalis	Padat(****)	Cair(*)

Keterangan :

**** = sangat baik

*** = baik

** = cukup

* = kurang

Dari table diatas dapat disimpulkan bahwa perancang pabrik biphenyl yang paling unggul adalah proses dehidrogenasi benzene. Setelah itu, proses dehidrogenasi dipilih karena proses dehidrogenasi adalah proses yang paling sederhana dan paling banyak dipakai secara komersial.

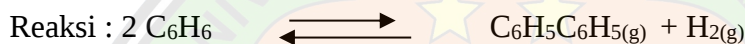
1.9 Uraian Proses Produksi

Pada bagian ini akan dijelaskan tahap-tahapan proses produksi dari persiapan bahan baku sampai menjadi produk yang siap untuk dipasarkan.

Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan *biphenyl* berupa *benzene*. Benzene disimpan dalam tangki penyimpanan (T-1) *Benzene* pada kondisi 1 atm dan suhu 30°C. Benzene diuapkan sebagian dengan *vaporizer* (V) sampai suhu 87°C dan tekanan 1 atm. Fase gas cair diumpankan kembali ke *vaporizer* (V) bersama dengan bahan baku, kemudian fase gas dipanaskan di dalam alat *furnace* (F) untuk mencapai suhu masuk reaktor yang diinginkan yaitu pada suhu 613⁰C. Selanjutnya benzena dengan suhu 613⁰C diumpankan ke dalam *plug flow reaktor*.

1.9.1 Tahap Pembentukan Produk

Di dalam *plug flow reaktor* terjadi reaksi benzene menjadi biphenyl dan hidrogen. Katalis yang digunakan adalah Alumina (Al₂O₃).



Reaksi dalam reaktor (R) berlangsung pada fase gas dengan tekanan 1 atm dan beroperasi pada suhu 613-650⁰C. Reaksi berlangsung secara *pyrolysis*, konversi benzene pada proses ini mencapai 67,67%, didalam reaktor bahan baku akan diupkan menjadi fase gas. sehingga untuk mengembunkan hasil keluaran reaktor maka harus dilakukan proses penurunan tekanan menggunakan *head Exchanger* (HE) dan akan diumpkan kedalam *Separator* (SP), hasil dari SP tersebut terbagi menjadi dua bagian yakni gas yang tidak terembunkan (*Hidrogen*) yang akan dialirkan ke dalam *Unit Penampungan Limbah* (UPL), sedangkan gas yang terembunkan akan masuk kedalam *Condensor* (CD) yang akan diubah dari fase gas menjadi fase cair jenuh.

1.9.2 Tahap Pemurnian Produk

Selanjutnya benzena yang keluar dari *Condensor* (CD) dengan fase cair akan di masukkan kedalam *Flash Drum* (FD) yang akan di murnikan berdasarkan perbedaan titik didihnya, dan didapat produk *Biphenyl* dengan kemurnian 76,4% sedangkan hasil atas *Flash Drum* (FD) akan diembunkan dengan alat *Head Exchanger* (HE) dan dialirkan kedalam *Vaporizer* (V) sebagai alat *recycle* dan

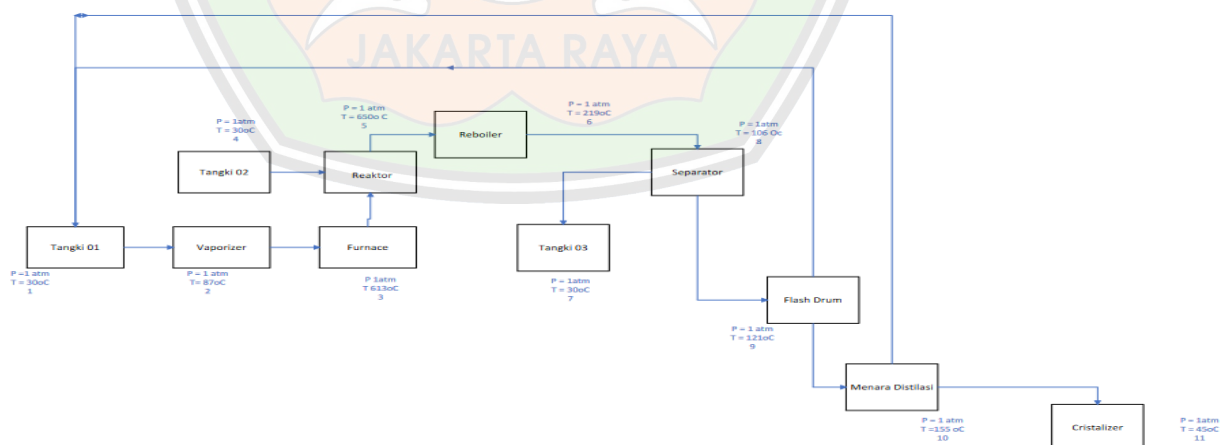
sebagain akan di kembalikan ke *Flash Drum (FD)* sebagai *refluks*. Karena yang diinginkan produk dengan kemurnian tinggi maka perancang akan mengumpulkan hasil bawah dari *Flash Drum (FD)* menuju *Menara Distilasi (MD)* pada kondisi cair jenuh, sehingga pada proses ini akan diperoleh hasil keluaran dari *Menara Distilasi (MD)* bagian bawah berupa produk *Biphenyl* dengan kemurnian 99%.

1.9.3 Tahap Pembutiran Produk

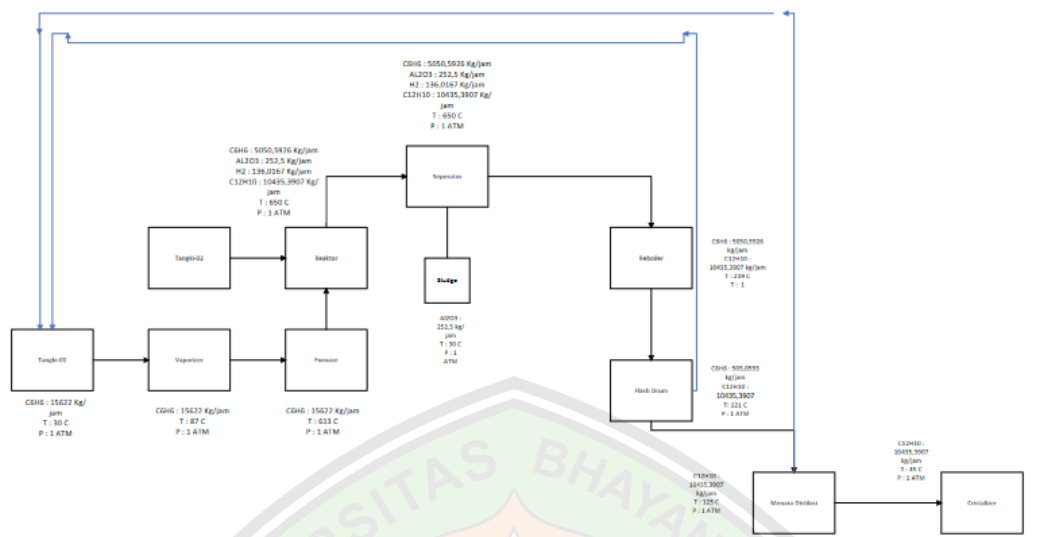
Pada tahap ini cairan *biphenyl* dengan viskositas 0,25 cp dibentuk menjadi butiran prill dengan bantuan udara yang dihisap dari bawah *Prilling Tower (PT)*. Cairan *biphenyl* yang keluar dari *Menara Distilasi (MD)* diumpukan ke bagian atas *Prilling Tower (PT)* didalam *PT* akan didistribusikan secara merata oleh *Prilling Bucket* hingga terbentuk tetes-tetes yang kemudian jatuh kebawah. Tetes-tetes ini akan membentuk prill dengan bantuan udara yang dihisap dari bagian bawah *Prilling Tower (PT)*. *Prill Biphenyl* diangkat dengan menggunakan *Screw Conveyor (SC)* dan *Bucket Elevator (BE)* untuk selanjutnya disimpan ke dalam silo.

1.10 Blok Diagram Proses

1.10.1 Blok Diagram kualitatif



1.10.2 Blok Diagram Kuantitatif



1.11 Spesifikasi Bahan Baku

1.11.1 Bahan Baku

1.11.2 Benzene 80%

Benzene merupakan senyawa hidrokarbon aromatic cair jernih tidak berwarna mudah terbakar dan mudah teruap dengan bau sama seperti bensin. Benzene terdiri dari enam atom karbon yang membentuk cincin dengan satu atom hidrogen yang mengikat pada setiap satuan karbon.

Sifat fisika :

- Rumus kimia : C_6H_6
- Berat Molekul : 80,74 g/mol
- Kenampakan : Kuning Bening
- Titik Didih : 80,0-93,3 $^{\circ}C$ /176,0-200,0 $^{\circ}C$
- Flash Point : 4 $^{\circ}C$ / 39 $^{\circ}C$
- Tekanan Uap : 167,0 hPa di 37,8 $^{\circ}C$ / 100,0 $^{\circ}C$
- Kemurnian : 80 % benzene
- Impuritis :3% n-hexane,dan 17% toluene
- Kelarutan : larut dalam air,aseton,alcohol,dll

1.11.3 Katalisator : Alumina Aktif

Alumina aktif dibuat dari almunium hidroksida dengan dehydroxylating dengan cara menghasilkan bahan yang sangat berpori. Senyawa ini digunakan sebagai pengering dan sebagai filter fluoride, arsenic dan selenium dalam air minum.

Sifat Fisika :

- Rumus Kimia : Al_2O_3
- Bentuk : Pellet granular
- Diameter Partikel (dp) : $\frac{1}{4}$ inchi
- Luas muka : $320 \text{ m}^2/\text{g}$
- Bulk density : $769 \text{ kg}/\text{m}^3$
- Porositas : 0,5
- Usia Katalis : 1-2 tahun

1.11.4 Senyawa lainnya : Hidrogen

Hidrogen adalah unsur kimia pada table periodic yang memiliki symbol H dan nomor atom pada suhu dan tekanan standar.

Sifat fisika :

- Rumus kimia : H_2
- Fase : Gas
- Berat Molekul : $2,0159 \text{ g}/\text{mol}$
- Kenampakan : gas tak berwarna
- Titik didih : $-252,879^\circ\text{C}$ ($20,27 \text{ K}$; $-423,182^\circ\text{F}$)
- Titik leleh : $-259,16^\circ\text{C}$ ($13,99 \text{ K}$; $-434,49^\circ\text{F}$)
- Densitas : $0,08988 \text{ g}/\text{cm}^3$ at STP

1.11.5 Produk : Biphenyl

Biphenyl (atau difenil atau fenilbenzena atau 1,1 β-bifenil atau lemonena) adalah senyawa organik yang membentuk Kristal tak berwarna.khususnya dalam literatur yang lebih tua, senyawa yang mengandung gugus fungsi yang terdiri dari bifenil. Biphenyl juga merupakan perantara untuk sejumlah senyawa organik lainnya.

Sifat Fisika :

- Rumus Kimia : $(C_6H_5)_2$
- Bentuk : butiran padat (prill)
- Kenampakan : putih
- Berat molekul : 151,45 g/mol
- Titik didih : 262,18°C
- Titik beku : 70,08°C
- Densitas : 1,02 g/cm³
- Kelarutan di air : 0,0004 g/100 cm³
- kemurnian : 99,9%
- impurits : 0,01% toluene

Ukuran : 2 mm =10 mesh

BAB II

NERACA MASSA

Kapasitas Produksi : 200.000 ton/tahun

Jumlah Hari Pertahun : 330 hari

Jumlah Jam Per Hari : 24 jam

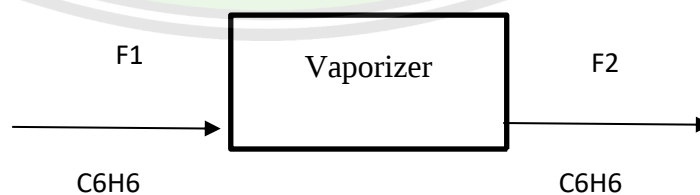
Kapasitas Produksi Per Jam : $\frac{200.000}{(330 \times 24)} = 25250 \text{ kg/jam}$

Kemurnian Produk : 87%

Konversi : 67,67 %

Jumlah Mol Basis : 100 kmol benzena

2.1 Vaporizer

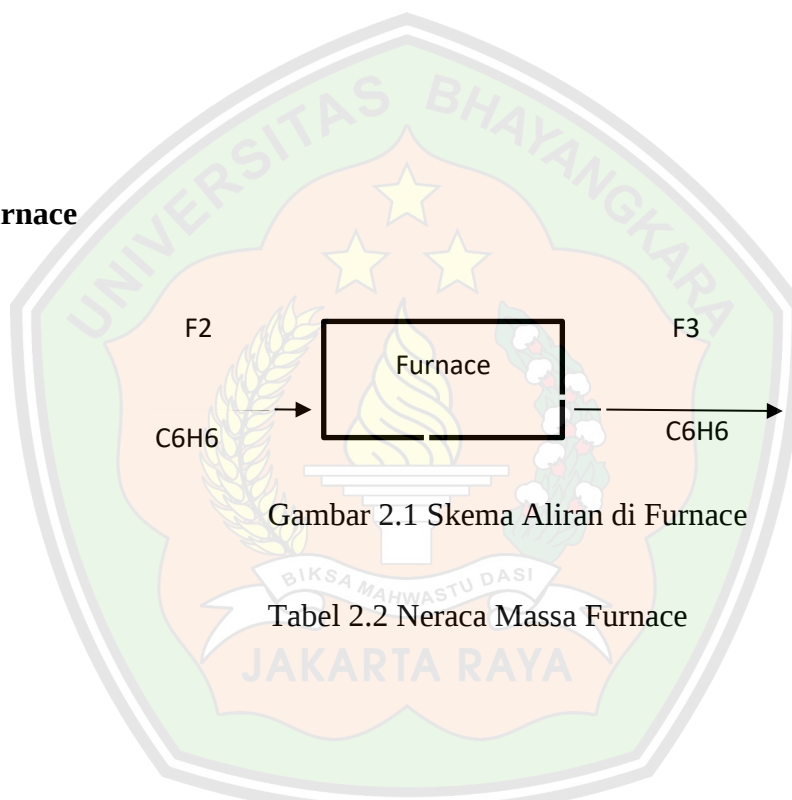


Gambar 2.1 Skema Aliran di Vaporizer

Tabel 2.1 Neraca Massa pada Vaporizer

KOMPONEN	IN PUT (Kg/jam)	OUT PUT (Kg/Jam)
	F1	F2
C ₆ H ₆	15622	15622
TOTAL	15622	15622

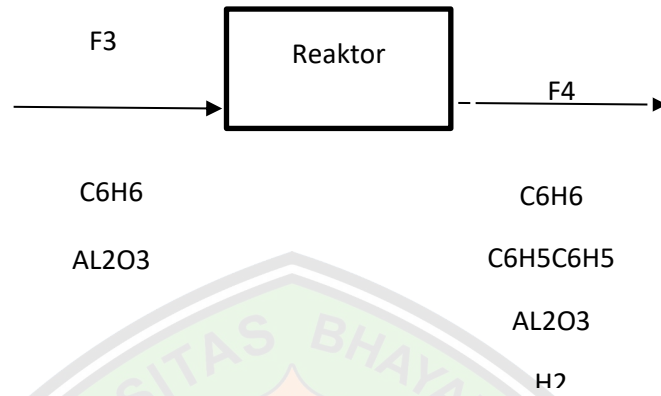
2.2 Furnace



Tabel 2.2 Neraca Massa Furnace

KOMPONEN	IN PUT (Kg/jam)	OUT PUT (Kg/jam)
	F2	F3
C ₆ H ₆	15622	5050,5926
TOTAL	15622	5050,5926

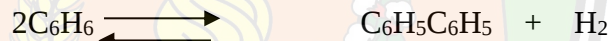
2.3 Reaktor



Gambar 2.3 Skema Aliran di Reaktor

Persamaan reaksi

Komponen



mula – mula

2(100)

reaksi

64,66

67,67

67,67

sisa

135,34

67,67

67,67

Benzena

Biphenyl

Hidrogen

Massa Katalis $\text{Al}_2\text{O}_3 = 1\% \times \text{berat benzena}$

$$= 1\% \times 25.250$$

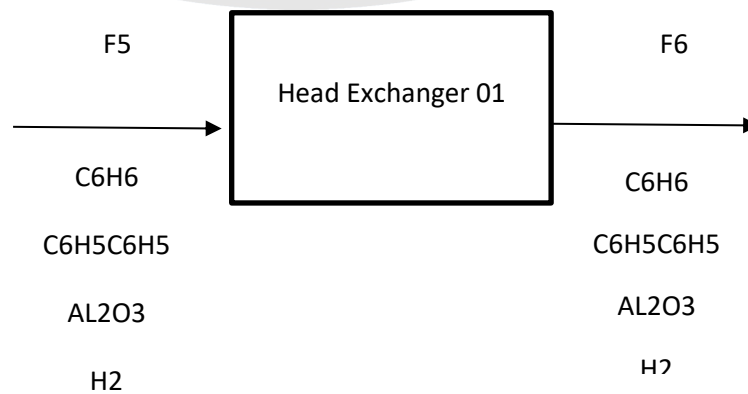
$$= 252,5 \text{ Kg/Jam}$$

- Katalis tidak bereaksi

Tabel 2.3 Neraca Massa pada Reaktor

KOMPONEN	INPUT (Kg/jam) F4	OUTPUT (Kg/Jam) F5
C6H6	15622	5050,5926
AL2O3	252,5	252,5
H2	-	136,0167
C12H10	-	10435,3907
TOTAL	15874,5	15874,5

2.4 Head Exchanger 01

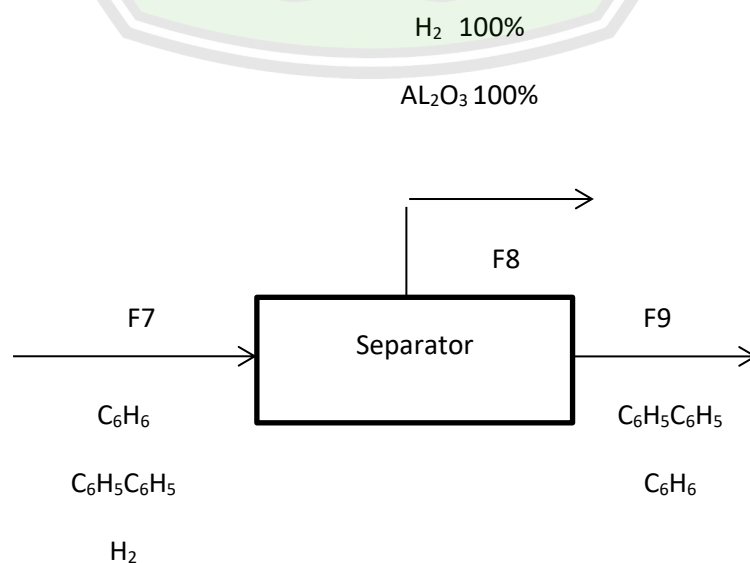


Gambar 2.4 Skema Aliran di HE 01

Tabel 2.4 Neraca Massa Head Exchanger 01

KOMPONEN	INPUT (Kg/jam) F5	OUTPUT (Kg/Jam) F6
C6H6	5050,5926	5050,5926
AL2O3	252,5	252,5
H2	136,0167	136,0167
C12H10	10435,3907	10435,3907
TOTAL	15874,5	15874,5

2.5 Separator

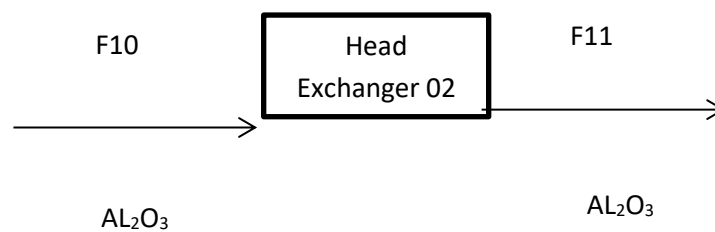


Gambar 2.5 skema aliran separator

Tabel 2.5 neraca massa separator

KOMPONEN	INPUT (Kg/Jam)	OUTPUT (Kg/Jam)	
	F7	F8	F9
C6H6	5050,5926	-	5050,593
AL2O3	252,5	252,5	-
H2	136,0167	136,0167	-
C12H10	10435,3907		10435,39
TOTAL	15874,5	15874,5	

2.6 Head Exchanger 02

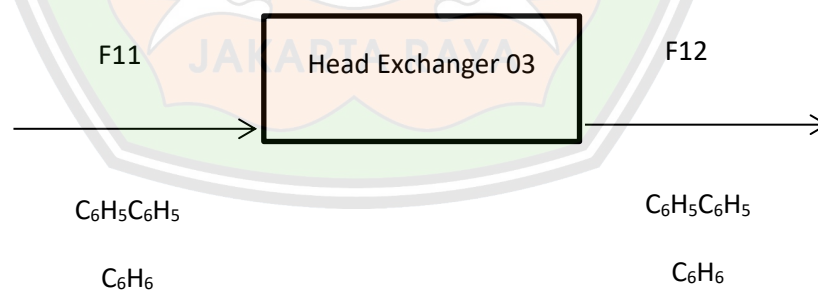


Gambar 2.6 Skema Aliran di HE 02

Table 2.6 neraca massa Head Exchanger 02

KOMPONEN	INPUT (Kg/Jam)	OUTPUT (Kg/Jam)
	F10	F11
AL ₂ O ₃	252,5	252,5
TOTAL	252,5	252,5

2.7 Head Exchanger 03

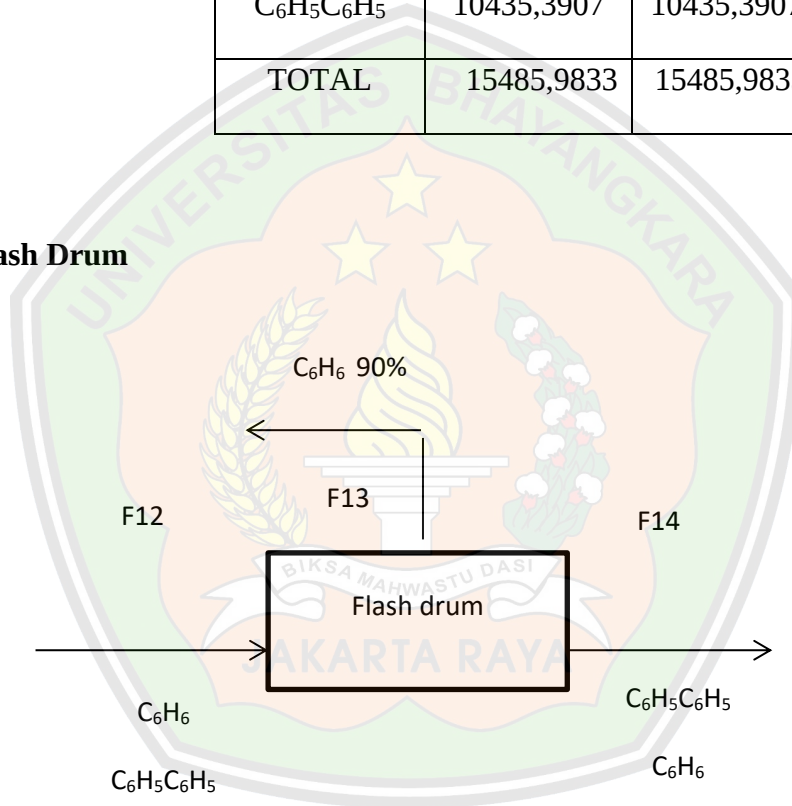


Gambar 2.7 Skema Aliran HE 03

Tabel 2.7 Neraca Massa Head Exchanger 03

KOMPONEN	INPUT (Kg/Jam)	OUTPUT (Kg/Jam)
	F11	F12
C_6H_5	5050,5926	5050,5926
$C_6H_5C_6H_5$	10435,3907	10435,3907
TOTAL	15485,9833	15485,9833

2.8 Flash Drum

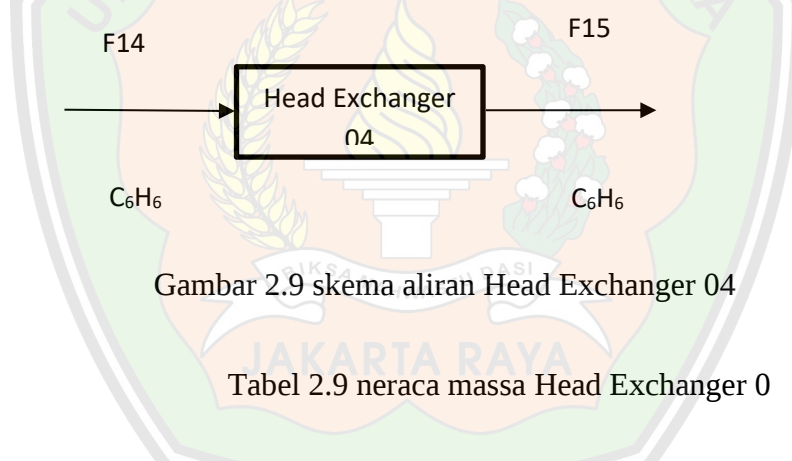


Gambar 2.8 Skema aliran flash drum

Tabel 2.8 neraca massa flash drum

KOMPONEN	INPUT (Kg/Jam)	OUTPUT (Kg/Jam)	
	F12	F13	F14
C_6H_6	5050,5926	4545,5333	505,0593
$C_6H_5C_6H_5$	10435,3907	-	10435,3907
Total	15485,9833	15485,9833	

2.9 Head Exchanger 04

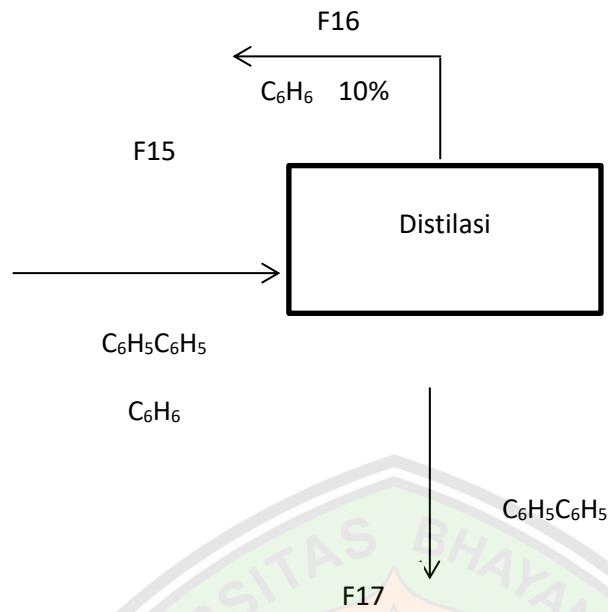


Gambar 2.9 skema aliran Head Exchanger 04

Tabel 2.9 neraca massa Head Exchanger 0

KOMPONEN	INPUT (Kg/Jam)	OUTPUT (Kg/Jam)
	F14	F15
C_6H_5	4545,5333	4545,5333
TOTAL	4545,5333	4545,5333

2.10 Distilasi

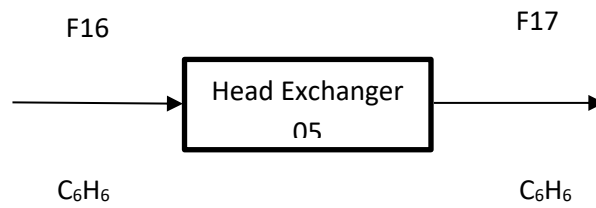


Gambar 2.10 skema aliran distilasi

Tabel 2.10 neraca massa distilasi

KOMPONEN	INPUT (Kg/Jam)	OUTPUT (Kg/Jam)	
	F15	F16	F17
C ₆ H ₆	505,0593	505,0593	-
C ₆ H ₅ C ₆ H ₅	10435,3907	-	10435,3907
Total	10940,45	10940,45	

2.11 Head Exchanger 05

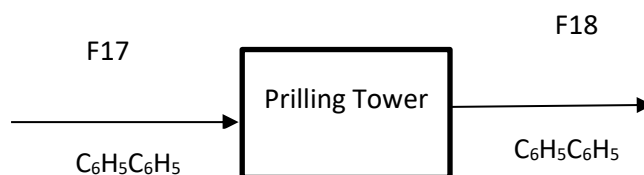


Gambar 2.11 skema aliran Head Exchanger 05

Tabel 2.11 neraca massa Exchanger 05

KOMPONEN	INPUT	OUTPUT
	(Kg/Jam)	(Kg/Jam)
	F14	F15
C ₆ H ₅	4545,5333	4545,5333
TOTAL	4545,5333	4545,5333

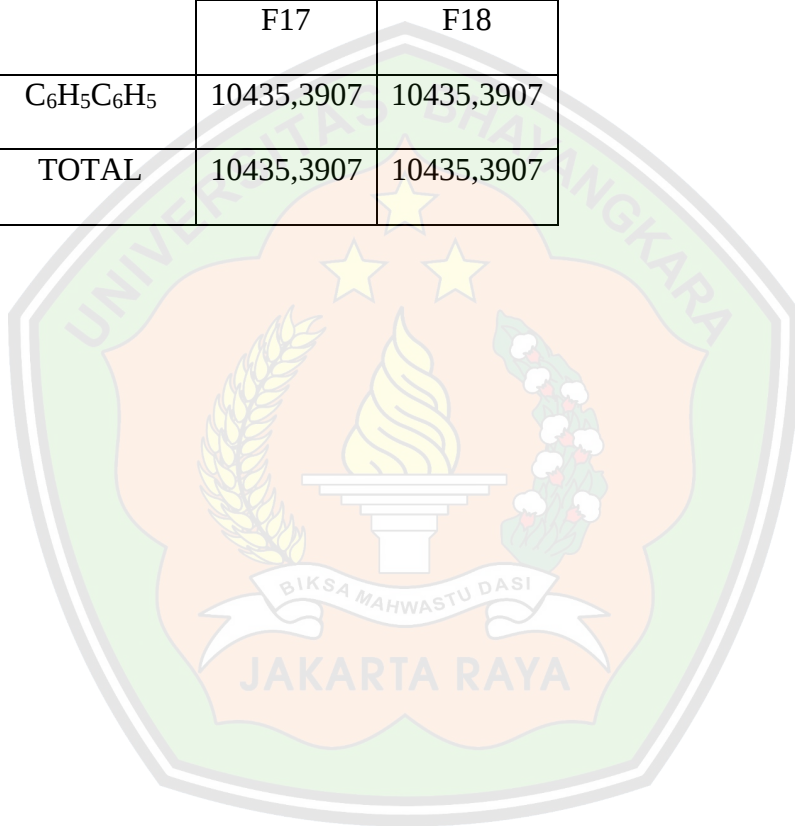
2.12 Prilling Tower



Gambar 2.12 Skema Aliran di Reaktor

Tabel 2.12 neraca massa Prilling tower

KOMPONEN	INPUT (Kg/Jam)	OUTPUT (Kg/Jam)
	F17	F18
$C_6H_5C_6H_5$	10435,3907	10435,3907
TOTAL	10435,3907	10435,3907



BAB III

NERACA ENERGI

Basis Perhitungan : 1 Jam Operasional

Satuan :KJ/Jam

3.1 Vaporizer-01

Fungsi: Untuk memanaskan bahan baku dari suhu 30 °C menjadi 87 ° C

Kondisi Operasi Vaporizer :

Suhu Masuk : 30°C = 303,15 K

Suhu Keluar : 87°C = 360,15 K

Suhu Referensi : 25°C = 298,15 K

Tekanan : 1 atm

Tabel 3.1 Neraca Panas Vaporizer

	Panas Masuk	Panas Keluar
ΔH_1	44710,327	-

ΔH_2	-	377157,683
Q	336918,388	-
Q loss	-	4471,032684
Total	381628,7153	381628,7153

3.2 Furnace-01

Untuk menguapkan bahan baku dari suhu 87 °C menjadi 613 °C

Kondisi Operasi Furnace :

Suhu Masuk : 87°C = 360,15 K

Suhu Keluar : 613°C = 886,15 K

Suhu Referensi : 25°C = 298,15 K

Tekanan : 1 atm

Tabel 3.2 Neraca Panas Furnace -01

	Panas Masuk	Panas Keluar
ΔH_1	123850,417	-
ΔH_2	-	1174581,375
Q	1168189,095	-
Q loss	-	117458,1375
Total	1292039,512	1292039,512

Kebutuhan air pendingin yang dibutuhkan pada furnace (m) : 1352,8536 Kg/Jam

3.3 Reaktor-01

Kondisi Operasi Reaktor :

Suhu Masuk : $613^{\circ}\text{C} = 886,15\text{ K}$

Suhu Keluar : $650^{\circ}\text{C} = 923,15\text{ K}$

Suhu Referensi : $25^{\circ}\text{C} = 298,15\text{ K}$

Tekanan : 1 atm

Tabel 3.3 Neraca Panas Reaktor -01

	Masuk	Keluar
(ΔH_1)	131142825,835	-
(ΔH_2)	-	3080599021,31
($\sum HR$)	6888048,500	-
(Q_1)	2955682429,56	-
(Q_{loss})	-	13114282,58
Total	3093713303,891	3093713303,89

Kebutuhan air pendingin yang dibutuhkan pada reaktor (m) : 35329696,74 Kg/Jam

3.4 Heat Exchanger-01

Untuk menurunkan umpan masuk dari 650°C menjadi 219 °C

Kondisi Operasi Heat Exchanger-01 :

Suhu Masuk : 650°C = 923,15 K

Suhu Keluar : 219°C = 492,15 K

Suhu Referensi : 25°C = 298,15 K

Tekanan : 1 atm

**Tabel 3.4 Neraca Panas Heat
Exchanger-01**

	Panas Masuk	Panas Keluar
ΔH_1	35063198790,781	-
ΔH_2	-	10883616904,658
Q	-23091220195,657	-
Q loss	-	1088361690
Total	11971978595	11971978595

Dengan kebutuhan air pendinginan untuk mendinginkan umpan (m) :

31233897,1942

kg/jam.

3.5 Heat Exchanger-02

Kondisi Operasi Heat Exchanger-02 :

Suhu Masuk : $219^{\circ}\text{C} = 492,15\text{ K}$

Suhu Keluar : $30^{\circ}\text{C} = 303,15\text{ K}$

Suhu Referensi : $25^{\circ}\text{C} = 298,15\text{ K}$

Tekanan : 1 atm

Tabel 3.5 Neraca Panas HE 02

	Panas Masuk	Panas Keluar
$\Delta H1$	10884467000,000	-
$\Delta H2$	-	280527500,000
Q	-9515492800,000	-
Q loss	-	1088446700
Total	1368974200	1368974200

Dengan kebutuhan air pendinginan untuk mendinginkan umpan (m) :

10469240,6205 Kg/Jam

3.6 Heat Exchanger-03

Kondisi Operasi Heat Exchanger-03 :

Suhu Masuk : $106^{\circ}\text{C} = 379,15\text{ K}$

Suhu Keluar : $121^{\circ}\text{C} = 394,15\text{ K}$

Suhu Referensi : $25^{\circ}\text{C} = 298,15\text{ K}$

Tekanan : 1 atm

Tabel 3.6 Neraca Panas HE 03

	Panas Masuk	Panas Keluar
$\Delta H1$	4544190563,285	-
$\Delta H2$	-	5385707334,264
Q	1295935827,307	-
Q loss	-	454419056,3
Total	5840126391	5840126391

Dengan kebutuhan Steam Pemanas untuk memanaskan umpan (m) : 1428658,1714

Kg/Jam

3.7 Destilasi-01

Kondisi Operasi Destilasi-01 :

Suhu Masuk : $121^{\circ}\text{C} = 394,15\text{ K}$

Suhu Keluar : $155^{\circ}\text{C} = 428,15\text{ K}$

Suhu Referensi : $25^{\circ}\text{C} = 298,15\text{ K}$

Tekanan : 1 atm

Tabel 3.7 Neraca Panas Destilasi-01

Komponen	Panas Masuk	Panas Keluar
ΔH_1	1955120,036	-
ΔH_4	-	179134,1141
ΔH_7	-	2497281,703
Q2	717292,736	-
Q1	-	75732,31856
Qloss	-	71729,2736
Total	2672412,772	2672412,772

3.8 Reboiler-01

Kondisi Operasi Reboiler-01 :

Suhu Masuk : $700^{\circ}\text{C} = 973,15\text{ K}$

Suhu Keluar : $219^{\circ}\text{C} = 492,15\text{ K}$

Suhu Referensi : $25^{\circ}\text{C} = 298,15\text{ K}$

Tekanan : 1 atm

Tabel 3.8 Neraca Panas Reboiler-01

	Panas Masuk	Panas Keluar
ΔH_1	37868254694,044	-
ΔH_2	-	10883616904,658
Q	-23197812319,981	-
Q loss	-	3786825469
Total	14670442374	14670442374

3.8 Flash Drum-01

Kondisi Operasi Flash Drum-01 :

Suhu Masuk : $121^{\circ}\text{C} = 394,15\text{ K}$

Suhu Keluar : $121^{\circ}\text{C} = 394,15\text{ K}$

Suhu Referensi : $25^{\circ}\text{C} = 298,15\text{ K}$

Tekanan : 1 atm

Tabel 3.8 Neraca Panas FlushDrum-

01

	Panas Masuk	Panas Keluar
ΔH_3	-	-191768,39
ΔH_1	-376174,118	-
ΔH_2	-	751391,659
Q	898179,978	-
Q loss	-	-37617,41
Total	522005,859	522005,86

3.9 Heat Exchanger-04

Kondisi Operasi Heat Exchanger-04 :

Suhu Masuk : $81^{\circ}\text{C} = 354,15 \text{ K}$

Suhu Keluar : $30^{\circ}\text{C} = 303,15 \text{ K}$

Suhu Referensi : $25^{\circ}\text{C} = 298,15 \text{ K}$

Tekanan : 1 atm

Tabel 3.9 Neraca Panas HE-04

	Panas Masuk	Panas Keluar
ΔH_1	-111864,893	-
ΔH_2	-	-9815,810
Q	90862,594	-

Q loss	-	-11186,48928
Total	21002,29886	21002,29886

Dengan kebutuhan air pendinginan untuk mendinginkan umpan (m) : 92,5611
Kg/Jam



BAB IV

SPESIFIKASI ALAT DAN UTILITAS

4.1 Spesifikasi Alat

Pabrik pembuatan Biphenyl yang didirikan menggunakan beberapa instrumentasi peralatan, baik peralatan utama maupun pendukung, spesifikasi yang digunakan diantaranya adalah sebagai berikut :

4.1.1 Storage Tank Benzene (T-101)

Fungsi	: menyimpan benzena selama 10 hari
Tipe Tangki	: Silinder vertikal dengan dasar datar (<i>flat bottom</i>) dan atap (<i>head</i>) berbentuk <i>Conical Roof</i>
Bahan	: SA –Grade A
Kondisi Operasi	: T = 30 °C P = 1 atm
Waktu Penyimpanan	: 15 Hari

Tabel 4.1 Spesifikasi Tangki Benzena

Kode	: T-101
Fungsi	: Untuk menyimpan Benzena selama 10 hari
Tipe	: Silinder tegak dengan alas datar dan tutup <i>conical roof</i>
Kapasitas	: 4.132.873,8 kg
Volume silinder	: 214.900 bbl
Diameter <i>storage</i>	: 160 ft

Tinggi storage	: 60 ft
Tebal storage	: 1/4 in
Tebal tutup	: 0,526 ft
Bahan	: SA – 240 Grade M
Jumlah	: 1 buah

4.1.2 Reaktor PFR (R-01)

Fungsi : untuk mereaksikan benzene dalam fase gas sehingga menghasilkan *biphenyl* dan hidrogen

Tipe reaktor : Plug Flow Reaktor

Bahan : Grade C

Kondisi Operasi : T = 613 °C

P = 1 atm

Tabel 4.2 Spesifikasi Reaktor PFR

Kode	R-01
Fungsi	Untuk mereaksikan benzena dalam fase gas sehingga menghasilkan <i>biphenyl</i> dan hidrogen
Bentuk	Berupa Tube(tabung) yang berbentuk silinder
Jenis	Plug Flow Reaktor (PFR)
Kondisi Operasi :	
Suhu	650 °C
Tekanan	1 atm
BahanKonstruksi	Carbon Steel SA 285 Grade C
Volume	1189,67 m ³

Dimensi :	
Diameter <i>Shell</i>	8,34 m
Tinggi <i>Shell</i>	
Tebal <i>Shell</i>	18,15 1/4 in

4.1.3 Pompa Benzena (P-01)

Fungsi : untuk mengalirkan Benzena dari storage tank menuju Vaporizer

Tipe pompa : centrifugal pump

Bahan Konstruksi : stainless (austenitic) AISI tipe 316

Alasan pemilihan :

- Dapat digunakan dalam range kapasitas besar dan tekanan tinggi
- Konstruksi sederhana sehingga harganya relatif murah
- Kecepatan putaran stabil
- Tidak memerlukan area yg luas

Tabel 4.7 Spesifikasi Pompa

Nama Alat	P-101
Fungsi	: untuk mengalirkan Benzena dari storage tank menuju ke Vaporizer
Jenis	: <i>Centrifugal pump, single suction, single stage</i>
Bahan Konstruksi	: <i>Stainless Steel (austenitic)</i> AISI tipe 316
Kapasitas	: 418,61 gpm

Efisiensi Pompa	: 80 %
Dimensi	: NPS = 4 in
	: Sch = 40 in
Power Motor	: 3 HP

4.1.4 Vaporizer (V-01)

Nama alat	Vaporizer
Kode alat	V-01
Fungsi	untuk mengubah benzena cair menjadi gas
Jenis	<i>Shell and Tube</i>
Bahan	<i>Stainless steel grade 213</i>
Dimensi <i>shell and tube</i>	
Shell ID <i>shell</i> : 33 in : 0,8382 m	Tube Susunan 1 in, 1,25'' <i>triangular pitch</i> OD : 1 in = 0,00254 m ID : 0,834 in = 0,0212 m BWG : 14 Nt 522 Pass 2

4.1.5 Storage Tank Alumina (T-02)

Kode	: T-02
Fungsi	: Untuk menyimpan Alumina selama 15 hari
Tipe	: Silinder tegak dengan alas datar dan tutup <i>conical roof</i>
Kapasitas	: 2.004.002

Volume silinder	: 10158,5562 bbl
Diameter storage	: 53,4 ft
Tinggi storage	: 21,36 ft
Tebal storage	: 1/4 in
Tebal tutup	: 0,28 ft
Bahan	: SA – 240 Grade M
Jumlah	: 1 buah

4.1.6 Heat Exchanger (HE-01)

Nama alat	Heat Exchanger
Kode alat	HE-01
Fungsi	Untuk menurunkan Suhu Biphenyl dari 650°C sampai dengan 219°C
Jenis	Shell and Tube
Bahan	Carbon Steel SA 283 Grade C
Dimensi shell and tube	
Shell	Tube
ID : 39 in	OD : 1 in
N' : 2	BWG : 16
B : 5 in	L : 23 ft
ΔP_t : 6,616463 psi	Nt : 1258
$\Delta LMTD$: 105,8687 F	N : 4
A : 7296,546 ft2	Susunan Pitch
Uc : 98,61624 Btu/jam.ft2.F	Jenis : Tringular Pitch
Ud : 24,08126 Btu/jam.ft2.F	Pt : 1
Rd : 0,031386 jam.ft2.F/Btu	De : 0,0725 in
	A' : 0,594 in2

	$A'' : 0,2618 \text{ ft}^2$ $\Delta P_s : 0,934931 \text{ psi}$
--	--

4.1.7 Heat Exchanger (HE-02)

Nama alat	Heat Exchanger
Kode alat	HE-02
Fungsi	Untuk menurunkan Suhu alumina dari 219°C sampai dengan 30°C
Jenis	Shell and Tube
Bahan	Carbon Steel SA 283 Grade C
Dimensi shell and tube	
Shell	Tube
ID : 39 in	OD : 1 in
N' : 2	BWG : 16
B : 5 in	L : 23 ft
ΔPt : 6,616463 psi	Nt : 1258
Δ LMTD : 105,8687 F	N : 4
A : 7296,546 ft2	Susunan Pitch
Uc : 98,61624 Btu/jam.ft2.F	Jenis : Tringular Pitch
Ud : 24,08126 Btu/jam.ft2.F	Pt : 1
Rd : 0,031386 jam.ft2.F/Btu	De : 0,0725 in

	$A' : 0,594 \text{ in}^2$ $A'' : 0,2618 \text{ ft}^2$ $\Delta P_s : 0,934931 \text{ psi}$
--	---

4.1.8 Pompa (P-02)

Nama alat	Pompa
Kode alat	P-02
Fungsi	mengalirkan Benzena dan biphenyl dari Separator(SP-01) menuju ke Reboiler01
Jenis	<i>centrifugal pump</i>
Bahan	<i>Stainless Steel (austenitic)</i> AISI tipe 316
Kapasitas	: 418,61 gpm
Efisiensi Pompa	: 80 %
Dimensi	: NPS = 4 in
	: Sch = 40 in
Power Motor	: 3 HP

4.1.9 Separator (SP-01)

Nama alat	Separator
Kode alat	SP-01
Fungsi	fungsi untuk proses pemisahan alumina dan hidrogen yang bercampur di dalam larutan bipheyl

Jenis	Tangki silinder <i>vertical</i>
Bahan	<i>Stainless steel grade 213</i>
Diameter	1,6 m
Tinggi	4,77 m
Tinggi Cairan	0,67 m

4.2 Utilitas

Pada sebuah industri yang di rancang, utilitas merupakan unit penunjang utama dalam memperlancarkan jalannya suatu proses untuk kegiatan produksi. Dalam suatu pabrik, utilitas memegang peranan yang sangat penting. Agar proses produksi tersebut dapat terus berkesinambungan, dan didukung oleh sarana dan prasarana dengan utilitas yang baik. Karena dalam proses produksi suatu pabrik jika tidak ada utilitas tidak akan berjalan dengan baik.

Berdasarkan kebutuhannya, utilitas pada prarancangan pabrik pembuatan Biphenyl terdiri dari :

1. Unit Pengolahan Air
2. Unit Penyediaan Steam
3. Unit Penyediaan Listrik
4. Unit Penyediaan Bahan Bakar
5. Unit Pengolahan Limbah

4.2.1 Unit Pengolahan Air

Kebutuhan air meliputi kebutuhan air dingin, air umpan boiler dan air keperluan kantor dan rumah tangga, air untuk pemadam kebakaran dan air cadangan. Air di peroleh dari air dekat sungai dengan lokasi pabrik yang kemudian diolah terlebih dahulu sehingga memenuhi persyaratan. Secara

seederhanan pengolahan ini meliputi pengendapan, penggumpalan , penyaringan, demineralisasi dan daerasi. Air yang telah digunakan sebagai air pendingin proses dan kondensat,dapat direcycle guna menghemat air,sehingga sehingga jumlah maje up air yang diperlukan sebagai berikut :

Table 4.12 Kebutuhan air pendingin

NO	Nama Alat	Kode Alat	Jumlah Kebutuhan (kg/jam)
1	Pendingin Reaktor-01	R-01	94529,39
2	Heat Exchanger-01	HE-01	84728
3.	Heat Exchanger-02	HE-02	9612
4	Heat Exchanger-03	HE-03	189,39
5.	Heat Exchanger-04	HE-04	94529,39
6 .	Heat Exchanger-05	HE-05	94883,0506
7.	Heat Exchanger-06	HE-06	84705,8256
Total			463.177,0462

Air pendingin yang digunakan berada pada kondisi operasi sebagai berikut:

1. Temperatur awal : 60°C
2. Temperatur akhir : 65°C
3. ΔT : 25°C

Air pendingin bekas dapat digunakan kembali setelah didinginkan dalam menarapendingin air. Dengan menganggap terjadi kehilangan air selama proses sirkulasi, maka air tambahan yang diperlukan adalah jumlah air yang hilang karena penguapan, *drift loss*, dan *blowdown* (Perry, 1997). Air yang hilang karena penguapan dapat dihitung dalam persamaan sebagai berikut :

1. Air yang hilang karena penguapan (W_e)

$$W_e = 0,00085 W_c (T_2 - T_1)$$

(Perry, 1997)

Keterangan :

W_e : air yang hilang karena penguapan

W_c : jumlah air masuk menara

T_2 : suhu akhir

T_1 : suhu awal

Maka didapat hasil W_e sebagai berikut :

$$\begin{aligned} W_e &= (0,00085 \times 463177,0462)(65-60) \\ &= 393,7004893 \\ &= 1968,503 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

2. Air yang hilang karena *driftloss* (W_d)

Air yang hilang karena *drift loss* biasanya 0,1 – 0,2 % dari air pendingin yang masuk ke menara air.

Ditetapkan *drift loss* 0,2 %, maka :

(Perry, 1997)

$$\begin{aligned} W_d &= 0,002 \times 1968,503 \\ &= 3,937006 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

3. Air yang hilang karena *blowdown* (W_b)

Bergantung pada jumlah siklus sirkulasi air pendingin, biasanya antara 3 – 5 siklus

Ditetapkan *blowdown* berada pada 5 siklus, maka:

$$\begin{aligned} W_b &= \frac{W_e}{s-1} \\ W_b &= \frac{1968,503}{4} \\ &= 492,0075 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

Sehingga dari perhitungan diatas didapat bahwa air pendingin tambahan yang dibutuhkan adalah :

$$\begin{aligned} W_e + W_b + W_d &= 1968,503 \text{ kg/jam} + 3,937006 \text{ kg/jam} + \\ &\quad 492,0075 \text{ kg/jam} \\ &= 2464,447506 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

Kebutuhan Air Konsumsi Umum dan Sanitasi

Table 4.13 Kebutuhan air konsumsi
umum dan sanitasi

No	Nama Unit	Kebutuhan (L/hari)
1.	Perkantoran	10.000
2.	Laboratorium	3.000
3.	Kantin	5.000
4.	Hidran/Taman	3.000
5.	Poliklinik	1.000
TOTAL		22.000

Kebutuhan air konsumsi umum dan sanitasi = 22.000 Kg/hari

= 916,66 Kg/jam

4.2.2 Unit Penyediaan Steam

Secara umum unit pembangkit steam yang digunakan dalam industri adalah berupa boiler, kebutuhan air pengisi boiler atau air umpan boiler didasarkan pada kebutuhan steam yang akan digunakan sebagai media pemanas pada proses produksi. Dari perhitungan neraca panas diketahui kebutuhan steam seperti terlihat dalam tabel :

Tabel 4.14 Kebutuhan uap pemanas

Nama Alat	Kode Alat	Jumlah Kebutuhan
		(Kg/jam)
Flashdrum - 01	FD-01	85458,06455

Flashdrum - 02	FD-02	84705,345
Heat Exchanger-01	HE-01	84728
Heat Exchanger-02	HE-02	9612
Heat Exchanger-03	HE-03	189,39
Heat Exchanger-04	HE-04	94529,39
Heat Exchanger-05	HE-05	94883,0506
Heat Exchanger-06	HE-06	84705,8256
TOTAL		538811,0658

Direncanakan steam yang digunakan dengan excess 20%, sehingga kebutuhan total steam adalah :

$$\begin{aligned}\text{Excess 20\% kebutuhan} &= 20\% \times 538811,0658 \\ &= 107762,2132 \text{ kg/jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Total Kebutuhan (Ms)} &= 107762,2132 + 538811,0658 \\ &= 646573,279 \text{ kg/jam} \\ &= 1425694,08 \text{ lb/jam}\end{aligned}$$

Kondisi Steam yang digunakan dalam boiler, air masuk pada suhu :

$$\text{Tekanan } 1\text{atm} = 101,325 \text{ kPa}$$

$$\text{Temperature} = 75 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Entalpi cair (Hl)} = 3334,91 \text{ kJ/kg}$$

$$= 79,992 \text{ kkal/kg}$$

$$\text{Entalpi uap (Hv)} = 2643 \text{ kJ/kg}$$

$$= 631,2699 \text{ kkal/kg}$$

1. Menghitung daya boiler

Untuk mendapatkan berapa daya yang dibutuhkan oleh boiler(dalam satuan hp) adalah dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Hp} &= \text{Ms (Hv-Hl)} / 970,3 \times 34,5 \\ &= 1425694,08 (631,2699 - 79,992) / (970.3 \times 34.5) \\ &= 1425694,08 (551,2779 / 33465) \\ &= 785953638,5 / 33465 \\ &= 23485,84 \text{ horse power (hp)} \end{aligned}$$

2. Menghitung Kapasitas *Boiler*

Untuk mencari kapasitas *boiler* didapat persamaan sebagai berikut : $Q = \text{Ms (Hv-Hl)}/1000$

$$\begin{aligned} &= 1425694,08 (631,2699 - 79,992) / 1000 \\ &= 1425694,08 (551,2779) / 1000 \\ &= 785953,6385 \text{ Btu/jam} \end{aligned}$$

3. Menghitung Jumlah Air Yang Dibutuhkan *Boiler*

Untuk mengetahui jumlah air yang dibutuhkan *boiler* dibutuhkan faktor evaporasi atau penguapan dari *boiler*, maka didapat persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Faktor Evaporasi} &= \text{Hv-Hl} / 970,3 \\ &= (631,2699 - 79,992) / 970.3 \\ &= 551,2799 / 970.3 \\ &= 0,56815 \end{aligned}$$

Maka jumlah air yang dibutuhkan boiler adalah :

$$= \text{Faktor evaporasi} \times \text{Kebutuhan steam}$$

$$= 0,56815 \times 1425694,08 \text{ lb/jam}$$

$$= 810008,0916 \text{ lb/jam}$$

4. Menghitung kebutuhan Bahan Bakar Boiler

Digunakan bahan bakar jenis *Fuel Oil* dengan *Heating Value* sebesar 60.000 kkal/jam (*jurnal teknika vol 3 april 2019*) , dengan efisiensi boiler adalah 87%, maka didapat kebutuhan bahan bakar sebagai berikut :

$$\begin{aligned} H_{val} &= 60.000 \text{ kkal/jam} = \\ &107927,77 \text{ Btu/lb Bahan Bakar} = \\ &M_s (H_v - H_l) / \text{Efisiensi} \times H_{val} \\ &= 1425694,08 \quad (631,2699 - 79,992) / \\ &\quad (87\% \times \\ &\quad 107927,77 \\ &= 1425694,08 (551,2779) / (87\% \times \\ &\quad 107927,77) \\ &= \\ &8370,37 \text{ lb/jam} \end{aligned}$$

Sehingga
didapat spesifikasi *Boiler*
adalah :

Nama Alat	: Steam Boiler
Tipe	: Fire tube boiler
Fungsi	: Menghasilkan high pressure steam untuk keperluan proses produksi Fatty Acid Methyl Ester .

Tekanan Steam	: 3 bar
Kapasitas steam	: 60000 kkal/jam
Dimensi	: ID ; 650 mm H ; 1425 mm
Kapasitas air	: 810008,0916 lb/jam
Daya Boiler	: 23485,84 horse power (hp)
Rate Steam	: 1425694,08
lb/jam Efisiensi	: 80%
Bahan Bakar	: Solar

(jurnal teknika vol 3 april 2019)

4.2.3 Unit Penyediaan Listrik

Kebutuhan tenaga listrik pada pabrik Titanium Dioksida dipenuhi oleh Perusahaan Listrik Negara (PLN) dan generator pabrik. Hal ini bertujuan agar pemasukan tenaga listrik dapat berlangsung secara kontinyu apabila PLN terjadi gangguan.

Generator merupakan suatu mesin penggerak yang mampu mengubah energi mekanik menjadi energi listrik, bahan bakar yang digunakan adalah solar dan udara yang di tekan untuk menghasilkan panas. Panas yang dihasilkan digunakan untuk memutar poros motor sehingga generator dapat menghasilkan energi listrik. Listrik tersebut didistribusi menggunakan panel. Energi listrik dari generator digunakan sebagai sumber listrik utama untuk penerangan dan menggerakkan alat proses ketika listrik padam.

Berikut adalah spesifikasi generator yang digunakan:

Kapasitas	: 2000 Kw
Jenis	: AC Generator
Jumlah	: 1

Pada Industri byphenil kebutuhan listrik yang dibutuhkan adalah sebagai berikut :

a. Unit Kebutuhan Listrik pada Proses Produksi

Tabel 4.15 Kebutuhan listrik alat proses

Alat	Kode Alat	Daya
		Hp
Pompa	101	2
Pompa	102	1
Pompa	103	2
Pompa	104	1
Pompa	105	1
Pompa	106	1
Pompa	107	1
Pompa	108	1
Pompa	109	2
Total		12

Kebutuhan alat pada proses 12 Hp atau 88,028 kW

b. Unit Kebutuhan Listrik Total

Tabel 4.16 Kebutuhan listrik Total

Alat	Daya (Hp)
Listrik untuk keperluan alat proses	312,36
Listrik untuk keperluan alat Utilitas	80,93
Listrik untuk instrumentasi dan control	11,8
Listrik untuk keperluan kantor dan rumah tangga	77,69
Total	482,78

$$\text{Ket : } 1 \text{ Hp} = 0,746 \text{ kW}$$

c. Kebutuhan listrik alat lainnya

1. Kebutuhan listrik alat kontrol dan penerangan adalah 5% dari kebutuhan listrik alat proses dan utilitas yaitu sebesar 18,007694 kW
2. Kebutuhan listrik laboratorium, bengkel dan instrumentasi adalah 25% dari kebutuhan listrik alat proses dan utilitas yaitu sebesar 90,03847 kW

Total kebutuhan listrik pabrik biphenyl adalah sebesar 108,046164 kW. Beban listrik dari generator adalah sebesar 2000 kW dengan faktor daya 80%

4.2.4 Unit Penyediaan Bahan Bakar

Bahan bakar yang diperlukan pada proses industri Titanium Dioksida adalah untuk sumber energi pada ketel uap dan pembangkit tenaga listrik (generator) dengan menggunakan minyak solar, penggunaan solar dipilih karena memiliki efisiensi dan nilai bakar yang tinggi, rincian kebutuhan bahan bakar yang dibutuhkan adalah sebagai berikut :

a. Kebutuhan Bahan Bakar pada Unit Generator

Generator yang digunakan dalam unit produksi biphenyl memiliki spesifikasi sebagai berikut :

Kapasitas = 2000 kW

Jenis = AC Generator

Jumlah = 1 Jenis

Bahan Bakar = Solar

Nilai Bahan Bakar = 33216,3127 btu/lb

Densitas Solar = 0,832 kg/l

Daya = 2000 kW = 6824284 Btu/jam = 734195751,9 kg/jam

Nilai Bahan Bakar = 33216,3127 btu/lb = 7725,37334 kJ/kg

Jumlah Bahan Bakar = 734195751,9/7725,37334 = 95036,92826 kg/jam

Kebutuhan Solar = 128544,8298 liter/jam

b. Kebutuhan Bahan Bakar pada Unit Boiler

Daya = 23485,84 hp
= 17520,43664 kW
= 59782217,72 btu/jam
= 555376,8026 kg/jam

Nilai Bahan Bakar = 33216,3127 btu/lb = 7725,37334 kJ/kg

Jumlah Bahan Bakar = 555376,8026/7725,37334

= 71,8896287 kg/jam

Kebutuhan Solar = 97,23630864 liter/jam

c. Kebutuhan Bahan Bakar Total

Solar untuk generator + solar untuk boiler = 128544,8298 liter/jam +
97,23630864 liter/jam = 128642,0661 liter/jam

4.2.5 Unit Pengolahan Limbah

Dalam suatu Industri, pengolahan limbah merupakan hal yang tak kalah penting karena apabila tidak ditangani dengan tepat dan dibuang begitu saja akan berpotensi bahaya terhadap lingkungan, oleh karena itu perlu penanganan khusus bagi limbah yang dihasilkan dalam suatu industri sebelum dibuang ke lingkungan sekitar demi kelestarian lingkungan hidup sekitar. Pada industri biphenyl dihasilkan limbah berupa cair dan gas dari proses produksi, laboratorium, maupun domestik, prosesnya meliputi sebagai berikut :

a. Limbah domestik

Limbah cair hasil pencucian peralatan dan kebersihan pabrik. Limbah cair golongan ini didominasi oleh air, maka limbah ini dikontrol dalam sistem WWTP yang ada diperusahaan.

b. Limbah Laboratorium

Limbah yang berasal dari laboratorium ini mengandung bahan kimia yang digunakan untuk analisa mutu bahan baku yang dipergunakan dan mutuproduk yang dihasilkan, serta yang dipergunakan untuk penelitian dan pengembangan proses. Limbah laboratorium termasuk limbah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun) sehingga dalam penanganannya harus dikirim ke pengumpul limbah B3 (pihak ke tiga) sesuai dengan peraturan pemerintah Republik Indonesia.

c. Limbah Proses

Limbah proses dari industri biphenyl adalah berupa limbah gas hidrogen, katalis alumina dan butiran biphenyl. Pada gas hidrogen akan dijual ke pihak ke tiga sedangkan limbah katalis akan dilakukan regenerasi hingga jenuh dan akan dikirim ke pengumpul limbah B3 (pihak ke tiga). Untuk butiran biphenyl pada proses *prilling tower* akan ditambahkan blower untuk menangkap butiran yang terbang di udara dan direcycle Kembali.

BAB V

EVALUASI EKONOMI

5.1 Pemilihan Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik yang tepat sangat penting dalam perancangan suatu pabrik, lokasi yang tepat dapat memiliki pengaruh yang besar terhadap keberhasilan pabrik tersebut baik dalam segi teknis maupun ekonomis. Oleh karena itu pabrik Biphenyl dengan kapasitas 200.000 ton/tahun direncanakan akan didirikan di pinggiran sungai Donan, kawasan industri Cilacap, Cilacap, Jawa Tengah. Adapun faktor-faktor yang mendukung untuk mempertimbangkan lokasi pabrik, antara lain (Peters & Timmerhaus, 1991, Hal 91-95):

1. Ketersediaan Bahan Baku

Sumber bahan baku adalah faktor yang penting dalam menunjang proses produksi. Pemilihan lokasi ini dikarenakan sumber bahan baku lebih dekat sehingga biaya pengiriman dapat di minimalisir dan untuk pengiriman tidak memakan waktu terlalu lama. Untuk mewujudkan hal tersebut maka lokasi dipilih berdekatan dengan pabrik supplier bahan baku yaitu bahan baku Benzen yang didapat dari PT. Pertamina yang terletak di kawasan Cilacap.

2. Transportasi

Sarana transportasi sangat penting untuk proses penyediaan bahan baku. Transportasi bahan baku menuju Cilacap cukup mudah karena adanya fasilitas jalan tol selain itu juga cukup dekat dengan pelabuhan sehingga arus transportasi juga lancar.

3. Kemudahan Akses Pengiriman

Letak nya yang berada dekat dengan jalan tol akan mudah dalam proses pengiriman, baik untuk pemasokan bahan baku maupun pengiriman produk ke pembeli. Jarak yang dekat pula dengan pelabuhan sehingga memudahkan untuk pengiriman ekspor.

4. Pemasaran Produk

Letak kawasan yang strategis sangat memudahkan untuk komoditi ekspor maupun pengiriman ke pabrik-pabrik di Indonesia yang membutuhkan Biphenyl. Konsumen Biphenyl sebagian akan di ekspor, sementara sisanya akan dipenuhi untuk keperluan dalam negeri.

5. Tenaga Kerja

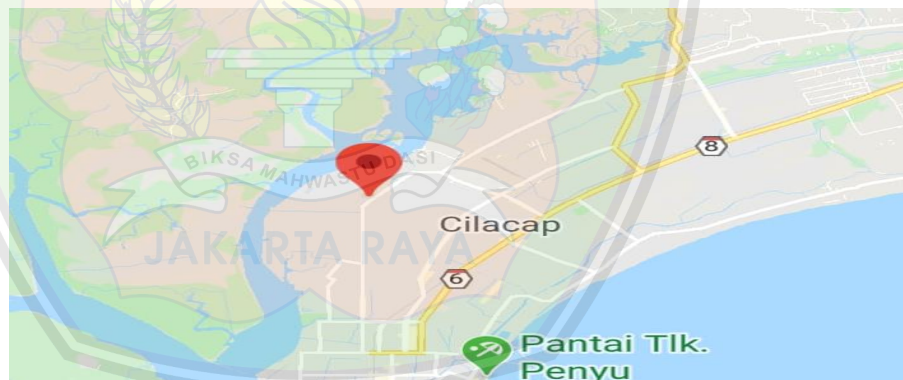
Kawasan ini merupakan salah satu kawasan yang sedang berkembang pesat, sehingga tidak ada kesulitan untuk mendapatkan tenaga kerja. Tenaga kerja ahli dan berkualitas dapat diambil dari lulusan Universitas/Institut di seluruh Indonesia, untuk tenaga kerja non ahli (operator) dapat mengambil dari daerah sekitar dengan radius 20 km dari sekitar.

6. Lingkungan

Lokasi pabrik dipilih pada daerah khusus untuk kawasan Industri sehingga akan memudahkan dalam perijinan pendirian pabrik.

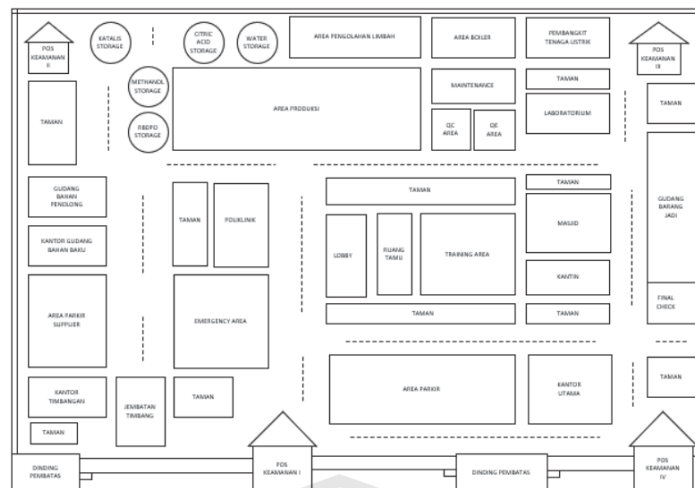
7. Ketersediaan Lahan

Faktor ini berkaitan dengan rencana pengembangan pabrik kedepannya



Gambar 5.1 Rencana Lokasi Pendirian Biphenyl

5.2 Tata Letak Pabrik (Lay Out Plant)



Gambar 5.2 Layout pabrik

Setelah diagram proses produksi telah dirancang, maka selanjutnya perlu dilakukan perancangan tata letak pabrik, dimana tata letak pabrik merupakan hal yang tak kalah penting untuk diperhatikan karena dapat mempengaruhi kelancaran dalam suatu proses industri, perencanaan tata letak pabrik harus diperhatikan dengan baik agar tidak terjadi masalah dikemudian hari, tata letak pabrik itu sendiri mencakup perencanaan penempatan seluruh komponen didalam pabrik baik unit produksi, utilitas, sarana dan prasarana pabrik, bahkan hingga lokasi untuk pengolahan limbah, peletakan ruangan-ruangan tersebut dimaksudkan agar pabrik dapat berjalan secara efektif dan efisien, berikut hal-hal yang harus diperhatikan dalam penentuan posisi tata letak pabrik berdasarkan Petter-Timmerhaus, chemical Design Plan 1999 :

1. Jenis dan kuantitas produk yang akan dihasilkan.
2. Jenis proses dan kontrol produk
3. Kemudahan operasional dan akses dalam industri
4. Distribusi ekonomis dari utilitas dan servis
5. Jenis bangunan dan kode penamaan bangunan
6. Pertimbangan kesehatan dan keselamatan kerja (K3)
7. Unit pengolahan limbah
8. Ketersediaan jarak pada lahan produksi yang dibutuhkan
9. Jalur perjalanan dalam industry

5.3 Tata Letak Mesin dan Peralatan Proses

Dalam perancangan tata letak alat proses pabrik harus dirancang secara efisien agar proses berjalan dengan baik . Dalam perancangannya ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, yaitu:

5.3.1 Aliran Bahan Baku dan Produk

Jalannya aliran bahan baku dan produk yang tepat akan memberikan keuntungan ekonomis yang besar, serta menunjang kelancaran dan keamanan produksi. Semakin dekat penempatan bahan baku dan produk dengan jalur transportasi, maka akan semakin efisien biaya yang dikeluarkan.

5.3.2 Aliran Udara

Aliran udara di dalam dan sekitar area proses perlu diperhatikan kelancarannya. Hal ini bertujuan untuk menghindari terjadinya penumpukan udara atau akumulasi bahan kimia berbahaya yang dapat membahayakan keselamatan pekerja, selain itu perlu memperhatikan arah hembusan angin

5.3.3 Pencehayaan

Penerangan seluruh pabrik harus memadai. Pada tempat-tempat proses yang berbahaya atau berisiko tinggi harus diberi penerangan tambahan. Untuk menghindari kecelakaan karna pencahayaan.

5.3.4 Lalu Lintas Manusia dan Kendaraan

Dalam perancangan lay out peralatan, perlu diperhatikan agar pekerja dapat mencapai seluruh alat proses dengan cepat dan mudah agar apabila terjadi gangguan pada alat proses dapat segera diperbaiki, selain itu keamanan pekerja selama menjalankan tugasnya perlu diprioritaskan. 5.3.5 Pertimbangan Ekonomi Dalam menempatkan alat-alat proses pada pabrik diusahakan agar dapat menekan biaya operasi dan menjamin kelancaran serta keamanan produksi pabrik sehingga dapat menguntungkan dari segi ekonomi.

5.3.6 Jarak Antar Alat Proses

Untuk alat proses yang mempunyai suhu dan tekanan operasi tinggi, sebaiknya dipisahkan dari alat proses lainnya, sehingga apabila terjadi ledakan atau kebakaran pada alat tersebut, tidak membahayakan alat-alat proses lainnya dan mudah melakukan penyelamatan. Pada pabrik Etilen Oksida, bagian proses produksi dibagi menjadi 6 bagian masing-masing dengan bagian yang berbeda-beda, berikut adalah keterangan dalam setiap bagian proses pabrik Etilen Oksida

Gambar 5.3 Bagian proses Biphenyl

5. 4 Struktur Organisasi Pabrik

Untuk mencapai hasil produksi yang tinggi, diperlukan elemen dasar yang berfungsi sebagai penunjang dalam menjalankan suatu perusahaan untuk mencapai tujuannya. Unsur dasar dari elemen tersebut adalah manusia, bahan, mesin, metode, uang

dan pasar. Elemen tersebut menjadi faktor dasar yang secara bersama-sama dalam membentuk suatu organisasi perusahaan.

5.4.1 Bentuk Perusahaan

Secara umum organisasi pabrik yang banyak dilakukan adalah jenis Perseroan Terbatas (PT), dimana kekuasaan tertinggi terletak pada pemegang saham, diwakili oleh dewan komisaris. Pelaksanaan operasi pabrik sehari-hari dilaksanakan oleh direksi dibantu oleh staff pabrik dan kantor (administrasi). Beberapa alasan suatu pabrik yang direncanakan berstatus perusahaan swasta nasional dengan bentuk Perseroan Terbatas (PT), dengan alasan sebagai berikut :

- a. Mendapatkan modal yang lebih besar karena berasal dari beberapa penyumbang saham dan pinjaman dari bank.
- b. Dari segi badan hukum mempunyai status hukum yang lebih kuat dan lebih diakui dibanding badan hukum perusahaan lainnya sehingga mudah dalam peminjaman uang di bank
- c. Apabila terjadi kerugian maka pemegang saham hanya bertanggung jawabkan sebesar modal awal tidak harus mengambil kekayaan pribadi
- d. Konflik sebesar apapun yang terjadi didalam perusahaan tidak akan mempeharuhi kegiatan pabrik karena masalah pabrik tidak akan mengganggu kegiatan pabrik Dengan berbagai pertimbangan dan keuntungan yang dijelaskan, maka ditentukan bahwa pabrik Etilen Oksida ini direncanakan akan dibentuk dengan menggunakan organisasi pabrik Perseroan Terbatas (PT).

5.4.2 Struktur Organisasi

Struktur organisasi yang umum digunakan dalam suatu pabrik atau perusahaan adalah sistem line and staff , karena pada sistem ini merupakan suatu organisasi dimana arus wewenang langsung dari pimpinan tertinggi ke karyawan melalui beberapa pejabat pada bermacam-macam tingkat manajemen. Model organisasi garis tepat untuk dilakukan dalam perusahaan kecil maupun sedang dimana dibutuhkan sentralisasi kontrol yang tinggi untuk pengambilan keputusan yang tepat, beberapa kelebihan lainnya dari tipe organisasi ini adalah :

- a. Struktur sederhana dan mudah dipahami
- b. Wewenang dan tanggung jawab untuk setiap posisi jelas
- c. Setiap karyawan hanya bertanggung jawab pada seorang pemimpin
- d. Disiplin yang tegas
- e. Keputusan dapat diberikan secepat mungkin

f. Setiap karyawan melaksanakan perintah langsung dari pimpinan dengan bebas tanpa kritik sehingga menciptakan lingkungan kerja yang harmonis.

Meskipun dengan berbagai keuntungan, setiap metode juga memiliki beberapa kekurangan termasuk pada struktur organisasi line and staff , berikut beberapa kerugian yang mungkin saja dapat terjadi diantaranya adalah :

a. Pimpinan setiap seksi harus bertanggung jawab untuk beberapa tugas dimana pimpinan tersebut kemungkinan tidak mempunyai keahlian dalam semua bidang

b. Pimpinan setiap seksi harus mampu mengendalikan para karyawannya, ahli dalam bagian yang dia pimpin, bahkan diwajibkan agar mampu melatih karyawannya

c. Tidak dapat membuat staff ahli karena setiap problem dapat dipecahkan sendiri Dengan melalui berbagai pertimbangan, pabrik Etilen Oksida yang akan dibangun direncanakan menggunakan struktur organisasi line and staff.

5.4.3 Tugas dan Tanggung Jawab (Job Description)

a. Direktur

Tugas dan Wewenang direktur meliputi :

- a) Pimpinan dan penanggung jawab tertinggi perusahaan.
- b) Menyusun dan melaksanakan kebijakan umum pabrik sesuai dengan kebijaksanaan RUPS.
- c) Menentukan dan merumuskan mengenai sistem operasi, sumber daya manusia dan pengembangan perusahaan.
- d) Mengadakan kerjasama dengan pihak luar demi kepentingan perusahaan.
- e) Mewakili perusahaan dalam mengadakan hubungan maupun perjanjian-perjanjian dengan pihak ketiga.

b. Sekretaris

Tugas dan Wewenang sekretaris meliputi :

- a) Sekretaris diangkat oleh direktur utama untuk menanganimasalah surat menyurat untuk pihak perusahaan.
- b) Menangani kearsipan dan pekerjaan lainnya untuk membantu direktur dalam menangani administrasi perusahaan.

c. Direktur produksi

Tugas dan wewenang direktur produksi meliputi :

- a) Mengkordinasikan dan mengelola sumber daya yang tersedia dibagian produksi.
- b) Dapat mengendalikan dampak terhadap lingkungan dan juga keselamatan kerja.
- c) Memberikan saran dan petunjuk kepada departemen sumber daya manusia dalam penempatan kerja secara tepat dan efektif.
- d) Mewakili direktur utama dalam hal yang berhubungan dengan pabrik apabila direktur utama tersebut berhalangan hadir.

d. Direktur komersial

Tugas dan wewenang direktur pemasaran meliputi :

- a) Secara periodik mengevaluasi kondisi penjualan dan bahan baku utama yang digunakan.
- b) Mengkordinasi pencarian informasi pasar dan member informasi after sales kepada pelanggan serta menampung dan segera menindak lanjuti keluhan – keluhan dari pelanggan.
- c) Menentukan standar mutu produk sesuai dengan permintaan pasar / konsumen
- d) Memutuskan segala sesuatu yang berhubungan dengan pemasaran, penjualan dan pembelian bahan baku utama dengan sepengetahuan direktur utama.

e. Direktur keuangan

Tugas dan wewenang direktur keuangan meliputi :

- a) Mengkordinasi dan mengawasi kegiatan keuangan perusahaan.
- b) Menyusun dan merumuskan prosedur keuangan dan system akuntansi yang akan diterapkan di perusahaan.
- c) Mengatur likuiditas perusahaan secara optimal, yaitu mengatur waktu pembayaran kepada supplier dan kreditor, menjamin saldo kas bank pada tingkat yang optimal, menyediakan dana investasi yang telah direncanakan sesuai jadwal.
- d) Mengusulkan kepada perusahaan tentang kebijakan baru yang akan mengarah kepada efisiensi perusahaan khususnya dalam departemen keuangan.

- e) Menandatangani cek bilyet giro perusahaan bersama salah satu direktur lainnya untuk pengeluaran uang dari kas perusahaan.

f. Manager

- a) Manajer pabrik : Bertugas memonitor agar produksi yang dilakukan akan menggunakan biaya seminimal mungkin dengan kualitas yang baik dan dalam waktu secepat mungkin menggunakan teknik – teknik yang dapat mempermudah para pekerja.
- b) Manajer pemasaran : Bertugas untuk menentukan sasaran pemasaran yang tepat dimana produk dapat didistribusikan dan juga menetapkan harga penjualan sehingga dapat terjangkau oleh konsumen dan juga agar dapat bersaing dengan perusahaan yang lain.
- c) Manajer pembelian : bertugas menentukan pembelian bahan baku yang dibutuhkan dengan harga yang murah dan layanan yang tepat dan cepat sehingga tidak menunda ataupun mengganggu proses produksi perusahaan.
- d) Manajer keuangan : bertugas untuk merencanakan dan menggunakan dana yang ada secara tepat sehingga aktifitas perusahaan akan tercapai secara lebih efisien.
- e) Manager QO : bertugas untuk mengelola dan meningkatkan efektifitas dan efisiensi dalam perusahaan dan memastikan program jaminan kualitas.

5.4.4 Pembagian Jam Kerja

Jumlah tenaga kerja mula-mula sebanyak 134 orang yang terbagi dalam 3 shift setiap harinya. Pembagian jam kerja adalah sebagai berikut :

a. Karyawan shift

Karyawan shift adalah karyawan yang secara langsung menangani proses produksi atau mengatur bagian – bagian tertentu dari pabrik yang mempunyai hubungan dengan masalah keamanan dan kelancaran produksi. Yang termasuk karyawan shift ini adalah operator produksi dan staff laboratorium yang harus selalu siaga untuk menjaga keselamatan serta keamanan pabrik. Para karyawan shift akan bekerja secara bergantian selama 24 jam dengan pengaturan sebagai berikut :

Shift I : Mulai jam 08.00 – 16.00 WIB

Shift II : Mulai jam 16.00 – 24.00 WIB

Shift III : Mulai jam 24.00 – 08.00 WIB

b. Pekerja kantor

Dayshift : Mulai jam 08.00 – 17.00 WIB

Untuk setiap karyawan berhak mendapatkan beberapa bonus untuk hari libur, beberapa diantaranya adalah :

- a) Cuti Tahunan Karyawan mempunyai hak cuti tahunan selama 12 hari setiap tahun. Bila dalam waktu 1 tahun hak cuti tersebut tidak dipergunakan maka hak tersebut akan hilang untuk tahun itu.
- b) Hari Libur Nasional Bagi karyawan harian (non shift), hari libur nasional tidak masuk kerja. Sedangkan bagi karyawan shift, hari libur nasional tetap masuk kerja dengan catatan hari itu diperhitungkan sebagai kerja lembur (overtime).
- c) Kerja Lembur (Overtime) Kerja lembur dapat dilakukan apabila ada keperluan yang mendesak dan atas persetujuan kepala bagian.

5.4.5 Perincian Tugas dan Keahlian

Perincian tugas masing-masing jabatan adalah sebagai berikut :

a. Jajaran Direksi Perusahaan

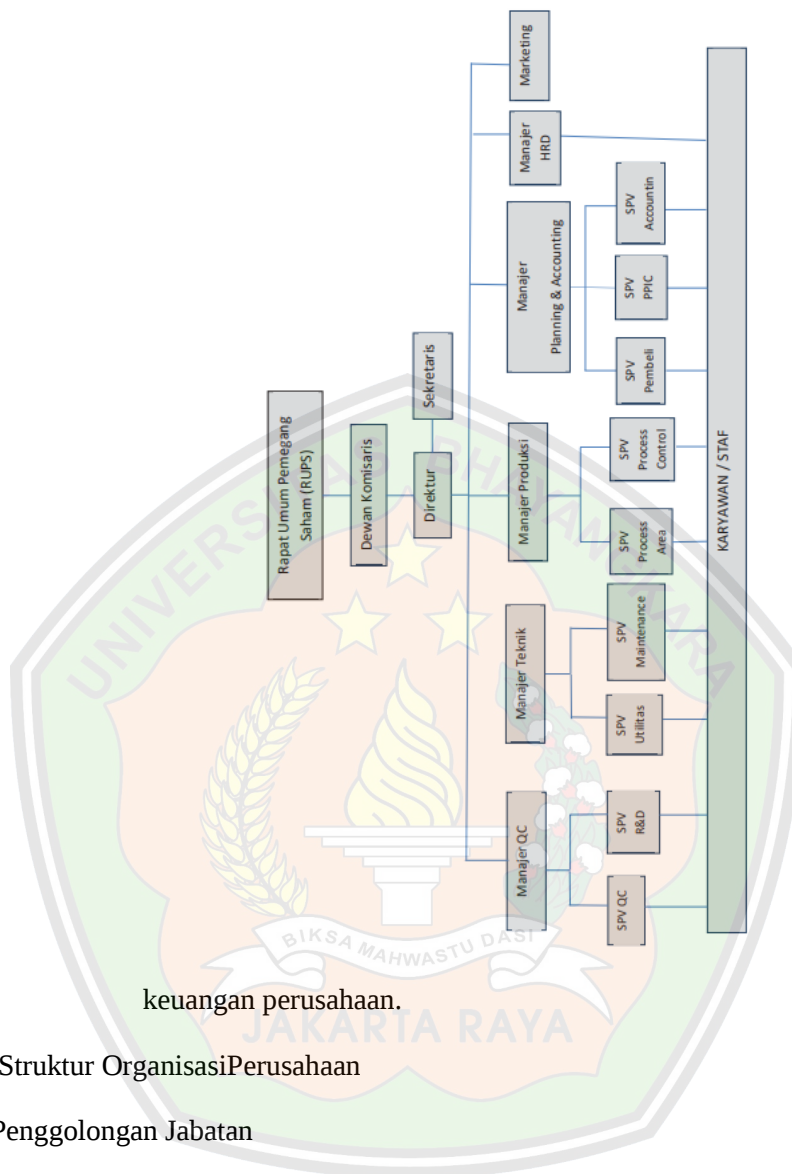
- a) Presiden Direktur Pemimpin dan penanggung jawab tertinggi perusahaan menentukan dan merumuskan kebijakan perusahaan mengenai sistem operasi, sumber daya manusia, dan perkembangan perusahaan.
- b) Direktur Produksi Kaki tangan Presiden Direktur yang bertugas dan bertanggung jawab terhadap kebijakan perusahaan dalam bidang produksi dan kelangsungan proses produksi secara kualitas dan kuantitas
- c) Direktur Keuangan Kaki tangan Presiden Direktur yang bertugas terhadap kebijakan perusahaan dalam bidang keuangan perusahaan, pembelian dan keuntungan perusahaan yang didapat.
- d) Direktur Komersial bertugas dan bertanggung jawab terhadap kebijakan perusahaan dalam bidang perencanaan, pengaturan dan pengendalian lalu lintas keuangan serta pemasaran produk.

b. Departemen Produksi

- a) Manager Pabrik bertugas dan bertanggung jawab terhadap perencanaan dan pengendalian di dalam produksi.

- b) Manager umum bertugas dan bertanggung jawab dalam atas berlangsungnya segala kegiatan perusahaan meliputi memimpin dan mengatur organisasi perusahaan dalam menghasilkan produk dengan kualitas jaminan mutu yang konsisten.
 - c) Kepala Bagian Proses Produksi Bertugas dan bertanggung jawab terhadap kelangsungan proses produksi dan operasi pabrik secara keseluruhan.
 - d) Kepala Bagian Pengemasan bertugas dan bertanggung jawab terhadap kemasan dalam produk di produksi.
 - e) Kepala Bagian Utilitas bertugas dan bertanggung jawab terhadap penyediaan utilitas yang diperlukan dalam operasi pabrik.
 - f) Kepala Bagian Teknik bertugas dan bertanggung jawab dalam merencanakan, mengkoordinasi dan mengendalikan kegiatan teknik sehingga dapat menjamin kelancaran operasional mesin produksi dan sarana penunjang.
 - g) Kepala Bagian Quality Control bertugas dan bertanggung jawab atas pemeriksaan dan pengendalian kualitas hasil produksi
 - h) Kepala Bagian Research and Development bertugas dan bertanggungjawab atas penelitian dan pengembangan produk baru dalam perusahaan.
- c. Departemen Komersial
- a) Manager Pemasaran bertugas dan bertanggung jawab atas pemasaran dan perencanaan pemasaran produk.
 - b) Kepala Bagian Humas bertugas dan bertanggung jawab membina dan menjaga hubungan baik dengan public dan media.
- d. Departemen Keuangan
- a) Manager Keuangan bertugas dan bertanggungjawab atas administrasi dan pengawasan lalu lintas kekayaan dalam perusahaan.
 - b) Manager Pembelian bertugas dan bertanggungjawab pembelian bahan baku, alat dan segala sesuatu yang dibutuhkan perusahaan.

- c) Kepala Bagian Administrasi dan Pembekuan bertugas dan bertanggungjawab atas audit dan pemeriksaan kekayaan dan lalu lintas



5.4.6 Kesejahteraan Sosial Karyawan

Kesejahteraan sosial yang diberikan oleh perusahaan pada para karyawan, antara lain :

- a. Gaji Pokok Diberikan berdasarkan golongan karyawan yang bersangkutan.
- b. Tunjangan Berupa tunjangan jabatan diberikan berdasarkan jabatan yang dipegang oleh karyawan dan tunjangan lembur diberikan kepada karyawan yang bekerja di luar jam kerja berdasarkan jam lembur
- c. Cuti Cuti tahunan yang diberikan kepada karyawan selama 12 hari dalam 1 tahun. Cuti sakit diberikan kepada karyawan yang menderita sakit berdasarkan keterangan dokter.
- d. Pakaian Kerja Diberikan kepada setiap karyawan setiap tahun sejumlah tiga pasang.
- e. Pengobatan Bagi karyawan yang menderita sakit yang diakibatkan oleh kecelakaan kerja ditanggung perusahaan sesuai dengan undang – undang yang berlaku. Bagi karyawan yang menderita sakit tidak diakibatkan oleh kecelakaan kerja diatur berdasarkan kebijakan perusahaan

5.4.7 Manajemen Perusahaan

Manajemen produksi merupakan salah satu bagian dari manajemen perusahaan yang fungsinya utamanya adalah menyelenggarakan semua kegiatan untuk memproses bahan baku menjadi produk dengan mengatur penggunaan faktor – faktor produksi sedemikian rupa sehingga proses produksi berjalan sesuai dengan yang direncanakan. Manajemen produksi meliputi manajemen perancangan dan pengendalian produksi. Tujuan perencanaan dan pengendalian produksi mengusahakan perolehan kualitas produk sesuai target dalam jangka waktu tertentu. Dengan meningkatnya kegiatan produksi maka selanjutnya diikuti dengan kegiatan perencanaan dan pengendalian agar penyimpangan produksi dapat dihindari. Perencanaan sangat erat kaitannya dengan pengendalian dimana perencanaan merupakan tolak ukur bagi kegiatan operasional sehingga penyimpangan yang terjadi dapat diketahui dan selanjutnya dikembalikan pada arah yang sesuai.

5.4.8 Pengendalian Produksi

Setelah perencanaan produksi disusun dan proses produksi dijalankan, perlu adanya pengawasan dan pengendalian produksi agar proses berjalan baik. Kegiatan proses produksi diharapkan menghasilkan produk dengan

mutu sesuai dengan standard dan jumlah produk sesuai dengan rencana dalam jangka waktu sesuai jadwal.

- a) Pengendalian Kualitas Penyimpangan kualitas terjadi karena mutu bahan baku tidak baik, kerusakan alat, dan penyimpangan operasi. Hal – hal tersebut dapat diketahui dari monitor atau hasil analisis laboratorium.
- b) Pengendalian Kuantitas Penyimpangan kuantitas terjadi karena kesalahan operator, kerusakan mesin, keterlambatan bahan baku serta perbaikan alat yang terlalu lama. Penyimpangan perlu diketahui penyebabnya, baru dilakukan evaluasi. Kemudian dari evaluasi tersebut diambil tindakan seperlunya dan diadakan perencanaan kembali dengan keadaan yang ada.
- c) Pengendalian Waktu Untuk mencapai kuantitas tertentu perlu adanya waktu tertentu pula
- d) Pengendalian Bahan Proses Bila ingin dicapai kapasitas produksi yang diinginkan maka bahan proses harus mencakupi sehingga diperlukan pengendalian bahan proses agar tidak terjadi kekurangan.

5.5 Evaluasi Ekonomi

Prarancangan pabrik Biphenyl di asumsikan sebagai berikut :

Pabrik beroperasi selama 330 hari selama setahun dengan Kapasitas maksimum 450.000 ton/tahun.

Harga alat disesuaikan dengan basis 20 Mei 2020 dan dimana nilai tukar dollar terhadap rupiah adalah 1 US\$ = Rp 14.755 (BCA, 20 Mei 2020) Dalam analisa ekonomi, semua harga diperhitungkan tergantung pada tahun didirikannya pabrik. Dengan menggunakan cost index yang didapat dari Chemical Engineering Plant Cost Index (CEPCI)

Tabel 5.1 Data Cost Index

Tahun	Index
2020	620,02
2021	635,10
2022	647,60
2023	660,20
2024	679,80
2025	690,25

(Sumber : Chemical Engineering Plant Cost Index atau CEPCI 2019)

Prarancangan pabrik Biphenyl ini direncanakan akan selesai dibangun pada tahun 2025, maka Indeks tahun 2025 adalah sebesar 690,25

a. Rincian Harga Alat

Penentuan harga peralatan dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut:

$$H_2 = H_1 \times \frac{I_1}{I_2}$$

Dimana :

H^2 = Harga Sekarang

H^1 = Harga yang Diketahui

I^1 = Index Sekarang (2025) = 690,25

I^2 = Index yang diketahui (2020) = 620,02

Dengan menggunakan cara tersebut didapatkan harga peralatan utama sebagai berikut:

Nama Alat	Jumlah	Harga		
		2020		2025
		Rp	\$	Rp
Tangki Bahan Baku	2	2.025.123.750	134.813	2.253.694.054,3042
Vaporizer	1	45.092.000	3.001	50.199.595,174
Furnace	1	3.400.837.000	226.394	3.786.051.642,4217
Reaktor fluidized bed	1	115.200.000	8.000	128.248.766,17
Separator gas	1	85.270.115	5.676	94.928.706.943
Head Exchanger	4	641.350.666	42.694	713.996.802,07477
:	7	129.966.958	8.651	144.688.385,47583
Reboiler	1	65.015.000	4.328	72.379.284,136
Flash Drum	1	215.195.035,25	14.325	239.570.293,033
Menara Distilasi	1	561.600.000	37.385	625.212.735,07
Priling Tower	1	35.000.000	2.329	38.964.468,888
			TOTAL	102.981.712.969,75

Harga lain – lain diluar dari harga pembelian alat adalah sebagai berikut :

1. Biaya Pengangkutan dan Asuransi sebesar 10% dari peralatan utama adalah sejumlah :

$$10\% \times \text{Rp } 102.981.712.969,75 = \text{Rp } 10.298.171.297$$

2. Biaya Administrasi pelabuhan sebesar 5% dari peralatan utama adalah sejumlah :

$$5\% \times \text{Rp } 102.981.712.969,75 = \text{Rp } 5.149.085.648$$

Total Keseluruhan yaitu :

$$\begin{aligned} &\text{Rp } 102.981.712.969,75 + \text{Rp } 10.298.171.297 + \text{Rp } 5.149.085.648 \\ &= \text{Rp } 118.428.969.915,21 \end{aligned}$$

3. Biaya Bea masuk sebesar 10% dari total biaya diatas adalah sejumlah :

$$10\% + \text{Rp } 118.428.969.915,21 = \text{Rp } 11.842.896.992$$

Tabel 5.3 Total Harga Peralatan Utama

Biaya Peralatan Utama		Rp 102.981.712.969,75
Biaya Pengangkutan + Asuransi	10%	Rp 10.298.171.297
Biaya Administrasi	5%	Rp 5.149.085.648
SUB TOTAL		Rp 118.428.969.915,21
Bea Masuk	10%	Rp 11.842.896.992
TOTAL		Rp 133.876.226.860,67

Tabel 5.4 Daftar Harga Peralatan Penunjang

No.	Nama Alat	Jumlah	Harga H1	Harga H2
1	Boiler	1	212600	Rp 3.136.913.000
2	Kendaraan operasional	20	2800	Rp 826.280.000
3	Forklift	4	12000	Rp 708.240.000
TOTAL				Rp 4.671.433.000

Tabel 5.5 Total Harga Penunjang

Biaya Peralatan Utama		Rp 4.671.433.000
Biaya Pengangkutan + Asuransi	10%	Rp 467.143.300
Biaya Administrasi	5%	Rp 233.571.650
SUB TOTAL		Rp 5.372.147.950
Bea Masuk	10%	Rp 537.214.795
TOTAL		Rp 5.909.362.745

Sehingga total jumlah harga peralatan pabrik Biphenyl sebesar :

= Total alat utama + Total alat Penunjang

= Rp 133.876.226.860,67 + Rp 4.671.433.000

= Rp138.547.659.860,67

a. Gaji Karyawan

Tabel 5.6 Perincian Gaji
Pegawai

Jabatan	Jumlah	Gaji Per Bulan	Gaji Total
Dewan Komisaris	1	Rp 16.500.000,00	Rp 16.500.000,00
Direktur	1	Rp 13.200.000,00	Rp 13.200.000,00
Sekretaris	1	Rp 4.300.000,00	Rp 4.300.000,00
Manajer QC	1	Rp 6.600.000,00	Rp 6.600.000,00
Manajer Teknik	1	Rp 6.600.000,00	Rp 6.600.000,00
Manajer Produksi	1	Rp 6.600.000,00	Rp 6.600.000,00
Manajer Planning & Accounting	1	Rp 6.600.000,00	Rp 6.600.000,00
Manajer HRD / GA	1	Rp 6.600.000,00	Rp 6.600.000,00
Supervisor RnD	1	Rp 4.300.000,00	Rp 4.300.000,00
Supervisor QC	1	Rp 4.300.000,00	Rp 4.300.000,00
Supervisor Utilias	1	Rp 4.300.000,00	Rp 4.300.000,00
Supervisor Maintenance	1	Rp 4.300.000,00	Rp 4.300.000,00
Supervisor Process Area	1	Rp 4.300.000,00	Rp 4.300.000,00
Supervisor Process Control	1	Rp 4.300.000,00	Rp 4.300.000,00

Supervisor Pembelian	1	Rp 4.300.000,00	Rp 4.300.000,00
Supervisor Planning	1	Rp 4.300.000,00	Rp 4.300.000,00
Supervisor Accounting	1	Rp 4.300.000,00	Rp 4.300.000,00
Supervisor HRD	1	Rp 4.300.000,00	Rp 4.300.000,00
Supervisor GA	1	Rp 4.300.000,00	Rp 4.300.000,00
Karyawan Produksi	40	Rp 3.300.000,00	Rp 132.000.000,00
Karyawan Teknik	15	Rp 3.300.000,00	Rp 49.500.000,00
Karyawan Accounting	5	Rp 3.300.000,00	Rp 16.500.000,00
Karyawan PPIC/Plannning	4	Rp 3.300.000,00	Rp 13.200.000,00
Staf HRD	2	Rp 3.300.000,00	Rp 6.600.000,00
Karyawan QC & RnD	6	Rp 3.300.000,00	Rp 19.800.000,00
Dokter	1	Rp 5.000.000,00	Rp 5.000.000,00
Perawat	1	Rp 3.300.000,00	Rp 3.300.000,00
Kepala Seksi Keamanan	1	Rp 3.300.000,00	Rp 3.300.000,00
Petugas Keamanan	5	Rp 2.000.000,00	Rp 10.000.000,00
Petugas Kebersihan	5	Rp 1.500.000,00	Rp 7.500.000,00
Supir	3	Rp 1.500.000,00	Rp 4.500.000,00
TOTAL	107	Rp 145.700.000,00	Rp 380.500.000,00

Gaji per tahun = 12 x Rp. 380.500.000
 = Rp. 4.566.000.000
 Tunjangan Hari Raya = 1 bulan gaji
 = Rp. 380.500.000
 Tunjangan makan dan transportasi = 5% x Rp. 380.500.000
 = Rp. 19.025.000
 Tunjangan kesehatan = 2,5% x Rp. 380.500.000
 = Rp. 9.512.500
 Total Gaji Per tahun = Rp. 4.975.037.500

b. Total Capital Invesment

- Modal Tetap / Fixed Capital Invesment (FCI)
- Direct Fixed Capital Invesment (DFCI)

c. Direct Fixed Capital Invesment (DFCI)

Data modal investasi tetap langsung atau *Direct Fixed Capital Investment* (DFCI) disusun pada tabel berikut ini :

Tabel 5.7 Direct Fixed Capital Investment

Keterangan	Bagian	Harga (Rp)
Peralatan Utama dan penunjang		138.547.659.860,67
Pemasangan mesin dan peralatan termasuk isolasi dan pengecatan	47%	295.258.373.170,33
Instrumentasi dan kontrol terpasang	18%	113.077.674.831,19
Sistem Perpipaan	30%	188.462.791.385,32
Instalasi Listrik terpasang	11%	69.103.023.507,95
Bangunan		4.004.600.000,00
Tanah		42.000.000.000,00
Fasilitas pelayanan	50%	314.104.652.309
SUBTOTAL		1.654.220.419.821,36
DFCI tak terduga	20%	125.641.860.923,54
Total Investasi Tetap Langsung (DFCI)		2.944.421.055.809,36

Harga Tanah :

Luas Tanah = 60.000 m²
 Harga Tanah = Rp. 700,000/m²
 Harga Tanah Keseluruhan = 60.000 x Rp. 700,000
 = Rp. 42,000,000,000
 Luas Bangunan = 40.000 m²
 Harga Bangunan = Rp. 100,115/ m²
 Harga Bangunan Keseluruhan = 40.000 x Rp. 100,115
 = Rp. 4,004,600,000

d. Indirect Fixed Capital Investment (IFCI)

Prainvestasi

Diperkirakan biaya prainvestasi sebesar 3% dari total modal investasi tetap langsung.

$$\begin{aligned}\text{Prainvestasi} &= 3\% \times \text{Rp } 2.944.421.055.809,36 \\ &= \text{Rp } 88.332.631.674\end{aligned}$$

Keteknikan dan pengawasan

Diperkirakan biaya keteknikan dan pengawasan sebesar 8% dari total modal investasi tetap langsung.

$$\text{Keteknikan dan pengawasan} = 8\% \times \text{Rp } 2,35554\text{E}+11$$

$$= \text{Rp } 2,35554\text{E}+11$$

Biaya kontraktor dan konstruksi

Diperkirakan Biaya kontraktor dan konstruksi sebesar 10% dari total modal investasi tetap langsung.

$$\begin{aligned}\text{Biaya kontraktor dan konstruksi} &= 10\% \times \text{Rp } 1.779.862.280.744,91 \\ &= \text{Rp } 177.986.228.074,49\end{aligned}$$

Bunga pinjaman selama masa konstruksi

Diperkirakan Bunga pinjaman selama masa konstruksi sebesar 20% dari total modal investasi tetap langsung.

$$\begin{aligned}\text{Bunga pinjaman selama konstruksi} &= 20\% \times \text{Rp } 1.779.862.280.744,91 \\ &= \text{Rp } 355.972.456.148,98\end{aligned}$$

Tabel 5.8 Indirect Fixed Cost Investment

Prainvestasi	3%	DFCI	Rp	53.395.868.422,35
Keteknikan dan pengawasan	8%	DFCI	Rp	142.388.982.459,59
Biaya kontraktor dan konstruksi	10%	DFCI	Rp	177.986.228.074,49
Bunga pinjaman selama masa konstruksi	20%	DFCI	Rp	355.972.456.148,98
Sub Total			Rp	729.743.535.105,41
IFCI tak terduga	10%	Sub	Rp	72.974.353.510,54
Total Modal Investasi Tetap Tidak Langsung (IFCI)			Rp	802.717.888.615,95
Total Modal Investasi Tetap (FCI) = DFCI + IFCI			Rp	980.704.116.690,44

a. Depresiasi

Depresiasi dihitung 5% dari *Fixed Capital Investment* (FCI) adalah sebagai berikut:

$$= 5\% \times \text{Rp } 980.704.116.690,44$$

$$= \text{Rp } 49.035.205.834,52$$

a.Manufacturing Cost (Biaya Produksi)

Biaya Produksi adalah modal yang diperlukan untuk membiayai seluruh kegiatan operasional perusahaan mulai dari awal produksi sampai dengan terkumpulnya hasil penjualan dan cukup untuk memenuhi kebutuhan perputaran biaya operasional.

Modal kerja dihitung untuk masa satu tahun dengan jumlah hari kerja 330 hari

Dasar perhitungan:

$$\text{Modal kerja} = 330 \text{ Hari} \times \frac{24 \text{ Jan}}{\text{Hari}} \times \text{Harga} \times \frac{\text{Kebutuhan}}{\text{Jam}}$$

Tabel 5.9 Data Manufacturing Cost

1. Bahan Baku					
Bahan	Kebutuhan		Harga/satuan		Biaya Per Tahun
C6h6	15622	kg/jam	470000	kg	Rp 3.722.400.000
AL2O3	252,5	kg/jam	50000	kg	Rp 396.000.000
Total Persediaan Bahan Baku					Rp 4.118.400.000
2. Sarana Penunjang					
Komponen	Kebutuhan		Harga/satuan		1 Tahun
Solar	27,8225	L/jam	7,700	per liter	Rp 1.696.727,34
Listrik	108,046164	KWh	1,467		Rp 1.255.349,48
Total Sarana Penunjang					Rp 2.952.076,82
3. Biaya Distribusi Produk	5%	Bahan Baku		Rp	323.047.051.415
4. Biaya Pengawasan Mutu	0,50%	Bahan Baku		Rp	32.304.705.141,46

5. Depresiasi (5% FCI)			Rp	37.817.379.865,00
6. Biaya pemeliharaan dan perbaikan	2%	DFCI	Rp	27.453.633.296,45
7. Gaji Karyawan	3	x gaji / bulan	Rp	1.141.500.000,00
Total MC (1 s/d 6)			Rp	6.882.708.250.085,49

h. Harga Jual Produk

Nama Produk : Biphenyl (C₁₂H₁₀)

Bentuk fisik : Butiran padat (Prill)

Kapasitas Produksi : 200.000 ton/tahun

Speifikasi Produk : 99,9%

C₆H₁₀ Harga per-kg : US \$ 180

(Alibaba.com)

: Rp. 2.689.200

Total Penjualan : Rp. 21.298.464.000 / tahun

e. Pengeluaran Umum (General Expenses)

Tabel 5.10 General Expenses

General Expenses	Rp
Administrasi (2% dari penjualan)	Rp 425.969.280
Sales Expenses (2% dari penjualan)	Rp 425.969.280
Research (4% dari penjualan)	Rp 851.938.560
TOTAL General Expenses	Rp 1.703.877.120
Total Product Cost (TPC)	Rp 3.407.754.240

f. Analisa Keuntungan

Perhitungan Laba Rugi dan Pajak dihitung berdasarkan UU No. 36 tahun 2008 yaitu

sebagai berikut :

Penghasilan Kena Pajak

Tarif Pajak (%)

- | | |
|----------------------------|----|
| 1. s/d Rp 50 juta | 10 |
| 2. Rp 50 juta s/d 100 juta | 15 |
| 3. > Rp 100 juta | 30 |

Besar pajak tiap tahun yang dikenakan pada pabrik sebesar 30 %

Penjualan Produk = Rp . 21.298.464.000

Total Product Cost (TPC) = Rp. 3.407.754.240

Laba Kotor = Rp. 24.706.218.240

Pajak Pendapatan = Rp. 6.389.539.200

Laba Bersih = **Rp. 18.316.679.040**

g. Analisa Kelayakan

1. *Percent Return of Investment* (ROI)

ROI adalah kecepatan tahunan pengembalian investasi modal dari keuntungan, untuk mencari ROI menggunakan Persamaan Berikut Ini :

$$ROI: \frac{\text{Laba Bersih}}{\text{Fixed Capital Cost}} \times 100\%$$

Besar kecilnya ROI bervariasi tergantung pada besar kecilnya resiko atau kemungkinan kegagalan yang terjadi . Range ROI yang disyaratkan adalah 15-45%.

$$ROI: \frac{\text{Rp. 18.316.679.040}}{\text{Rp 98.070.411}} \times 100\%$$

$$= 13,4\%$$

1. *Pay Out Time* (POT)

POT atau waktu pengembalian modal (investasi) berdasarkan keuntungan perusahaan dengan mempertimbangkan depresiasi. Untuk menghitung POT dapat menggunakan persamaan berikut ini :

$$POT = \frac{\text{Fixed Capital Cost}}{\text{Laba Bersih} + \text{Deeresiasi}}$$

$$POT = \frac{980.704.116}{3.481.507.304.89}$$

POT = 3 tahun

1. Break Event Point (BEP)

BEP adalah titik dimana Penjualan yang dihasilkan dapat menutupi seluruh biaya produksi tanpa adanya keuntungan maupun kerugian. Mencari BEP menggunakan rumus sebagai berikut :

$$BEP = \frac{\text{Fixed Cost}}{\text{Total Penjualan} - \text{Variabel Cost}} \times 100\%$$

$$BEP: \frac{980.704.116.564}{21.298.464.000 - 17.481.507.304} \times 100\%$$

BEP = 25



BAB VI

KESIMPULAN

Dari hasil analisa dan perhitungan diatas maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Kapasitas Praperancangan Pabrik biphenyl adalah 200.000 Ton/Tahun
2. Bentuk badan usaha adalah Perseroan Terbatas (PT) dengan benruk organisasi garis dan staff
3. Pabrik yang direncanakan berlokasi kawasan industri Cilacap, Cilacap, Jawa Tengah, karena dilihat dari berbagai pertimbangan yang menguntungkan seperti: bahan baku yang tersedia cukup mudah didapat ,tersedianya transportasi darat maupun laut ,kemudahan akses pengiriman yang dekat dengan Pelabuhan, dan pemasaran produk yang mudah dilakukan.
4. Luas pabrik ini direncanakan mempunyai luas tanah 10.000 m² dengan harga tanah keseluruhan Rp. 42,000,000,000
5. Total karyawan adalah 107 orang dengan total gaji per tahun Rp. 4.975.037.500
6. Hasil Analisa Ekonomi Pabrik Biphenyl ini adalah sebagai berikut :
 - a) Modal Investasi : Rp 980.704.116.690,44
 - b) Hasil Penjualan : Rp 2.151.279.000.000
 - c) Laba Bersih : Rp. 858.118.024.764,96
 - d) *Break Event Point* : 25 %
 - e) *Return of Invesment* : 28,5 %
 - f) *Minimum Payback Periode* : 3,5 Tahun 93

Hasil analisa yang dilihat dari segi aspek ekonomi dapat disimpulkan bahwa Pabrik Pembuatan *biphenyl* dengan bahan baku *benzene* ini layak untuk didirikan



DAFTAR PUSTAKA

Asaba, T.; Fujii, N. 1971. 13th International Symposium on Combustion. UT: Salt Lake City.

Bauer, S. H.; Aten, C. F. 1963. Journal Chemical Physical. Vol. 39 (5), pp 1253.

Brooks, C. T.; Peacock, S. J. Reuben, B. G. 1979. Journal Chemical Society. Vol. 75, pp. 652. Faraday Trans.

Geankoplis, Christie. J. 1978. Transport Processes and Unit Operations 3rd Edition. New :USA.

Kern, Donald Q. 1950. Heat Transfer Process. Toshio : Japan.

Faith, Keyes Clark. 1975. Industrial Chemical. 2 nd edition. USA: John Willey and Sons Inc,

Froment, G. F.; Picke, H.; Goethals, G. 1961. Chemical Eng. Scl. Vol. 13, pp. 173.

Harian Ekonomi Neraca. 2015. Berita Industri. Diakses dari www.kemenperin.go.id.

Kinney, C. R.; Delbel, E. 1954. Industrial and Engineering Chemical. Vol. 46 (3), pp. 548.

Perry, R.H. and Green, D.W. 1950. Perry' s Chemical Engineer' s Handbook

Perry, R.H. and Green, D.W. 1984. Perry' s Chemical Engineer' s Handbook

Perry, R.H. and Green, D.W. 1999. Perry' s Chemical Engineer' s Handbook

Peters, M.S and Timmerhause K.D. 2003. Plant design and Economics for Chemical Engineers. Mc Graw Hill Book Company. New York.

Yaws, C.L. 1999. Chemical Properties Handbook. McGraw Hill Company. New York.

Mead, F. C. Jr.; Burk, R. E. 1935. Industrial and Engineering Chemistry. Vol. 27, pp. 229.

Young, Brownell. E, dkk. 1959. Process Equipment Design. USA.



