

**Prarancangan pabrik dioctyl phthalate
dari phthalic anhydride dan 2-ethyl hexanol
dengan kapasitas 30.000 ton / tahun**

Disusun Oleh :

Risqi Kurniawan

I.0599040

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik

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. Dimulainya globalisasi perdagangan pada tahun 2003 seyogyanya memacu kita untuk lebih cermat menemukan terobosan-terobosan baru sehingga produk yang dihasilkan mempunyai pangsa pasar, daya saing tinggi, efektif dan efisien disamping harus ramah terhadap lingkungan.

Salah satu produk industri yang dibutuhkan saat ini adalah *dioctyl phthalate* (DOP) yang merupakan suatu senyawa yang banyak digunakan sebagai bahan pembantu dalam industri bahan-bahan plastik (*plasticizer*).

Plasticizer juga digunakan dalam industri kulit imitasi, kabel, sol sepatu dan lain sebagainya.

DOP mempunyai nama kimia yaitu *di(2-ethylhexyl) phthalate*, dan mempunyai rumus kimia $C_6H_4[COOCH_2CH(C_2H_5)C_4H_9]_2$. DOP berbentuk cairan agak kental yang berwarna jernih, mendidih pada temperatur 231 °C, serta tidak larut dalam air dan digunakan sebagai *plasticizer* untuk berbagai *resin* dan *elastomer*.

Di Indonesia, dengan bertambah banyaknya industri-industri kimia, terutama industri bahan-bahan dari plastik (terutama yang terbuat dari PVC), kulit imitasi, kabel, sol sepatu dan lain sebagainya maka dapat dipastikan kebutuhan akan DOP sebagai salah satu bahan *plasticizer* akan semakin meningkat. Sehingga penting sekali adanya perencanaan pendirian pabrik *dioctyl phthalate* di Indonesia, untuk membantu menyediakan bahan pembantu dalam industri bahan-bahan plastik yang terbuat dari PVC dan pada industri-industri lain serta jika diharapkan juga dapat menjadi komoditi ekspor.

1.2. Penentuan Kapasitas Rancangan Pabrik

Ada beberapa pertimbangan dalam pemilihan kapasitas pabrik *dioctyl phthalate*, antara lain :

1. Kebutuhan dalam negeri dan kawasan Asia

Meskipun DOP telah diproduksi di dalam negeri, namun hingga kini Indonesia masih mengimpor komoditi tersebut. Meski demikian, selama

tahun 1996-2001 impor cenderung turun rata-rata per tahun sebesar 15,8%. (CIC, Desember 2002)

Sementara untuk data ekspor dengan tujuan negara-negara di kawasan Asia dan impor komoditi *dioctyl phthalate* untuk kebutuhan dalam negeri Indonesia dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 1.1. Data ekspor dan Impor DOP tahun 1997-2002

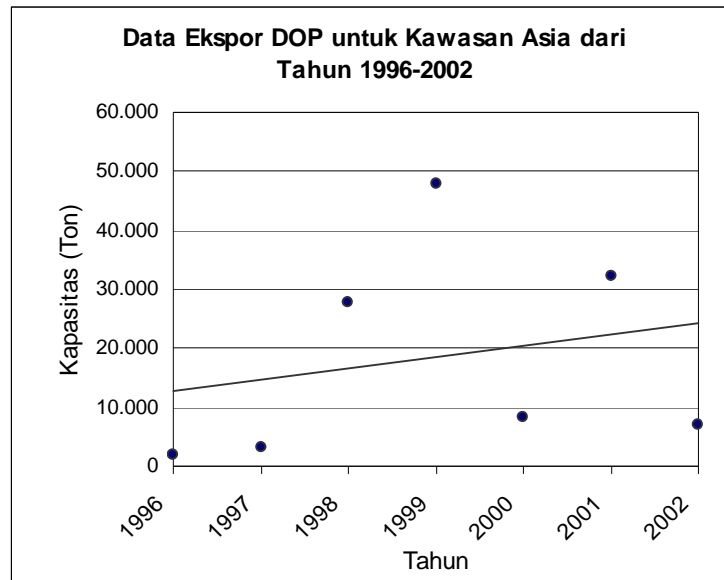
| Tahun | Impor (ton) | Ekspor (ton) |
|-------|-------------|--------------|
| 1996 | 5.590 | 1.928 |
| 1997 | 1.286 | 3.296 |
| 1998 | 1.255 | 27.881 |
| 1999 | 832 | 48.012 |
| 2000 | 839 | 8.235 |
| 2001 | 1.190 | 32.347 |
| 2002 | 2.518 | 7.144 |

(CIC No. 356-16 Desember 2002)

Dari tabel di atas diperoleh persamaan garis lurus antara data tahun sebagai sumbu x dan data ekspor sebagai sumbu y yaitu :

$$y = 1.932,3 x - 3.844.261$$

Dengan persamaan di atas diperkirakan untuk tahun 2005 permintaan pasar Asia akan *dioctyl phthalate* akan mencapai 30.000 ton.



2. Kapasitas pabrik yang telah berdiri

Kapasitas pabrik *dioctyl phthalate* yang telah berdiri Indonesia yaitu :

Tabel 1.2. Data pabrik DOP di Indonesia dan kapasitasnya

| Pabrik | Kapasitas (ton/tahun) |
|-------------------------------------|-----------------------|
| PT. Petronika | 30.000 |
| PT. Eternal Buana Chemical industri | 30.000 |
| PT. Indopolymers Adiputra | 7.200 |
| PT. Eterindo Nusa Graha | 45.000 |
| PT. Sari Dahin Alasindo | 30.000 |

(CIC No. 356-16 Desember 2002)

Berdasarkan hasil regresi dan kapasitas pabrik yang telah berdiri maka dengan orientasi ekspor direncanakan kapasitas pabrik *dioctyl phthalate* sebesar 30.000 ton/tahun.

1.3. Penentuan Lokasi Pabrik

Lokasi pabrik dapat mempengaruhi kedudukan pabrik dalam persaingan maupun penentuan kelangsungan produksinya. Pemilihan lokasi pabrik yang tepat, ekonomis dan menguntungkan dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu :

1. Faktor primer

- letak pabrik terhadap pasar
- letak pabrik terhadap bahan baku
- transportasi
- tersedianya tenaga kerja
- tersedianya sumber air dan tenaga

2. Faktor sekunder

- harga tanah dan gedung
- kemungkinan perluasan pabrik
- tersedianya air yang cukup
- peraturan daerah setempat
- keadaan masyarakat setempat
- iklim
- keadaan tanah

Dengan pertimbangan-pertimbangan hal tersebut di atas maka lokasi pabrik direncanakan didirikan di daerah Gresik, Jawa Timur.

Alasan pemilihan lokasi tersebut antara lain :

1. Ketersediaan bahan baku

Bahan baku *Phthalic Anhydride* diperoleh dari PT. Petro Widada yang berlokasi di Gresik, Jawa Timur.

2. Tenaga kerja mudah didapatkan

Jawa timur, khususnya Gresik merupakan kawasan industri yang sudah mapan. Untuk mendapatkan tenaga kerja ahli maupun tenaga kerja biasa dari daerah sekitar industri cukup mudah.

3. Kebutuhan air dapat terpenuhi

Gresik dengan daerah pantai dialiri sungai yang cukup besar, sehingga kebutuhan air untuk pabrik maupun untuk karyawan akan mudah terpenuhi.

4. Sumber tenaga dan bahan bakar

Kebutuhan listrik didapatkan dari PLN dan generator sebagai cadangan apabila listrik dari PLN mengalami gangguan, dimana bahan bakarnya diperoleh dari Pertamina.

5. Kondisi geografis

Selama ini bencana banjir, gunung meletus, atau bencana alam lainnya belum pernah menimpa kota Gresik (stabil).

6. Faktor-faktor lain

Gresik merupakan kawasan industri yang sudah ditetapkan oleh pemerintah sehingga hal-hal yang sangat dibutuhkan dalam kelangsungan proses produksi suatu pabrik telah tersedia dengan baik seperti sarana transportasi, energi, keamanan lingkungan, faktor sosial, serta perluasan pabrik.

1.4. Tinjauan pustaka

1.4.1. Macam-macam proses

Secara umum *dioctyl phthalate* diproduksi dengan mereaksikan *phthalic anhydride* dan *2-ethyl hexanol* dengan menggunakan katalis asam sulfat. (Faith Keyes, p. 319)

Proses lain yang dapat digunakan untuk menghasilkan *dioctyl phthalate* adalah dengan menggunakan katalis jenis lain, katalis yang dapat digunakan adalah *titanates*. (WWW.DuPont.com)

Pada prarancangan ini digunakan katalis asam sulfat karena asam sulfat mudah didapatkan dan telah diproduksi di dalam negeri sehingga harganya relatif murah.

1.4.2. Kegunaan produk

Kegunaan utama dari *dioctyl phthalate* adalah sebagai bahan pembantu dalam industri barang-barang plastik (sebagai *plasticizer*). Selain itu dipergunakan juga dalam industri kulit imitasi, kabel, sol sepatu dan lain sebagainya.

(CIC No. 356-16 Desember 2002)

1.4.3. Sifat-sifat fisik dan kimia bahan baku dan produk

a. Bahan baku

1. *Phthalic anhydride* (PA)

Sifat fisik PA :

- Bentuk : Kristal putih

- Rumus molekul : $C_6H_4(CO)_2O$
- Berat molekul, gr/gmol : 148,118
- Titik leleh, °C : 131,26
- Titik didih, °C : 284,5
- Temperatur kritis, °C : 517,85
- Tekanan kritis, atm : 46,58

Sifat kimia PA :

a. Reaksi esterifikasi

Reaksi PA dengan alkohol membentuk phthalate ester

b. Reaksi kondensasi

- Antraquinon dapat diperoleh dari reaksi antara PA dan benzen dengan metode Friedel Crafts dengan menggunakan $AlCl_3$ pada suhu 75 °C dan ditambahkan H_2SO_4 pada suhu 150 °C.

2. 2-Ethyl Hexanol (2-EH)

Sifat fisik 2-EH :

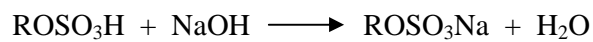
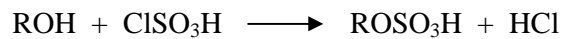
- Bentuk : Cairan tidak berwarna
- Rumus molekul : $C_8H_{17}OH$
- Berat molekul, gr/gmol : 130,23
- Titik didih, °C : 184,58
- Titik beku, °C : -70
- Temperatur kritis, °C : 367,1
- Tekanan kritis, atm : 26,94

- Densitas pada 25 °C, g/ml : 0,830

Sifat kimia 2-EH :

a. Sulfatasi

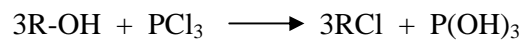
Reaksi alkohol dengan asam halo sulfat akan membentuk alkil sulfat dengan reaksi sebagai berikut :



Sodium alkil sulfat

b. Halogenasi

Reaksi alkohol dengan *phosphor* halida menghasilkan alkil halida dan *phosphor hydroxide*



c. Dehidrasi

Reaksi dehidrasi alkohol menghasilkan senyawa etena dan air



b. Bahan pembantu

1. Asam Sulfat (sebagai katalis)

- Bentuk : Cairan tidak berwarna
- Rumus molekul : H₂SO₄
- Berat molekul : 98,079
- Titik didih, °C : 336,85

- Temperatur kritis, °C : 651,85
 - Tekanan kritis, atm : 63,16
 - Densitas pada suhu 25 °C, g/ml : 1,833
2. Natrium Hidroksida (sebagai penetral asam sulfat)
- Bentuk : Cair
 - Rumus molekul : NaOH
 - Berat molekul, gr/gmol : 39,997

c. Produk

1. *Dioctyl phthalate* (DOP)

Sifat fisik DOP :

- Bentuk : Cairan
- Rumus molekul : $C_6H_4[COOCH_2CH(C_2H_5)C_4H_9]_2$
- Berat molekul, gr/gmol : 390,563
- Titik didih, °C : 384
- Temperatur kritis, °C : 532,85
- Tekanan kritis, atm : 11,65
- Densitas pada suhu 25 °C, g/ml : 0,98

Sifat kimia DOP :

- a. Stabil terhadap panas, sehingga *plastisizer* ini jika digabungkan dengan PVC maka dapat menghambat degradasi selama proses.

1.4.4. Tinjauan proses secara umum

Dioctyl phthalate dihasilkan dari reaksi esterifikasi dengan katalis antara *phthalic anhidride* dengan *2-Ethyl Hexanol* dengan menggunakan katalis asam sulfat (H₂SO₄) dengan konsentrasi 96 %.

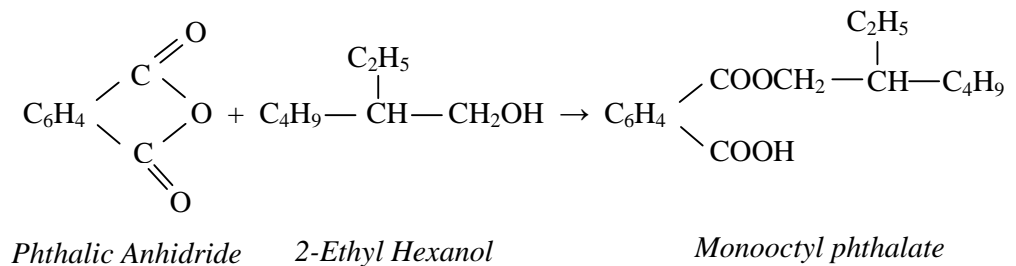
(Faith Keyes, p.319)

Untuk setiap pembuatan 1000 kg DOP membutuhkan *phthalic anhidride* sebanyak 382 kg dan *2-Ethyl Hexanol* sebanyak 672 kg, serta katalis sekitar 1 kg.

(CIC, Juni 1999)

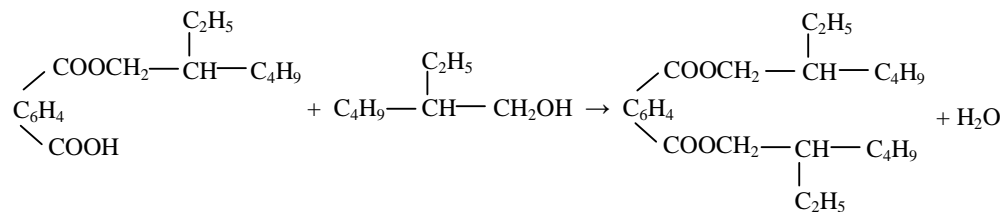
Reaksi yang terjadi melalui dua tahap :

1. Tahap pertama



Pada tahap pertama dijelaskan bahwa proses berlangsung secara cepat dan eksotermis.

2. Tahap kedua



Pada tahap ini, terbentuk *dioctyl phthalate* yang disertai dengan pelepasan air. Raksi pada tahap ini berjalan sangat lambat, dan memerlukan temperatur tinggi serta katalis.

(CIC, Juni 1999)

Karena reaksi berjalan pada suhu 150 °C dan tekanan 1 atm maka sebagian H₂O ada yang menguap. Pada reaksi tahap kedua konversi bisa mencapai 100 % jika :

1. Semua air yang dihasilkan dibuang.
2. Alkohol yang digunakan berlebihan
3. Digunakan katalis
4. Temperatur cukup tinggi.

(WWW.DuPont.com)

BAB II

DESKRIPSI PROSES

2.1. Spesifikasi Bahan Baku, Bahan Pendukung dan Produk

2.1.1. Spesifikasi bahan baku

1. *Phthalic Anhydride* (PA)
 - a. Bentuk : Kristal putih
 - b. Kemurnian : 99,95 %
 - c. Impuritas (*Maleic Anhydride*) : 0,05 %
2. *2-Ethyl Hexanol* (2-EH)
 - a. Bentuk : Cairan tidak berwarna
 - b. Kemurnian : 99,9 %
 - c. Impuritas (H₂O) : 0,1 %

2.1.2. Spesifikasi bahan pendukung

1. Asam sulfat (sebagai katalis)
 - a. Bentuk : Cair
 - b. Kemurnian : 96 %
 - c. Impuritas (H₂O) : 4 %
2. Natrium hidroksida (sebagai penetral asam sulfat)
 - a. Bentuk : Cair
 - b. Kemurnian : 50 %

- c. Impuritas (H₂O) : 50 %

2.1.3. Spesifikasi produk

1. Dioctyl phthalate (DOP)

- a. Bentuk : *oily liquid*
- b. Kemurnian : 99,21 %
- c. Impuritas :
 - *2-Ethyl hexanol* : 0,22 %
 - *Maleic anhydride* : 0,02 %
 - *Monooctyl phthalate* : 0,55 %

2.2. Konsep Proses

2.2.1. Dasar reaksi

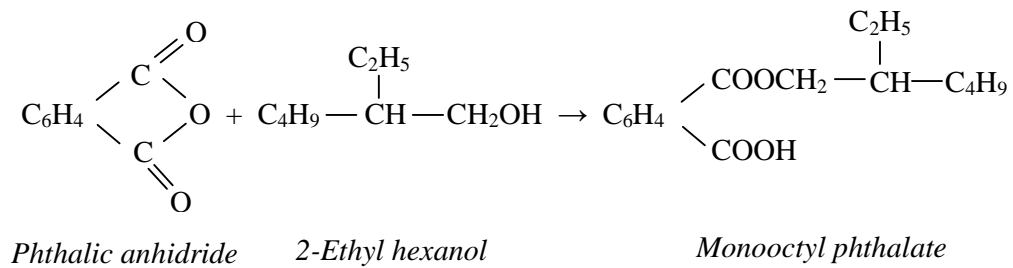
Proses pembuatan *dioctyl phthalate* dilakukan di dalam reaktor alir tangki berpengaduk (RATB), dimana bahan baku yang berupa *2-ethyl hexanol* dan *phthalic anhydride* serta katalis yang berupa H₂SO₄ dimasukkan secara bersamaan melalui bagian atas reaktor.

Reaksi pembuatan *dioctyl phthalate* merupakan reaksi esterifikasi antara *phthalic anhydride* dengan *2-ethyl hexanol* menggunakan katalis asam sulfat 96 %. (Faith Keyes, p. 319)

2.2.2. Mekanisme reaksi

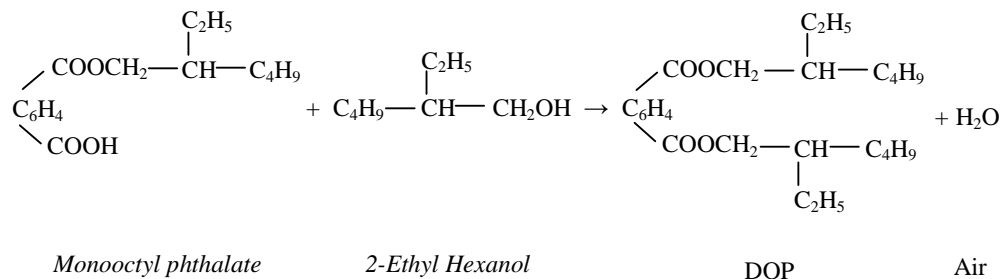
Reaksi esterifikasi *phthalic anhydride* dan *2-ethyl hexanol* dengan menggunakan katalis H₂SO₄ terdiri atas dua tahap, yaitu :

3. Tahap pertama



Pada tahap pertama dijelaskan bahwa proses berlangsung secara cepat dan eksotermis.

4. Tahap kedua



Pada tahap ini, terbentuk *dioctyl phthalate* yang disertai dengan pelepasan air. Reaksi pada tahap ini berjalan sangat lambat, dan memerlukan temperatur tinggi serta katalis. (CIC, Juni 1999)

Karena reaksi tahap pertama berlangsung cepat dan reaksi tahap kedua berjalan sangat lambat maka reaksi yang menentukan adalah reaksi tahap kedua.

2.2.3. Kondisi operasi

Proses pembuatan dioctyl *phthalate* dilakukan pada suhu 150 °C dan tekanan 1 atm (Marshall Sittig p.227)

2.2.4. Sifat reaksi

Reaksi esterifikasi *phthalic anhydride* dan *2-ethyl hexanol* menjadi *dioctyl phthalate* berlangsung searah atau *irreversible*, karena harga konversi kesetimbangan (X_{Ae}) = 1

Perhitungannya adalah sebagai berikut :

Data :

$$\Delta G_{DOP} (298 K) = - 406,30 \text{ kJ / mol}$$

$$\Delta G_{H_2O} (298 K) = - 228,6418 \text{ kJ / mol}$$

$$\Delta G_{2-EH} (298 K) = - 118,88 \text{ kJ / mol}$$

$$\Delta G_{PA} (298 K) = - 329 \text{ kJ / mol}$$

(Carl L. Yaws “*Chemical Properties Handbook*”)

Perubahan energi Gibbs dapat dihitung dengan persamaan :

$$\Delta G_{298} = - R T \ln K \quad (\text{J.M. Smith and H.C. Van Ness, 1975})$$

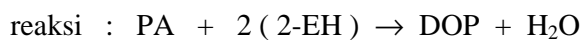
dimana :

$$\Delta G_{298} = \text{Energi bebas Gibbs standar suatu reaksi pada 298 K (kJ / mol)}$$

$$R = \text{Konstanta gas (R = } 8,314 \cdot 10^{-3} \text{ kJ / mol} \cdot \text{K)}$$

$$T = \text{Temperatur (K)}$$

K = Konstanta kesetimbangan



$$\Delta G_{298} = (\Delta G_{298}) \text{ produk} - (\Delta G_{298}) \text{ reaktan}$$

$$\begin{aligned} \Delta G_{298} &= (-406,30 + (-228,6418)) - (2 \cdot (-118,88) + (-329)) \\ &= -68,1818 \text{ kJ / mol} \end{aligned}$$

$$\Delta G_{298} = -R T \ln K$$

$$-68,1818 \text{ kJ / mol} = -8,314 \cdot 10^{-3} \text{ kJ / mol} \cdot K \times 298 \text{ K} \times \ln(K)$$

$$-68,1818 \text{ kJ / mol} = -2,4776 \text{ kJ / mol} \times \ln(K)$$

$$\ln K = 27,5196$$

$$K = 8,9474 \cdot 10^{11}$$

Dari persamaan :

$$\ln(K / K_1) = -(\Delta H_{298} / R) \times (1/T - 1/T_1)$$

(J.M. Smith and H.C. Van Ness, 1975)

dimana :

K_1 = Konstanta kesetimbangan pada temperatur tertentu

T_1 = Temperatur tertentu (K)

ΔH_{298} = Panas reaksi pada 298 K

data panas reaksi pada 298 K :

$$\Delta H_{\text{H}_2\text{O}} (298 \text{ K}) = -241,8 \text{ KJ / mol}$$

$$\Delta H_{\text{DOP}} (298 \text{ K}) = -966,72 \text{ KJ / mol}$$

$$\Delta H_{\text{PA}} (298 \text{ K}) = -393,13 \text{ KJ / mol}$$

$$\Delta H_{2\text{-EH}} (298 \text{ K}) = -365,30 \text{ KJ / mol}$$

(Carl L. Yaws “*Chemical Properties Handbook*”)

$$\begin{aligned}\Delta H_{298} &= \Delta H_{\text{produk}} - \Delta H_{\text{reaktan}} \\ &= (-241,8 + (-966,72)) - (-393,13 + 2 \cdot (-365,30)) \\ &= -84,79 \text{ KJ / mol}\end{aligned}$$

Pada suhu $T_1 = 150 \text{ }^\circ\text{C} = 423 \text{ K}$ besarnya konstanta kesetimbangan dapat dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\ln (K / K_1) &= - (\Delta H_{298} / R) \times (1 / T - 1 / T_1) \\ \ln (8,9474 \cdot 10^{11} / K_1) &= -(-84,79 / 8,314 \cdot 10^{-3}) \times ((1 / 298) - (1 / 423)) \\ \ln (8,9474 \cdot 10^{11} / K_1) &= 10,1132 \\ (8,9474 \cdot 10^{11} / K_1) &= 24.667,7907 \\ K_1 &= 36.271.697,69\end{aligned}$$

Perhitungan konversi kesetimbangan (X_{Ae}) :

Dari reaksi pembuatan DOP diperoleh persamaan :

$$\begin{aligned}K &= \frac{[\text{DOP}][\text{H}_2\text{O}]}{[\text{PA}][2 - \text{EH}]^2} \\ K &= \frac{C_{A_0} X_{Ae} \cdot C_{A_0} X_{Ae}}{C_{A_0} \cdot (1 - X_{Ae}) \cdot (C_{B_0} - C_{A_0} X_{A_0})^2}\end{aligned}$$

dimana : C_{A_0} = konsentrasi PA mula-mula

C_{B_0} = konsentrasi 2-EH mula-mula

Dari hasil perhitungan neraca massa diperoleh :

$$C_{A_0} = 0,6889 \text{ M}$$

$$C_{B_0} = 2 C_{A_0}$$

Manipulasi persamaan di atas diperoleh :

$$6,16 \cdot 10^{11} X_{Ae}^3 - 3,08 \cdot 10^{12} X_{Ae}^2 + 4,93 \cdot 10^{12} X_{Ae} - 2,47 \cdot 10^{12} = 0$$

Setelah dilakukan perhitungan diperoleh harga $X_{Ae} = 1$, karena harga $X_{Ae} = 1$, maka terbukti reaksi pembuatan DOP adalah reaksi *irreversible*.

2.2.5. Kinetika reaksi

Reaksi esterifikasi *phthalic anhydride* dan *2-ethyl hexanol* dengan katalis H_2SO_4 menghasilkan *dioctyl phthalate* terjadi selama 1 - 3 jam.

(Marshall Sittig p.227)

2.3. Diagram Alir Proses

2.3.1. Diagram alir proses

Diagram alir proses dapat dilihat pada gambar 2.3

2.3.2. Langkah operasi

Proses pembuatan *dioctyl phthalate* dari *phthalic anhydride* dan *2-ethyl hexanol* dengan proses esterifikasi dengan menggunakan katalis H_2SO_4 dapat dibagi menjadi tiga tahap, yaitu :

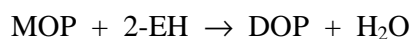
1. Tahap persiapan bahan baku

Tahap ini bertujuan untuk menyiapkan *phthalic anhydride* dan *2-ethyl hexanol* sebelum direaksikan di dalam reaktor.

Tahap persiapan bahan baku meliputi :

- a. *2-Ethyl hexanol* dari tangki penyimpan (T-01) yang bersuhu 30 °C dan tekanan 1 atm dipanaskan sampai suhu operasi reaktor sebesar 150 °C dengan menggunakan pemanas (HT-01).
 - b. *Phthalic anhydride* dari *hopper* (H-01) yang bersuhu 30 °C dan berbentuk kristal dilelehkan dengan menggunakan *melter* (M-01) sehingga berubah fase menjadi cair dan suhunya naik sampai suhu operasi reaktor sebesar 150 °C.
2. Tahap reaksi esterifikasi pembentukan *diethyl phthalate* (DOP)

Reaksi yang terjadi di reaktor :



Phthalic anhydride (PA) yang berasal dari *melter* (M-01) dan *2-ethyl hexanol* yang berasal dari tangki penyimpan (T-01) diumpankan ke dalam reaktor (R-01) dengan menggunakan pompa masing-masing (P-02) dan (P-01) dengan perbandingan mol 1 : 2

Reaktor esterifikasi ini merupakan reaktor jenis *Continuous Stirred Tank Reactor* (CSTR) yang dilengkapi dengan jaket pendingin. Reaktor beroperasi secara isothermal pada suhu 150 °C dan tekanan 1 atm. Reaksi yang terjadi adalah reaksi eksotermis, maka untuk mempertahankan suhu di dalam reaktor agar isothermal digunakan jaket pendingin untuk mengambil panas reaksi yang timbul. Pendingin yang digunakan adalah air dengan suhu pendingin masuk 30 °C dan keluar pada suhu 45 °C. Reaktor ini dilengkapi dengan pengaduk untuk

menjaga homogenitas komponen dalam reaktor. Selain itu reaktor juga dilengkapi kondensor yang berfungsi untuk mengkondensasikan uap yang sebagian besar berupa uap air.

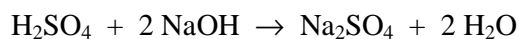
3. Tahap pemurnian dan pemisahan produk

Tahap ini bertujuan untuk memisahkan produk dari katalis H_2SO_4 , hasil samping reaksi esterifikasi yaitu air dan sisa-sisa reaktan.

Tahap pemisahan dan pemurnian produk terdiri dari :

- a. Produk reaktor dialirkan menuju netraliser (N-01) untuk menetralkan H_2SO_4 yang bercampur dengan produk dengan menggunakan larutan NaOH 20 % yang berasal dari *mixer* (MX-01) sehingga terbentuk Na_2SO_4 dan air.

Reaksi yang terjadi di netraliser :



- b. Produk netraliser (N-01) yang mengandung Na_2SO_4 dan H_2O yang bersifat anorganik dipisahkan dari *dioctyl phthalate*, *monoctyl phthalate*, *2-ethyl hexanol* dan *maleic anhydride* yang bersifat organik dengan menggunakan decanter sehingga diperoleh produk *dioctyl phthalate* dengan kemurnian 99,21 %.

2.4. Neraca Massa dan Neraca Panas

Basis : 1 jam operasi

2.4.1. Neraca massa total

Tabel 2.1. Neraca massa total

| Input | | | Output | | |
|--------------------------------|---------|-----------|---------------------------------|---------|-----------|
| Komponen | kmol | kg | Komponen | kmol | kg |
| 2-EH | 19,0960 | 2486,8721 | 2-EH | 0,0745 | 9,7021 |
| PA | 9,5480 | 1414,2307 | MAN | 0,0072 | 0,7075 |
| MAN | 0,0072 | 0,7075 | MOP | 0,0745 | 20,7369 |
| H ₂ SO ₄ | 0,0377 | 3,6976 | DOP | 9,4735 | 3699,9986 |
| NaOH | 0,0753 | 3,0111 | H ₂ SO ₄ | 0,0001 | 0,0058 |
| H ₂ O | 0,8151 | 14,6878 | H ₂ O | 10,3641 | 186,7085 |
| | | | Na ₂ SO ₄ | 0,0376 | 5,3467 |
| Total | 29,5793 | 3923,2066 | Total | 20,0315 | 3923,2060 |

2.4.2. Neraca massa alat

Tabel 2.2. Neraca massa reaktor

| Input | | | Output | | |
|--------------------------------|---------|-----------|--------------------------------|---------|-----------|
| Komponen | kmol | kg | Komponen | kmol | kg |
| 2-EH | 19,0960 | 2486,8721 | 2-EH | 0,0745 | 9,7021 |
| PA | 9,5480 | 1414,2307 | MAN | 0,0072 | 0,7075 |
| MAN | 0,0072 | 0,7075 | H ₂ SO ₄ | 0,0377 | 3,6976 |
| H ₂ SO ₄ | 0,0377 | 3,6976 | H ₂ O | 9,6202 | 173,3079 |
| H ₂ O | 0,1467 | 2,6434 | MOP | 0,0745 | 20,7369 |
| | | | DOP | 9,4735 | 3699,9986 |
| Total | 28,8356 | 3908,1512 | Total | 19,2876 | 3908,1506 |

Tabel 2.3. Neraca massa *mixer*

| Input | | | Output | | |
|------------------|--------|---------|------------------|--------|---------|
| Komponen | kmol | kg | Komponen | kmol | kg |
| Arus 1 : | | | NaOH | 0,0753 | 3,0111 |
| NaOH | 0,0753 | 3,0111 | H ₂ O | 0,6684 | 12,0443 |
| H ₂ O | 0,1671 | 3,0111 | | | |
| Arus 2 : | | | | | |
| H ₂ O | 0,5013 | 9,0333 | | | |
| Total | 0,0753 | 15,0554 | Total | 0,7437 | 15,0554 |

Tabel 2.4. Neraca massa netraliser

| Input | | | Output | | |
|--------------------------------|---------|-----------|---------------------------------|---------|-----------|
| Komponen | kmol | kg | Komponen | kmol | kg |
| 2-EH | 0,0625 | 8,1348 | 2-EH | 0,0625 | 8,1348 |
| MOP | 0,0744 | 20,7208 | MOP | 0,0744 | 20,7208 |
| DOP | 9,4731 | 3699,8263 | DOP | 9,4731 | 3699,8263 |
| MAN | 0,0064 | 0,6309 | MAN | 0,0064 | 0,6309 |
| H ₂ SO ₄ | 0,0376 | 3,6918 | Na ₂ SO ₄ | 0,0376 | 5,3467 |
| NaOH | 0,0753 | 3,0111 | H ₂ O | 3,3955 | 61,1696 |
| H ₂ O | 3,3202 | 59,8133 | | | |
| Total | 13,0495 | 3795,8291 | Total | 13,0495 | 3795,8291 |

Tabel 2.5. Neraca massa decanter

| Input | | | Output | | |
|----------|--------|--------|----------|------|----|
| Komponen | kmol | kg | Komponen | kmol | kg |
| 2-EH | 0,0625 | 8,1348 | Atas : | | |

| | | | | | |
|---------------------------------|---------|-----------|---------------------------------|---------|-----------|
| MOP | 0,0744 | 20,7208 | 2-EH | 0,0625 | 8,1348 |
| DOP | 9,4731 | 3699,8263 | MOP | 0,0744 | 20,7208 |
| MAN | 0,0064 | 0,6309 | DOP | 9,4731 | 3699,8263 |
| Na ₂ SO ₄ | 0,0376 | 5,3467 | MAN | 0,0064 | 0,6309 |
| H ₂ O | 3,3955 | 61,1696 | Bawah : | | |
| | | | Na ₂ SO ₄ | 0,0376 | 5,3467 |
| | | | H ₂ O | 3,3955 | 61,1696 |
| Total | 13,0495 | 3795,8291 | Total | 13,0495 | 3795,8291 |

2.4.3. Neraca panas alat

Tabel 2.6. Neraca panas *heater-01*

| Input | | Output | |
|------------------|--------------|------------------|--------------|
| Komponen | KJ | Komponen | KJ |
| 2-EH | 27.843,2181 | 2-EH | 736.867,1372 |
| H ₂ O | 52,1644 | H ₂ O | 1.308,4726 |
| Steam | 710.280,2273 | | |
| Total | 738.175,6098 | Total | 738.175,6098 |

Tabel 2.7. Neraca panas *melter*

| Input | | Output | |
|----------|--------------|----------|--------------|
| Komponen | KJ | Komponen | KJ |
| PA | 0 | PA | 496.924,9143 |
| MAN | 0 | MAN | 140,7418 |
| Steam | 497.065,6560 | | |
| Total | 497.065,6560 | Total | 497.065,6560 |

Tabel 2.8. Neraca panas reaktor

| Input | | Output | |
|--------------------------------|-------------|--------------------|------------|
| Komponen | KJ | Komponen | KJ |
| Panas umpan masuk : | | Panas uap keluar : | |
| H ₂ SO ₄ | 26,4482 | 2-EH | 1.008,7491 |
| H ₂ O | 1389,1241 | MOP | 7,6391 |
| 2-EH | 736867,1372 | DOP | 77,0328 |

| | | | |
|--------------|----------------|--------------------------------|----------------|
| PA | 496924,9143 | H ₂ SO ₄ | 2,9948 |
| MAN | 140,7418 | H ₂ O | 287.732,7098 |
| Panas reaksi | 844341,3862 | MAN | 50,9022 |
| | | Panas cairan keluar : | |
| | | 2-EH | 2410,3624 |
| | | MOP | 4854,8587 |
| | | DOP | 882208,3650 |
| | | H ₂ SO ₄ | 694,4886 |
| | | H ₂ O | 25108,6180 |
| | | MAN | 130,3574 |
| | | Panas diserap air | 875402,6741 |
| Total | 2.079.689,7518 | Total | 2.079.689,7518 |

Tabel 2.9. Neraca panas kondensor

| Input | | Output | |
|--------------------------------|--------------|--------------------------------|--------------|
| Komponen | KJ | Komponen | KJ |
| Uap masuk : | | Cairan keluar : | |
| 2-EH | 1008,7491 | 2-EH | 464,4073 |
| MOP | 7,6391 | MOP | 3,7697 |
| DOP | 77,0328 | DOP | 41,0884 |
| H ₂ SO ₄ | 2,9948 | H ₂ SO ₄ | 1,0817 |
| H ₂ O | 287732,7098 | H ₂ O | 65.986,4871 |
| MAN | 50,9022 | MAN | 15,8159 |
| | | Panas diserap air | 222367,3776 |
| Total | 288.880,0277 | Total | 288.880,0277 |

Tabel 2.10. Neraca panas cooler-01

| Input | | Output | |
|--------------------------------|--------------|--------------------------------|--------------|
| Komponen | KJ | Komponen | KJ |
| Cairan masuk : | | Cairan keluar : | |
| 2-EH | 2410,3624 | 2-EH | 1.312,3126 |
| MOP | 4854,8587 | MOP | 2.650,1511 |
| DOP | 882208,3650 | DOP | 481.979,2294 |
| H ₂ SO ₄ | 694,4886 | H ₂ SO ₄ | 381,0676 |
| H ₂ O | 25108,6180 | H ₂ O | 13.962,5401 |
| MAN | 130,3574 | MAN | 70,7211 |
| | | Panas diserap air | 415051,0282 |
| Total | 915.407,0501 | Total | 915.407,0501 |

Tabel 2.11. Neraca panas *mixer*

| Input | | Output | |
|------------------|----------|------------------|----------|
| Komponen | KJ | Komponen | KJ |
| Cairan masuk : | | Cairan keluar : | |
| NaOH | 32,4619 | NaOH | 30,2197 |
| H ₂ O | 230,2978 | H ₂ O | 232,5400 |
| Total | 262,7597 | Total | 262,7597 |

Tabel 2.12. Neraca panas *netraliser*

| Input | | Output | |
|--------------------------------|--------------|---------------------------------|--------------|
| Komponen | KJ | Komponen | KJ |
| Umpan masuk : | | Produk keluar : | |
| 2-EH | 1312,3126 | 2-EH | 1.330,1453 |
| MOP | 2650,1511 | MOP | 2.686,1256 |
| DOP | 481979,2294 | DOP | 488.514,8618 |
| H ₂ SO ₄ | 381,0676 | H ₂ O | 18.115,1456 |
| H ₂ O | 14195,0801 | MAN | 71,6902 |
| MAN | 70,7211 | Na ₂ SO ₄ | 606,1461 |
| NaOH | 30,2197 | | |
| Panas reaksi | 10705,33311 | | |
| Total | 511.324,1147 | Total | 511.324,1147 |

Tabel 2.13. Neraca panas *decanter*

| Input | | Output | |
|---------------------------------|-------------|---------------------------------|--------------|
| Komponen | KJ | Komponen | KJ |
| Umpan masuk : | | Hasil atas : | |
| 2-EH | 1330,1453 | 2-EH | 1.330,1453 |
| MOP | 2686,1256 | MOP | 2.686,1256 |
| DOP | 488514,8618 | DOP | 488.514,8618 |
| H ₂ O | 18115,1456 | MAN | 71,6902 |
| MAN | 71,6902 | Hasil bawah : | |
| Na ₂ SO ₄ | 606,1461 | H ₂ O | 18.115,1456 |
| | | Na ₂ SO ₄ | 606,1461 |

| | | | |
|-------|--------------|-------|--------------|
| Total | 511.324,1147 | Total | 511.324,1147 |
|-------|--------------|-------|--------------|

Tabel 2.14. Neraca panas *cooler-02*

| Input | | Output | |
|----------------|--------------|-------------------|--------------|
| Komponen | KJ | Komponen | KJ |
| Cairan masuk : | | Cairan keluar : | |
| 2-EH | 1330,1453 | 2-EH | 182,5425 |
| MOP | 2686,1256 | MOP | 368,2593 |
| DOP | 488514,8618 | DOP | 67.046,1786 |
| MAN | 71,6902 | MAN | 9,7220 |
| | | Panas diserap air | 424.996,1206 |
| Total | 492.602,8229 | Total | 492.602,8229 |

2.5. Tata Letak Pabrik dan Peralatan

2.5.1. Tata letak pabrik

Tata letak pabrik adalah pengaturan atau penyusunan peralatan proses dan fasilitas pabrik lainnya, sedemikian rupa sehingga pabrik dapat berfungsi dengan efektif, efisien dan aman. Tata letak pabrik yang baik bertujuan agar :

- Mempermudah arus masuk dan keluar area pabrik
- Proses pengolahan bahan baku menjadi produk lebih efisien.
- Mempermudah penanggulangan bahaya yang mungkin terjadi seperti kebakaran, ledakan dan lain-lain.
- Mencegah terjadinya polusi.
- Mempermudah pemasangan, pemeliharaan dan perbaikan.
- Menekan biaya produksi serendah mungkin dengan hasil yang maksimum.

Untuk mencapai hasil yang optimal, maka hal-hal yang perlu dipertimbangkan dalam menentukan tata letak pabrik adalah :

- Perlu disediakan areal perluasan produksi yang tidak jauh dari proses lama.
- Faktor keamanan, keamanan dalam bahaya kebakaran sangat penting sehingga dalam merencanakan *lay out* selalu diusahakan untuk memisahkan sumber api dan panas dari sumber bahan yang mudah meledak. Unit-unit yang ada dikelompokkan agar memudahkan pengalokasian bahaya kebakaran yang mungkin terjadi.
- Sistem konstruksi yang direncanakan adalah *out door* untuk menekan biaya bangunan gedung, sedangkan jalannya proses dalam pabrik tidak dipengaruhi oleh perubahan musim.
- Fasilitas untuk karyawan seperti masjid, kantin, parkir dan sebagainya diletakkan strategis sehingga tidak mengganggu jalannya proses.
- Jarak antara pompa dan peralatan proses harus diperhitungkan agar tidak mengalami kesulitan dalam melakukan pemeliharaan dan perbaikan.
- Disediakan tempat untuk membersihkan alat agar tidak mengganggu peralatan lain.
- Jarak antara unit yang satu dengan yang lain diatur sehingga tidak saling mengganggu.

- Sistem perpipaan diletakkan pada posisi yang tidak mengganggu operator dan memberikan warna atau simbol yang jelas untuk masing-masing proses sehingga memudahkan bila terjadi kerusakan dan kebocoran.

Secara garis besar *lay out* pabrik ini dibagi menjadi beberapa daerah utama, yaitu :

- a. Daerah administrasi / perkantoran, laboratorium dan ruang kontrol. Daerah administrasi / perkantoran merupakan pusat kegiatan administrasi pabrik yang mengatur kelancaran operasi. Laboratorium dan ruang kontrol sebagai pusat pengendalian proses, kualitas dan kuantitas bahan yang akan diproses serta produk yang akan dijual.
- b. Daerah proses, merupakan daerah tempat alat-alat proses diletakkan dan tempat berlangsungnya produksi
- c. Daerah pergudangan umum, fasilitas karyawan, bengkel dan garasi.
- d. Daerah utilitas, merupakan daerah dimana kegiatan persediaan air, pengolahan limbah, tenaga listrik dan lain sebagainya.

2.5.2. Tata letak peralatan

Dalam menentukan tata letak peralatan ada beberapa hal yang harus diperhatikan yaitu :

- Aliran bahan baku dan produk

Pengaliran bahan baku dan produk yang tepat akan memberikan keuntungan yang besar serta menunjang kelancaran dan keamanan produksi. Perlu diperhatikan elevasi dari pipa. Untuk pipa di atas tanah sebaiknya dipasang pada ketinggian tiga meter atau lebih. Sedangkan untuk pipa pada permukaan tanah diatur sedemikian rupa sehingga tidak mengganggu lalu lintas pekerja.

- Aliran udara

Aliran udara di dalam dan di sekitar area proses produk perlu diperhatikan supaya lancar. Hal ini bertujuan untuk menghindari terjadinya stagnasi udara pada suatu tempat yang dapat mengakibatkan akumulasi bahan kimia yang berbahaya, sehingga dapat membahayakan keselamatan pekerja. Di samping itu juga perlu diperhatikan arah hembusan angin.

- Cahaya

- Lalu lintas pekerja

BAB III

SPESIFIKASI PERALATAN PROSES

3.1. Tangki Penyimpan 2-Ethyl Hexanol (T-01)

| | |
|---------------------|--|
| Fungsi | : Menyimpan bahan baku <i>2-ethyl hexanol</i> untuk kebutuhan selama 1 bulan |
| Tipe | : Silinder tegak (<i>vertical cylinder</i>) dengan dasar datar (<i>flat bottom</i>) dan bagian atas <i>conical</i> . |
| Jumlah | : 1 buah |
| Volume | : 22.733,06 ft ³ |
| Kondisi penyimpanan | : T = 30 °C P = 1 atm |
| Bahan konstruksi | : <i>Carbon steel SA 283 grade C</i> |
| Diameter | : 40 ft |
| Tinggi | : 18 ft |
| Tebal <i>shell</i> | |
| ▪ <i>Course 1</i> | : 0,3125 in |
| ▪ <i>Course 2</i> | : 0,25 in |
| ▪ <i>Course 3</i> | : 0,1875 in |
| Tebal <i>head</i> | : 0,5 in |
| Tinggi <i>head</i> | : 11,55 ft |

3.2. Tangki Penyimpan H₂SO₄ (T-02)

| | |
|---------------------|---|
| Fungsi | : Menyimpan katalis asam sulfat (H ₂ SO ₄) untuk kebutuhan selama 2 bulan. |
| Tipe | : Silinder tegak (<i>vertical cylinder</i>) dengan <i>head</i> dan <i>bottom</i> berbentuk <i>torispherical</i> . |
| Jumlah | : 1 buah |
| Volume | : 27,30 ft ³ |
| Kondisi penyimpanan | : T = 30 °C P = 1 atm |
| Bahan konstruksi | : <i>Stainless steel SA 240 grade 304</i> |
| Diameter | : 3,26 ft |
| Tinggi | : 4,73 ft |
| Tebal <i>shell</i> | : 0,1875 in |
| Tebal <i>head</i> | : 0,1875 in |
| Tinggi <i>head</i> | : 0,73 ft |

3.3. Tangki Penyimpan NaOH (T-03)

| | |
|--------|---|
| Fungsi | : Menyimpan NaOH 50 % untuk kebutuhan selama 2 bulan. |
| Tipe | : Silinder tegak (<i>vertical cylinder</i>) dengan <i>head</i> dan <i>bottom</i> berbentuk <i>torispherical</i> . |
| Jumlah | : 1 buah |
| Volume | : 56,75 ft ³ |

| | |
|---------------------|-------------------------------|
| Kondisi penyimpanan | : T = 30 °C |
| | P = 1 atm |
| Bahan konstruksi | : Carbon steel SA 283 grade C |
| Diameter | : 4,17 ft |
| Tinggi | : 5,90 ft |
| Tebal <i>shell</i> | : 0,1875 in |
| Tebal <i>head</i> | : 0,25 in |
| Tinggi <i>head</i> | : 0,87 ft |

3.4. Tangki Penyimpan Produk (T-04)

| | |
|---------------------|--|
| Fungsi | : Menyimpan produk <i>dioctyl phthalate</i> selama 1 bulan. |
| Tipe | : Silinder tegak (<i>vertical cylinder</i>) dengan dasar datar (<i>flat bottom</i>) dan bagian atas <i>conical</i> . |
| Jumlah | : 1 buah |
| Volume | : 22.733,06 ft ³ |
| Kondisi penyimpanan | : T = 30 °C |
| | P = 1 atm |
| Bahan konstruksi | : Carbon steel SA 283 grade C |
| Diameter | : 40 ft |
| Tinggi | : 18 ft |
| Tebal <i>shell</i> | |
| ▪ Course 1 | : 0,3125 in |

| | |
|--------------------|-------------|
| ▪ <i>Course 2</i> | : 0,25 in |
| ▪ <i>Course 3</i> | : 0,1875 in |
| Tebal <i>head</i> | : 0,5 in |
| Tinggi <i>head</i> | : 11,55 ft |

3.5. *Hopper (H-01)*

| | |
|---------------------|--|
| Fungsi | : Menampung bahan baku <i>phthalic anhydride</i> untuk kebutuhan selama 10 hari. |
| Tipe | : <i>Conical</i> |
| Jumlah | : 2 buah |
| Volume | : 5.552,7334 ft ³ |
| Kondisi penyimpanan | : T = 30 °C P = 1 atm |
| Bahan konstruksi | : Beton |
| Diameter | : 17,22 ft |
| Tinggi | : 37,03 ft |

3.6. *Screw Conveyor (SC-01)*

| | |
|--------|--|
| Fungsi | : Membawa <i>phthalic anhydride</i> dari <i>hopper</i> menuju <i>melter</i> |
| Tipe | : <i>Screw conveyor</i> dengan <i>feed hopper</i> dan <i>discharge chute</i> . |
| Jumlah | : 1 buah |

Bahan konstruksi : *Carbon steel SA 283 grade C*
Panjang : 20 ft
Elevasi : 5 ft
Diameter *conveyor* : 6 ft
Kapasitas maksimum : 90 ft³/jam
Putaran maksimum : 60 rpm
Daya motor : 3,6 HP

3.7. *Melter (M-01)*

Fungsi : Meleburkan *Phthalic Anhydride (PA)* pada suhu
131,26°C dan menaikkan suhu lelehan sampai 150°C
Tipe : *Double drum mill*
Jumlah : 1 buah
Bahan konstruksi : *Stainless steel SA 240 grade 304*
Diameter *drum* : 0,81 m
Panjang *drum* : 1,61 m
Daya motor : 20 HP

3.8. *Mixer (MX-01)*

Fungsi : Mengencerkan NaOH 50 % sehingga diperoleh
NaOH 20 %
Tipe : Tangki berpengaduk berbentuk silinder tegak
dengan *head* dan *bottom* berbentuk *torispherical*.

| | |
|--------------------|--------------------------------------|
| Jumlah | : 1 buah |
| Kondisi operasi | : T = 29,61 °C P = 1 atm |
| Bahan konstruksi | : <i>Carbon steel SA 283 grade C</i> |
| Volume | : 1,13 ft ³ |
| Tinggi | : 1,89 ft |
| Diameter | : 1,13 ft |
| Tinggi <i>head</i> | : 0,38 ft |
| Tebal <i>shell</i> | : 0,1875 in |
| Tebal <i>head</i> | : 0,1875 in |
| Pengaduk | |
| ▪ Jenis pengaduk | : Turbin enam <i>blade</i> |
| ▪ Diameter | : 0,38 ft |
| ▪ Kecepatan | : 10,04 rps |
| ▪ Daya | : 0,5 HP |

3.9. Reaktor (R-01)

| | |
|-----------------|--|
| Fungsi | : Sebagai tempat berlangsungnya reaksi esterifikasi antara <i>phthalic anhydride</i> dan <i>2-ethyl hexanol</i> |
| Tipe | : <i>Continuous Stirred Tank Reactor</i> (CSTR) |
| Jumlah | : 1 buah |
| Kondisi operasi | : T = 150 °C P = 1 atm |

Bahan konstruksi : *Stainless steel SA 240 grade 304*

Volume : 587,38 ft³

Tinggi : 14,41 ft

Diameter : 7,21 ft

Tinggi *head* : 1,39 ft

Tebal *shell* : 0,3125 in

Tebal *head* : 0,25 in

Pengaduk

- Jenis pengaduk : Turbin enam *blade* dengan empat *baffle*

- Diameter : 2,40 ft

- Kecepatan : 1,96 rps

- Daya : 10,5 HP

Pendingin

- Jenis : pendingin jaket

- Pendingin : air

- Bahan : *Carbon steel 283 grade C*

- Tebal jaket : 0,25 in

- Tinggi jaket : 12,27 ft

3.10. Netraliser (N-01)

Fungsi : Sebagai tempat berlangsungnya netralisasi antara H_2SO_4 dan NaOH.

Tipe : Tangki berpengaduk berbentuk silinder tegak dengan *head* dan *bottom* berbentuk *torispherical*.

Jumlah : 1 buah

Kondisi operasi : T = 95 °C
P = 1 atm

Bahan konstruksi : *Stainless steel SA 240 grade 304*

Volume : 87,39 ft³

Tinggi : 6,78 ft

Diameter : 4,81 ft

Tinggi *head* : 0,99 ft

Tebal *shell* : 0,1875 in

Tebal *head* : 0,25 in

Pengaduk

- Jenis pengaduk : Turbin enam *blade*
- Diameter : 1,60 ft
- Kecepatan : 2,13 rps
- Daya : 2 HP

3.11. Decanter (D-01)

| | |
|---------------------|---|
| Fungsi | : Memisahkan fase organik yang berupa DOP, MOP, MAN dan 2-EH dari fase anorganik yang berupa H ₂ O dan Na ₂ SO ₄ |
| Tipe | : <i>Continuous gravity decanter</i> |
| Jumlah | : 1 buah |
| Kondisi operasi | : T = 96 °C P = 1 atm |
| Bahan konstruksi | : <i>Carbon steel SA 283 grade C</i> |
| Diameter | : 4,09 ft |
| Panjang | : 13,95 ft |
| Panjang <i>head</i> | : 0,85 ft |
| Tebal <i>shell</i> | : 0,1875 in |
| Tebal <i>head</i> | : 0,25 in |

3.12. Pompa (P-01)

| | |
|------------------|--|
| Fungsi | : Memompa bahan baku <i>2-ethyl hexanol</i> dari tangki penyimpan (T-01) ke reaktor (R-01) |
| Tipe | : <i>Centrifugal pump</i> |
| Jumlah | : 2 buah |
| Bahan konstruksi | : <i>Carbon steel SA 283 grade C</i> |
| Kapasitas | : 14,59 gpm |
| Daya pompa | : 0,7 HP |

Pipa yang digunakan

- D nominal size : 1,5 in
- No. Schedule : 80
- ID : 1,5 in
- OD : 1,9 in

3.13. Pompa (P-02)

Fungsi : Memompa bahan baku *phthalic anhydride* hasil keluaran *melter* (M-01) ke dalam reaktor (R-01)

Tipe : *Centrifugal pump*

Jumlah : 2 buah

Bahan konstruksi : *Stainless steel SA 240 grade 304*

Kapasitas : 5,75 gpm

Daya pompa : 0,7 HP

Pipa yang digunakan

- D nominal size : 1 in
- No. Schedule : 40
- ID : 1,049 in
- OD : 1,32 in

3.14. Pompa (P-03)

Fungsi : Memompa hasil netraliser (N-01) menuju decanter (D-01)

| | |
|---------------------|---|
| Tipe | : <i>Centrifugal pump</i> |
| Jumlah | : 2 buah |
| Bahan konstruksi | : <i>Stainless steel SA 240 grade 304</i> |
| Kapasitas | : 19,98 gpm |
| Daya pompa | : 0,7 HP |
| Pipa yang digunakan | |
| ▪ D nominal size | : 2 in |
| ▪ No. Schedule | : 80 |
| ▪ ID | : 1,939 in |
| ▪ OD | : 2,38 in |

3.15. Pompa (P-04)

| | |
|---------------------|--|
| Fungsi | : Memompa hasil atas decanter (D-01) ke dalam tangki penyimpan produk. |
| Tipe | : <i>Centrifugal pump</i> |
| Jumlah | : 2 buah |
| Bahan konstruksi | : <i>Stainless steel SA 240 grade 304</i> |
| Kapasitas | : 18,45 gpm |
| Daya pompa | : 0,7 HP |
| Pipa yang digunakan | |
| ▪ D nominal size | : 2,38 in |
| ▪ No. Schedule | : 80 |
| ▪ ID | : 1,94 in |

▪ OD : 2,38 in

3.16. Pompa (P-05)

Fungsi : Memompa hasil bawah decanter (D-01) ke tempat pengolahan limbah.

Tipe : *Centrifugal pump*

Jumlah : 2 buah

Bahan konstruksi : *Stainless steel SA 240 grade 304*

Kapasitas : 0,32 gpm

Daya pompa : 0,7 HP

Pipa yang digunakan

▪ D nominal size : 0,25 in

▪ No. Schedule : 80

▪ ID : 0,302 in

▪ OD : 0,54 in

3.17. Pemanas (HT-01)

Fungsi : Memanaskan bahan baku *2-ethyl hexanol* sebelum masuk reaktor (R-01)

Tipe : *Double pipe heat exchanger*

Jumlah : 1 buah

Bahan konstruksi

▪ *Annulus* : *Cast iron*

- *Inner pipe* : Carbon steel SA 283 grade C

Spesifikasi *annulus*

- ID *annulus* : 2,07 in
- Flow area *annulus* : 0,008 ft²
- Panjang *hairpin* : 16 ft
- Jumlah *hairpin* : 3

Spesifikasi *inner pipe*

- ID *inner pipe* : 1,38 in
- OD *inner pipe* : 1,66 in
- Flow area *pipe* : 0,0104 ft²

3.18. Pendingin (CR-01)

Fungsi : Mendinginkan hasil reaktor (R-01) yang akan dimasukkan ke netraliser (N-01)

Tipe : *Double pipe heat exchanger*

Jumlah : 1 buah

Bahan konstruksi

- *Annulus* : Stainless steel SA 240 grade 304
- *Inner pipe* : Cast iron

Spesifikasi *annulus*

- ID *annulus* : 3,068 in
- Flow area *annulus* : 0,0204 ft²
- Panjang *hairpin* : 12 ft

- Jumlah *hairpin* : 3

Spesifikasi *inner pipe*

- ID *inner pipe* : 2,067 in
- OD *inner pipe* : 2,38 in
- *Flow area pipe* : 0,023 ft²

3.19. Pendingin (CR-02)

Fungsi : Mendinginkan hasil atas decanter (D-01) untuk
disimpan di tangki penyimpanan produk (T-04)

Tipe : *Double pipe heat exchanger*

Jumlah : 1 buah

Bahan konstruksi

- *Annulus* : *Carbon steel SA 283 grade C*
- *Inner pipe* : *Cast iron*

Spesifikasi *annulus*

- ID *annulus* : 4,026 in
- *Flow area annulus* : 0,022 ft²
- Panjang *hairpin* : 20 ft
- Jumlah *hairpin* : 4

Spesifikasi *inner pipe*

- ID *inner pipe* : 3,07 in
- OD *inner pipe* : 3,5 in
- *Flow area pipe* : 0,051 ft²

3.20. Kondensor (CD-01)

Fungsi : Mengkondensasikan uap dari reaktor (R-01)
untuk dibuang ke unit pengolahan limbah.

Tipe : *Shell and tube* 1-2 horisontal kondenser

Jumlah : 1 buah

Bahan konstruksi

▪ *Shell* : *Stainless steel SA 240 grade 304*

▪ *Tube* : *Cast iron*

Spesifikasi *Shell*

▪ *ID Shell* : 10 in

▪ *Baffle spacing* : 10 in

▪ *Passes* : 1

Spesifikasi *tube*

▪ *OD tube* : 0,75 in

▪ *ID tube* : 0,482 in

▪ *BWG* : 10

▪ *Lay out tube* : *Square pitch* ($Pt = 1,5625$ in)

▪ *Jumlah tube* : 12

▪ *Passes* : 2

▪ *Flow area per tube* : $0,182$ in²

▪ *Surface per lin ft* : $0,1963$ ft²

▪ *Panjang tube* : 8 ft

BAB IV

UNIT PENDUKUNG PROSES DAN LABORATORIUM

4.1. Unit Pendukung Proses

Unit pendukung proses atau yang lebih dikenal dengan sebutan utilitas merupakan unit penunjang proses produksi yang merupakan bagian penting untuk menunjang berlangsungnya proses suatu pabrik. Utilitas di pabrik *dioctyl phthalate* yang dirancang antara lain meliputi unit pengadaan air, unit pengadaan *steam*, unit pengadaan udara tekan, unit pengadaan listrik, unit pengadaan bahan bakar dan unit pengolahan limbah.

1. Unit pengadaan air

Unit ini bertugas menyediakan dan mengolah air untuk memenuhi kebutuhan air sebagai berikut :

- a. Air pendingin
- b. Air proses
- c. Air umpan *boiler*
- d. Air konsumsi umum dan sanitasi

2. Unit pengadaan *steam*

Unit ini bertugas untuk menyediakan kebutuhan *steam* sebagai media pemanas untuk alat-alat *heat exchanger* dan *melter*.

3. Unit pengadaan udara tekan.

Unit ini bertugas untuk menyediakan udara tekan untuk kebutuhan instrumentasi *pneumatic* dan untuk penyediaan udara tekan di bengkel.

4. Unit pengadaan listrik

Unit ini bertugas menyediakan listrik sebagai tenaga penggerak untuk peralatan proses, peralatan utilitas, peralatan elektronik atau listrik, AC, maupun untuk penerangan. Listrik disuplai dari PLN dan dari generator sebagai cadangan bila listrik dari PLN mengalami gangguan.

5. Unit pengadaaan bahan bakar.

Unit ini bertugas menyediakan bahan bakar untuk kebutuhan *boiler* dan *generator*.

6. Unit pengolahan limbah

Unit ini bertugas untuk mengolah bahan-bahan buangan atau hasil samping reaksi contohnya : H_2O , Na_2SO_4 , 2-EH, MOP, DOP, H_2SO_4 dan MAN.

4.1.1. Unit Pengadaan Air

4.1.1.1 Air pendingin

Sumber air diambil dari air permukaan yaitu dari air sungai yang mengalir dekat pabrik sebagai *raw water*.

Alasan digunakannya air sebagai media pendingin adalah karena faktor-faktor sebagai berikut :

- a. Air dapat diperoleh dalam jumlah yang besar dengan biaya murah.
- b. Mudah dalam pengaturan dan pengolahannya.
- c. Dapat menyerap sejumlah panas per satuan volume yang tinggi.
- d. Tidak terdekomposisi.

Air pendingin ini digunakan sebagai pendingin pada kondensor, *heat exchanger* dan sebagai pendingin pada reaktor. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pengolahan air pendingin :

- a. kesadahan (*hardness*), yang dapat menyebabkan kerak.
- b. Adanya zat besi, yang dapat menimbulkan korosi.

Pada penggunaan air pendingin melibatkan penggunaan *cooling tower* yaitu untuk mendinginkan kembali air pendingin yang telah digunakan sebagai media pendingin.

Spesifikasi lengkap *cooling tower* :

1. Tipe : *Inducted Draft Cooling Tower*
2. Jumlah : 1 buah
3. Jumlah air yang didinginkan : 49,48 m³/jam
4. Tenaga *fan* : 4,13 HP
5. Tenaga motor : 5,5 HP

➤ **Jumlah air sungai yang digunakan**

Jumlah air sungai yang dibutuhkan sebagai media pendingin, kebutuhan proses, kebutuhan umpan air *boiler* serta sanitasi adalah sebesar :

$$= 51.141,51 \text{ kg/jam}$$

$$= 50,47 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$= 1.211,28 \text{ m}^3/\text{hari}$$

➤ **Pengolahan air sungai**

Air yang berasal dari sungai pada umumnya belum memenuhi persyaratan yang diperlukan, biasanya mengandung lumpur atau padatan serta material penyebab *foaming*, oksigen bebas dan kadang mengandung asam, sehingga harus menjalani proses pengolahan terlebih dahulu. Tahapan pengolahan air sungai menjadi air pendingin meliputi :

1. Pengendapan, merupakan proses mekanis untuk memisahkan padatan-padatan atau lumpur yang terdapat di dalam air dengan menggunakan gaya gravitasi, pada bak pengendapan dilengkapi dengan penyekat yang berfungsi untuk memisahkan padatan atau lumpur yang telah jatuh sehingga tidak terikut oleh aliran air.

Pada waktu penyedotan air ke bak pengendapan, dilakukan penginjeksian :

- a. Alum, yang berfungsi sebagai flokulan.
 - b. Kalsium hipoklorit yang berfungsi sebagai disinfektan.
2. Penyaringan, Air ini dilewatkan melalui *sand filter* (pada tangki penyaring), untuk menyaring partikel-partikel kotoran halus yang masih ada. Kemudian air tersebut ditampung dalam tangki penampungan. Dari sini, air mengalami perlakuan didasarkan pada penggunaannya, yaitu :

diinjeksikan bahan-bahan kimia, antara lain :

- fosfat, berguna untuk mencegah timbulnya kerak
- *dispersant*, berguna untuk mencegah terjadinya penggumpalan/ pengendapan fosfat.

4.1.1.2. Air proses

Untuk kebutuhan air proses sumber yang digunakan sebagian diambil dari dalam tanah dan sebagian dari sungai. Hal yang perlu diperhatikan dalam pengolahan air proses adalah :

- a. Kesadahan (*hardness*), yang dapat menyebabkan kerak.
- b. Adanya zat besi, yang dapat menimbulkan korosi.

Pengolahan air untuk kebutuhan air proses sama dengan pengolahan air untuk keperluan umpan *boiler*.

➤ **Kebutuhan air proses.**

Air proses dalam perancangan pabrik ini digunakan untuk pengenceran NaOH yang dibutuhkan pada proses netralisasi dan air umpan *boiler*. Jumlah air proses yang dibutuhkan oleh pabrik ini adalah 1.100,38 kg/jam atau laju alir sebanyak 1,11 m³/jam.

4.1.1.3. Air umpan *boiler*

Untuk kebutuhan umpan *boiler* sumber air yang digunakan sama dengan air untuk proses, yaitu sebagian berasal dari dalam tanah dan sebagian dari sungai. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penanganan air umpan *boiler* adalah sebagai berikut :

- a. Kandungan zat yang dapat menyebabkan korosi.

Korosi yang terjadi di dalam *boiler* disebabkan karena air mengandung larutan-larutan asam dan gas-gas yang terlarut.

- b. Kandungan zat yang menyebabkan kerak (*scale forming*).

Pembentukan kerak disebabkan karena adanya kesadahan yang biasanya berupa garam-garam karbonat dan silikat.

- c. Kandungan zat yang menyebabkan pembusaan (*foaming*).

Air yang digunakan pada proses pemanasan bisa menyebabkan *foaming* pada *boiler* karena adanya zat-zat organik, anorganik, dan zat-zat yang tidak larut dalam jumlah besar. Efek pembusaan terjadi pada alkalinitas tinggi.

➤ **Jumlah air sebagai umpan *boiler***

Jumlah air yang digunakan adalah sebesar 1.091,35 kg/jam atau laju alir sebanyak 1,1 m³/jam. Jumlah air ini digunakan hanya pada awal *start up* pabrik, untuk kebutuhan selanjutnya hanya air *make up* saja yang diperlukan. Jumlah air untuk keperluan *make up* air umpan *boiler* adalah sebesar 218,27 kg/jam atau laju alir 0,22 m³/jam. Air umpan *boiler* biasanya digunakan lagi setelah digunakan dan terkondensasi.

➤ **Pengolahan air sebagai air proses dan umpan *boiler*.**

Air yang berasal dari dalam tanah (air baku) dan air sungai pada umumnya belum memenuhi persyaratan yang diperlukan, biasanya mengandung material penyebab *foaming*, oksigen bebas dan kadang mengandung asam, sehingga harus menjalani proses pengolahan terlebih dahulu. Tahapan pengolahan air menjadi air proses dan air umpan *boiler* meliputi :

1. Pengendapan, merupakan proses mekanis untuk memisahkan padatan-padatan atau lumpur yang terdapat di dalam air dengan menggunakan gaya gravitasi, pada bak pengendapan dilengkapi dengan penyekat yang berfungsi untuk memisahkan padatan yang telah jatuh sehingga tidak terikut oleh aliran air.
2. Aerasi, merupakan proses penghembusan air dengan udara. Proses ini bertujuan untuk menghilangkan besi yang terlarut dalam air. Terjadi proses oksidasi yang menjadikan besi terlarut menjadi endapan besi yang tidak larut. Proses aerasi dilakukan dalam suatu unit yang disebut *aerator*. Untuk menaikkan pH air ditambahkan NaOH sehingga air pada keadaan netral.

Pada waktu penyedotan air dari bak pengendap ke *aerator*, dilakukan penginjeksian :

- a. Alum, yang berfungsi sebagai flokulan.
- b. Kalsium hipoklorit yang berfungsi sebagai disinfektan.

Aerator ini sekaligus berfungsi sebagai *clarifier* untuk mengendapkan *floc-floc* yang terbentuk. Lumpur yang diendapkan di *blow down*, sedangkan air keluar dari bagian atas.

3. Penyaringan, Air ini dilewatkan melalui *sand filter* (pada tangki penyaring), untuk menyaring partikel-partikel kotoran halus yang masih terikut.
4. Demineralisasi, merupakan unit penukar ion untuk menghilangkan mineral terlarut dalam air yang berupa ion positif (kation) atau ion negatif (anion).

Untuk menyerap ion-ion positif dan negatif digunakan resin penukar ion yang berupa campuran *resin* Amberlite dan IRA. Dimana *resin* Amberlite digunakan untuk menyerap ion-ion positif, sedangkan IRA untuk menyerap ion negatif. Kemudian air tersebut ditampung dalam tangki penampungan. Dari sini, air mengalami perlakuan didasarkan pada penggunaannya, yaitu diinjeksikan bahan-bahan kimia, antara lain :

- a. fosfat, berguna untuk mencegah timbulnya kerak
- b. *dispersant*, berguna untuk mencegah terjadinya penggumpalan/ pengendapan fosfat.

4.1.1.4. Air konsumsi umum dan sanitasi

Sumber air untuk keperluan konsumsi dan sanitasi sebagian berasal dari sumber air dalam tanah dan sebagian dari sungai. Air ini digunakan untuk memenuhi kebutuhan air minum, laboratorium, kantor, perumahan dan pertamanan. Air konsumsi dan sanitasi harus memenuhi beberapa syarat, yang meliputi syarat fisik, syarat kimia, dan syarat bakteriologis.

Syarat fisik:

- a. suhu di bawah suhu udara luar
- b. warna jernih
- c. tidak mempunyai rasa dan tidak berbau.

Syarat kimia:

- a. tidak mengandung zat organik maupun anorganik
- b. tidak beracun

Syarat bakteriologis :

Tidak mengandung bakteri-bakteri, terutama bakteri yang patogen.

➤ **Jumlah air untuk konsumsi dan sanitasi**

Jumlah yang dibutuhkan adalah sebesar 684,53 kg/jam atau laju alir sebesar 0,69 m³/jam.

➤ **Pengolahan air untuk konsumsi dan sanitasi.**

Pengolahan air untuk kebutuhan konsumsi dan sanitasi merupakan unit yang terangkai dengan unit air proses. Proses pengolahan yang dilakukan yaitu proses pengendapan, aerasi, penyaringan dan klorinasi. Pengendapan dilakukan untuk menghilangkan padatan dengan menggunakan gaya gravitasi. Sedangkan aerasi bertujuan untuk menghilangkan gas-gas terlarut dan mengoksidasi kandungan ion ferro untuk diubah menjadi ion ferri dalam bentuk ferri hidroksida yang tidak larut dalam air. Endapan ferri hidroksida dibuang dengan cara *blow down*, dan sisanya yang tidak terendapkan disaring. Ke dalam air produk penyaringan selanjutnya diinjeksikan larutan kalsium hipoklorit untuk mematikan kandungan biologis air. Konsentrasi kalsium hipoklorit dijaga sekitar 0,8–1,0 ppm. Untuk menjaga pH air minum, ditambah larutan Ca(OH)₂ sehingga pH-nya sekitar 6,8 – 7,0.

➤ **Total kebutuhan air proses, umpan boiler dan sanitasi**

Kebutuhan air tanah adalah 50 % kebutuhan air tanah total sisanya dipenuhi dari air sungai.

Air Proses = 9,03 kg/jam = 0,0091 m³/jam

Air umpan boiler = 1.091,35 kg/jam = 1,10 m³/jam

Air konsumsi dan sanitasi = 684,53 kg/jam = 0,69 m³/jam

Total kebutuhan = 1.784,91 kg/jam = 1,79 m³/jam

Untuk keamanan dipakai 10 % berlebih, maka :

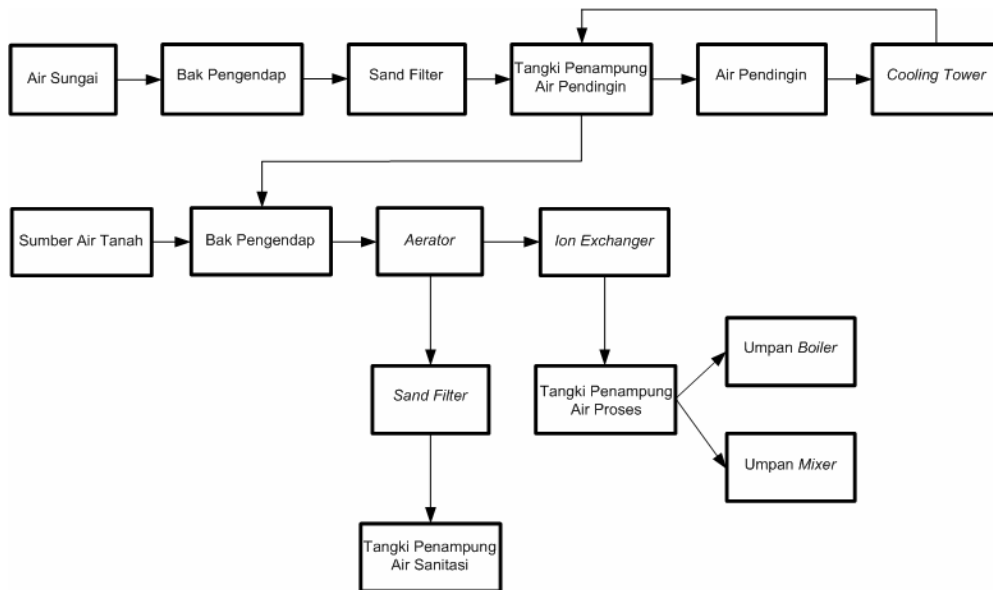
Total kebutuhan = 1.963,40 kg/jam = 1,97 m³/jam

➤ **Pemompaan air tanah**

Untuk memompakan air tanah dengan jumlah di atas dan untuk mengatasi perbedaan tekanan karena beda elevasi dan penurunan tekanan pada perpipaan, maka diperlukan jenis pompa dengan spesifikasi :

1. Tipe : *Single Stage Centrifugal Pump*
2. Jumlah : 2 buah
3. Kapasitas : 8,6821 gpm
4. *Power* pompa : 6,7 HP
5. *Power* motor : 8,0 HP
6. Efisiensi pompa : 45 %
7. Efisiensi motor : 84 %
8. *NPSH required* : 9,8425 ft
9. *NPSH available* : 693,9465 ft
10. Bahan konstruksi : *Carbon steel SA 283 grade C*
11. Pipa nominal : 1 in
12. ID pipa : 1,049 in
13. OD pipa : 1,32 in
14. luas alir per pipa : 0,864 ft²
15. *Schedule number* : 40

Skema pengolahan air yang digunakan di pabrik *dioctyl phthalate* dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1. Skema Pengolahan Air

4.1.2 Unit Pengadaan Steam

Steam yang diproduksi pada pabrik *dioctyl phthalate* ini digunakan untuk memenuhi kebutuhan panas pada *heater* dan *melter*. Untuk memenuhi kebutuhan steam digunakan *boiler*. Kebutuhan steam pada pabrik *dioctyl phthalate* ini adalah

| | |
|---------|-----------------|
| Tekanan | = 145,43 psi |
| Suhu | = 180 °C |
| Jumlah | = 584,34 kg/jam |

Untuk menjaga kemungkinan kebocoran steam pada saat distribusi, jumlah steam dilebihkan sebanyak 20 %. Jadi jumlah steam yang dibutuhkan adalah sebanyak 701,21 kg/jam

➤ **Boiler yang dibutuhkan.**

Spesifikasi *Boiler* :

1. Tipe : *Fire tube boiler*
2. Jumlah : 2 buah
3. *Heating surface* : 510,01 ft²
4. *Rate of steam* : 1.545,91 lb/jam
5. Tekanan *steam* : 145,43 psi
6. Bahan bakar : Solar

4.1.3. Unit Pengadaan Udara Tekan

Kebutuhan udara tekan untuk prarancangan pabrik *dioctyl phthalate* ini diperkirakan sebesar 200 m³/jam, tekanan 100 psi dan suhu 30 °C. Alat untuk menyediakan udara tekan berupa kompresor yang dilengkapi dengan *dryer* yang

berisi *silica gel* untuk menyerap kandungan air sampai diperoleh kandungan air maksimal 84 ppm.

➤ **Kompresor yang dibutuhkan**

| | |
|--------------------------|--|
| Kapasitas | : 200 m ³ /jam |
| Tekanan <i>suction</i> | : 14,7 psia |
| Tekanan <i>discharge</i> | : 100 psia |
| Suhu udara | : 35 °C |
| Jenis | : <i>Single Stage Reciprocating Compressor</i> |
| Efisiensi | : 80 % |
| Daya kompresor | : 21,5 HP |
| Jumlah | : 1 buah |

4.1.4. Unit Pengadaan Listrik

Kebutuhan tenaga listrik di pabrik *dioctyl phthalate* ini dipenuhi oleh PLN dan generator pabrik, hal ini bertujuan agar pasokan tenaga listrik dapat berlangsung kontinyu meskipun ada gangguan pasokan dari PLN. Generator yang digunakan adalah generator arus bolak-balik dengan pertimbangan :

1. Tenaga listrik yang dihasilkan cukup besar.
2. Tegangan dapat dinaikkan atau diturunkan sesuai kebutuhan dengan *transformer*.

Kebutuhan listrik di pabrik ini antara lain terdiri dari :

1. Listrik untuk keperluan proses dan utilitas = 225,41 kW
2. Listrik untuk penerangan = 119,28 kW

- 3. Listrik untuk AC = 15 kW
- 4. Listrik untuk laboratorium dan instrumentasi. = 10 kW
- Jumlah kebutuhan listrik total = 369,69 kW

Jumlah kebutuhan listrik sebesar ini disuplai oleh PLN. Jika diasumsikan kapasitas generator = 75 % dari kapasitas total sehingga spesifikasi generator yang dibutuhkan untuk menyuplai kebutuhan listrik diatas jika terjadi gangguan listrik dari PLN adalah sebagai berikut :

- Tipe : AC generator
- Kapasitas : 280 kW
- Tegangan : 220/360 volt
- Efisiensi : 80 %
- Jumlah : 1 buah
- Bahan bakar : Solar

4.1.5. Unit Pengadaan Bahan Bakar

Unit pengadaan bahan bakar mempunyai tugas untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar pada *boiler* dan generator. Jenis bahan bakar yang digunakan adalah solar yang diperoleh dari Pertamina dan distributornya. Pemilihan bahan bakar cair tersebut didasarkan pada alasan :

1. mudah didapat
2. kesetimbangan terjamin
3. mudah dalam penyimpanan

Sifat fisik solar adalah sebagai berikut :

- *Heating Value* : 18.800 Btu/lb
- *Specific gravity* : 0,8691
- Efisiensi : 80 %

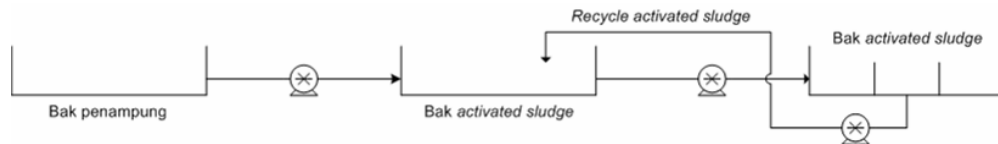
➤ **Kebutuhan bahan bakar**

- 1. Untuk *Boiler* = 61,64 L/jam
- 2. Untuk Generator = 17,74 L/jam
- Total kebutuhan = 79,38 L/jam
- = 1.905,12 L/hari

4.1.6. Unit Pengolahan Limbah

Limbah cairan yang dibuang masih mengandung Na_2SO_4 dan H_2O dalam jumlah besar serta 2-EH, MOP, DOP, H_2SO_4 dan MAN dalam jumlah kecil. Limbah ini dibuang karena kandungan DOP yang ada cukup kecil dan untuk proses pengolahannya limbah direaksikan dengan bahan *active sludge* di dalam sebuah bak, selanjutnya hasil keluaran dari bak *active sludge* dialirkan ke bak pengendap untuk memisahkan limbah yang sudah diolah dengan *active sludge* yang terikut, kemudian *active sludge* yang terendapkan dipompa kembali ke bak *active sludge*. Pada tahap awal sebelum limbah diolah, limbah ditampung di dalam bak penampung limbah.

Skema pengolahan limbah yang digunakan di pabrik *dioctyl phthalate* dapat dilihat pada gambar 4.2.



4.2. Laboratorium

Laboratorium merupakan bagian yang sangat penting dalam menunjang kelancaran proses produksi dan menjaga mutu produk. Dengan data yang diperoleh dari laboratorium maka proses produksi akan selalu dapat dikontrol dan dijaga mutu produk sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan. Disamping itu juga berperan dalam pengendalian pencemaran lingkungan.

Laboratorium berada dibawah bidang produksi yang mempunyai tugas pokok antara lain :

1. Sebagai pengontrol kualitas bahan baku dan pengontrol kualitas produk.
2. Sebagai pengontrol terhadap proses produksi dengan melakukan analisa terhadap pencemaran lingkungan.
3. Sebagai pengontrol terhadap mutu air pendingin, air umpan *boiler* dan lain-lain yang berkaitan langsung dengan proses produksi.

Laboratorium melaksanakan kerja 24 jam sehari dalam kelompok kerja *shift* dan *non shift* :

1. Kelompok *shift*

Kelompok ini melaksanakan tugas pemantauan dan analisa–analisa rutin terhadap proses produksi. Dalam melaksanakan tugasnya, kelompok ini menggunakan sistem bergilir, yaitu sistem kerja *shift* selama 24 jam dengan dibagi menjadi 4 *shift*. Masing-masing *shift* bekerja selama 8 jam.

2. Kelompok *non shift*

Kelompok ini mempunyai tugas melakukan analisa khusus yaitu analisa yang sifatnya tidak rutin dan menyediakan reagen kimia yang diperlukan

di laboratorium. Dalam rangka membantu kelancaran pekerjaan kelompok *shift*, kelompok ini melaksanakan tugasnya di laboratorium utama dengan tugas antara lain :

- a. menyediakan reagen kimia untuk analisa laboratorium
- b. melakukan analisa bahan buangan penyebab polusi
- c. melakukan penelitian atau percobaan untuk membantu kelancaran produksi.

Dalam melaksanakan tugasnya, bagian laboratorium dibagi menjadi :

- a. Laboratorium fisik
- b. Laboratorium analitik
- c. Laboratorium penelitian dan pengembangan

4.2.1. Laboratorium Fisik dan Analitik

Bagian ini bertugas mengadakan pemeriksaan atau pengamatan terhadap sifat-sifat bahan baku dan produk. Pengamatan yang dilakukan yaitu antara lain :

- *specific gravity*
- viskositas
- kandungan air

4.2.2. Laboratorium Penelitian dan Pengembangan

Bagian ini bertujuan untuk mengadakan penelitian, contohnya perlindungan terhadap lingkungan. Disamping mengadakan penelitian

rutin, laboratorium ini juga mengadakan penelitian yang sifatnya non rutin, misalnya penelitian terhadap produk di unit tertentu yang tidak biasanya dilakukan penelitian guna mendapatkan alternatif lain terhadap penggunaan bahan baku.

Alat analisa penting yang digunakan antara lain :

1. *Water content tester*, untuk menganalisa kadar air.
2. *Hydrometer*, untuk mengukur *specific gravity*.
3. *Viscometer*, untuk mengukur viskositas.
4. *Infra Red Spectrophotometer (IRS)*, untuk menganalisa kandungan minyak dalam air.

BAB V

MANAJEMEN PERUSAHAAN

5.1. Bentuk Perusahaan

Pabrik *Dioctyl Phthalate* yang akan didirikan direncanakan mempunyai :

- Bentuk : Perseroan Terbatas
- Lapangan Usaha : Industri *Plasticizer*
- Lokasi Perusahaan : Gresik, Jawa Timur

Alasan dipilihnya bentuk perusahaan ini adalah didasarkan oleh beberapa faktor, yaitu sebagai berikut :

1. Mudah untuk mendapatkan modal, yaitu dengan menjual saham perusahaan.
2. Tanggung jawab pemegang saham terbatas sehingga kelancaran produksi hanya dipegang pimpinan perusahaan.
3. Pemilik dan pengurus perusahaan terpisah satu sama lain, pemilik adalah para pemegang saham sedangkan pengurus perusahaan adalah direksi beserta stafnya yang diawasi dewan komisaris.
4. Kelangsungan perusahaan lebih terjamin, karena tidak terpengaruh dengan berhentinya :
 - Pemegang saham
 - Direksi beserta stafnya
 - Karyawan perusahaan

5. Efisiensi dari manajemen

Para pemegang saham dapat memilih orang yang ahli sebagai dewan komisaris dan direktur utama yang cukup cakap dan berpengalaman.

6. Lapangan usaha lebih luas

Suatu perseroan terbatas dapat menarik modal yang sangat besar dari masyarakat, sehingga perseroan terbatas dapat memperluas usahanya.

5.2. Struktur Organisasi

Salah satu faktor yang menunjang kemajuan perusahaan adalah struktur organisasi yang terdapat dan dipergunakan oleh perusahaan tersebut. Untuk mendapatkan suatu sistem yang terbaik, maka perlu diperhatikan beberapa pedoman antara lain :

- Perumusan tujuan perusahaan dengan jelas
- Pendelegasian wewenang
- Pembagian tugas kerja yang jelas
- Kesatuan perintah dan tanggung jawab
- Sistem pengontrol atas pekerjaan yang telah dilaksanakan
- Organisasi perusahaan yang fleksibel

Dengan berpedoman pada beberapa hal tersebut maka diperoleh struktur organisasi yang baik, yaitu sistem garis dan staf. Pada sistem ini, garis kekuasaan lebih sederhana dan praktis. Demikian pula dalam pembagian tugas kerja seperti

yang terdapat dalam sistem organisasi fungsional, sehingga seorang karyawan hanya akan bertanggung jawab pada seorang atasan saja, sedangkan untuk mencapai kelancaran produksi maka perlu dibentuk staf ahli yang terdiri dari orang-orang yang ahli dibidangnya. Staf ahli akan memberi bantuan pemikiran dan nasehat kepada tingkat pengawas, demi tercapainya tujuan perusahaan.

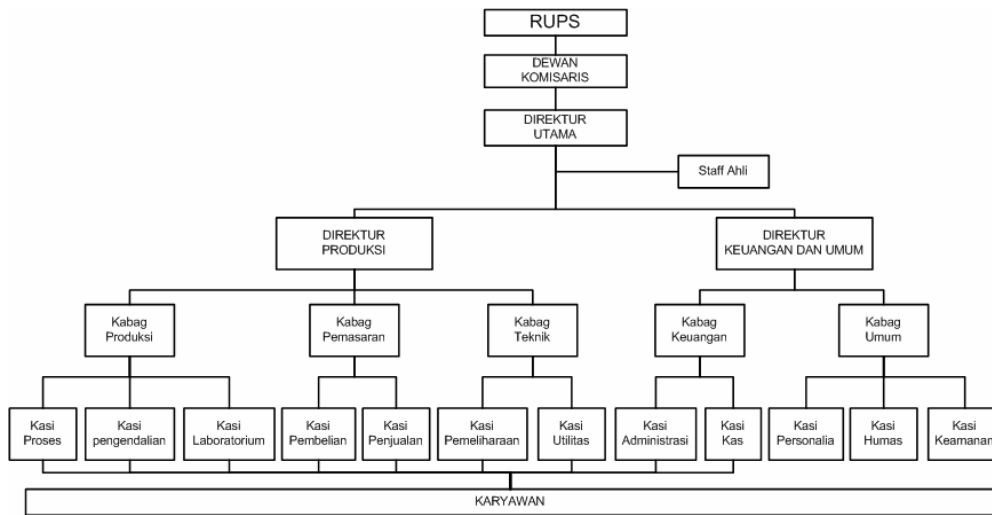
Ada dua kelompok orang-orang yang berpengaruh dalam menjalankan organisasi garis dan staf ini, yaitu :

1. Sebagai garis atau lini, yaitu orang-orang yang melaksanakan tugas pokok organisasi dalam rangka mencapai tujuan.
2. Sebagai staf yaitu orang-orang yang melakukan tugas sesuai dengan keahliannya dalam hal ini berfungsi untuk memberi saran-saran kepada unit operasional.

Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan dalam pelaksanaan tugas sehari-harinya diwakili oleh dewan komisaris, sedangkan tugas menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh direktur utama dibantu direktur teknik dan direktur keuangan umum. Direktur teknik membawahi bidang pemasaran, teknik dan produksi, sedang direktur keuangan dan umum membidangi kelancaran pelayanan.

Direktur-direktur ini membawahi beberapa kepala bagian yang akan bertanggung jawab membawahi atas bagian dalam perusahaan, sebagai bagian dari pendelegasian wewenang dan tanggung jawab. Masing-masing kepala bagian membawahi beberapa seksi dan masing-masing seksi akan membawahi beberapa karyawan perusahaan pada masing-masing bidangnya. Karyawan perusahaan

akan dibagi dalam beberapa kelompok regu yang setiap kepala regu bertanggung jawab kepada pengawas seksi.



Gambar 5.1. Struktur Organisasi Pabrik *Diocetyl Phthalate*

5.3. Tugas dan Wewenang

5.3.1. Pemegang Saham

Pemegang saham adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi perusahaan tersebut. Kekuasaan tertinggi pada perusahaan berbentuk PT (Perseroan Terbatas) adalah Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS). Pada RUPS tersebut para pemegang saham berwenang :

- Mengangkat dan memberhentikan dewan komisaris
- Mengangkat dan memberhentikan direktur
- Mengesahkan hasil-hasil usaha serta neraca perhitungan untung rugi tahunan dari perusahaan.

5.3.2. Dewan Komisaris

Dewan komisaris merupakan pelaksana tugas sehari-hari dari pemilik saham, sehingga dewan komisaris bertanggung jawab kepada pemilik saham.

Tugas- tugas dewan komisaris :

- Menilai dan menyetujui rencana direksi tentang kebijakan umum, target perusahaan, alokasi sumber dana dan pengarahan pemasaran.
- Mengawasi tugas-tugas direksi.
- Membantu direksi dalam tugas-tugas penting.

5.3.3. Dewan Direksi

Direktur utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan bertanggung jawab sepenuhnya terhadap maju mundurnya perusahaan. Direktur utama bertanggung jawab terhadap dewan komisaris atas segala tindakan dan

kebijaksanaan yang diambil sebagai pimpinan perusahaan, direktur utama membawahi direktur produksi dan direktur keuangan dan umum.

Tugas Direktur Utama :

- Melaksanakan *policy* perusahaan dan mempertanggungjawabkan pekerjaannya kepada pemegang saham pada akhir jabatannya.
- Menjaga stabilitas organisasi perusahaan dan membuat kontinuitas hubungan baik pemilik saham, pimpinan, konsumen dan karyawan.
- Mengangkat dan memberhentikan kepala bagian dengan persetujuan rapat pemegang saham.
- Mengkoordinir kerjasama dengan direktur produksi dan direktur keuangan dan umum.

Tugas Direktur Produksi :

- Bertanggung jawab kepada direktur utama dalam bidang produksi, teknik dan pemasaran.
- Mengkoordinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala-kepala bagian yang menjadi bawahannya.

Tugas Direktur Keuangan dan Umum :

- Bertanggung jawab kepada direktur utama dalam bidang keuangan dan pelayanan umum.
- Mengkoordinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala bagian yang menjadi bawahannya.

5.3.4. Staf Ahli

Staf ahli terdiri dari tenaga-tenaga ahli yang bertugas membantu direktur dalam menjalankan tugasnya baik yang berhubungan dengan teknik maupun administrasi. Staf ahli bertanggung jawab kepada direktur utama sesuai dengan bidang keahliannya masing-masing.

Tugas dan wewenang staf ahli :

- Memberikan nasehat dan saran dalam perencanaan pengembangan perusahaan.
- Mengadakan evaluasi bidang teknik dan ekonomi perusahaan.
- Memberikan saran-saran dalam bidang hukum.

5.3.5. Penelitian dan pengembangan (Litbang)

Penelitian dan pengembangan terdiri dari ahli-ahli atau sarjana-sarjana sebagai pembantu direksi dan bertanggung jawab kepada direksi.

Litbang membawahi dua departemen :

1. Departemen penelitian
2. Departemen pengembangan

Tugas dan wewenang Litbang :

- Mempertinggi mutu suatu produk
- Memperbaiki proses dari pabrik / perencanaan alat untuk pengembangan produksi.
- Mempertinggi efisiensi kerja.

5.3.6. Kepala Bagian

Secara umum tugas kepala bagian adalah mengkoordinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan

garis-garis yang diberikan pimpinan perusahaan. Kepala bagian dapat pula bertindak sebagai staf direktur bersama-sama staf ahli.

Kepala bagian terdiri dari beberapa posisi yaitu :

1. Kepala bagian produksi

Bertanggung jawab kepada direktur produksi dalam bidang mutu dan kelancaran produksi.

Kepala bagian produksi membawahi :

- Seksi proses
- Seksi pengendalian
- Seksi laboratorium

Tugas seksi proses, meliputi :

- Mengawasi jalannya proses dan produksi
- Menjalankan tindakan seperlunya pada peralatan produksi yang mengalami kerusakan, sebelum diperbaiki seksi yang berwenang.

Tugas seksi pengendalian, yaitu :

- Menangani hal-hal yang dapat mengancam keselamatan kerja dan mengurangi potensi bahaya yang ada.

Tugas seksi laboratorium meliputi :

- Mengawasi dan menganalisa mutu bahan baku dan bahan pembantu
- Mengawasi dan menganalisa mutu produksi
- Mengawasi hal-hal tentang buangan pabrik

2. Kepala bagian pemasaran

Bertanggung jawab kepada direktur produksi dalam bidang bahan baku dan pemasaran hasil produksi.

Kepala bagian ini membawahi :

a. Seksi pembelian

- Melaksanakan tugas pembelian barang dan peralatan yang dibutuhkan perusahaan
- Mengetahui harga pasaran dan mutu bahan baku serta mengatur keluar masuknya bahan dan alat dari gudang.

b. Seksi penjualan

- Merencanakan strategi penjualan hasil produksi.
- Mengatur distribusi barang dari gudang.

3. Kepala bagian teknik

Bertanggung jawab kepada direktur produksi dalam bidang peralatan proses dan utilitas.

Kepala bagian teknik membawahi :

a. Seksi pemeliharaan, bertugas :

- Melaksanakan pemeliharaan fasilitas gedung dan peralatan pabrik.
- Memperbaiki kerusakan peralatan pabrik.

b. Seksi utilitas, bertugas :

- Melaksanakan dan mengatur sarana utilitas untuk memenuhi kebutuhan air, uap, udara tekan, tenaga listrik dan pengolahan limbah.

4. Kepala bagian keuangan.

Kepala bagian keuangan bertanggung jawab kepada direktur keuangan dan umum dalam bidang administrasi dan keuangan.

Kepala bagian keuangan membawahi :

a. Seksi administrasi, bertugas :

- Menyelenggarakan pencatatan hutang piutang, administrasi persediaan kantor dan pembukuan serta masalah pajak.

b. Seksi kas, bertugas :

- Menghitung penggunaan uang perusahaan, mengamankan uang dan membuat prediksi keuangan masa depan.
- Mengadakan perhitungan tentang gaji dan insentif karyawan.

5. Kepala bagian umum

Bertanggung jawab kepada direktur keuangan dan umum dalam bidang personalia, hubungan masyarakat dan umum.

Kepala bagian umum membawahi :

a. Seksi personalia, bertugas :

- Melaksanakan hal yang berhubungan dengan kesejahteraan karyawan.
- Membina tenaga kerja dan menciptakan suasana kerja yang sebaik mungkin antara pekerja dan pekerjaannya serta pekerja dan lingkungannya supaya tidak terjadi pemborosan waktu dan biaya.
- Mengusahakan disiplin kerja yang tinggi dalam menciptakan kondisi kerja yang dinamis.

b. Seksi humas, bertugas :

- Mengatur hubungan perusahaan dengan masyarakat luar.

c. Seksi keamanan, bertugas :

- Menjaga semua bangunan pabrik dan fasilitas yang ada di perusahaan
- Mengawasi keluar masuknya orang-orang baik karyawan maupun bukan di lingkungan perusahaan.
- Menjaga dan memelihara kerahasiaan yang berhubungan dengan hal-hal interen perusahaan.

5.3.7. Kepala seksi

Merupakan pelaksana pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan rencana yang telah diatur oleh kepala bagian masing-masing agar diperoleh hasil yang maksimum dan efektif selama berlangsungnya proses produksi. Setiap kepala seksi bertanggung jawab terhadap kepala bagian masing-masing sesuai dengan seksinya.

5.4. Pembagian Jam Kerja Karyawan

Pabrik *dioctyl phthalate* direncanakan beroperasi 335 hari dalam 1 tahun dan 24 jam perhari. Sisa hari yang tidak beroperasi digunakan untuk perbaikan atau perawatan dan *shutdown*. Pembagian jam kerja karyawan dibagi dalam 2 golongan, yaitu :

1. Karyawan *non shift*

karyawan *non shift* adalah karyawan yang tidak menangani proses produksi secara langsung. Yang termasuk karyawan *non shift* adalah direktur, staf ahli,

kepala bagian, kepala seksi serta bawahan yang berada di kantor. Karyawan golongan ini dalam 1 minggu akan bekerja selama 5 hari dengan pembagian kerja sebagai berikut :

Jam kerja :

- Senin s/d Jum'at : jam 08.00 – 16.00

Jam istirahat :

- Senin s/d kamis : jam 12.00 – 13.00
- Jum'at : jam 11.00 – 13.00

2. 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* antara lain : operator produksi, sebagian dari karyawan bagian teknik, bagian gudang dan bagian keamanan.

Para karyawan *shift* akan bekerja bergantian sehari semalam, dengan pengaturan sebagai berikut :

- *shift* pagi : jam 07.00 – 15.00
- *shift* sore : jam 15.00 – 23.00
- *shift* malam : jam 23.00 – 07.00

Untuk karyawan *shift* ini dibagi dalam 4 regu (A,B,C dan D) dimana 3 regu bekerja dan 1 regu istirahat, dan hal ini dikenakan secara bergantian. Tiap regu akan mendapat giliran 3 hari kerja dan 1 hari libur tiap-tiap *shift* dan masuk lagi untuk *shift* berikutnya.

Tabel 5.1. Jadwal pembagian kelompok *shift*

| Hari | Shift Pagi | Shift Sore | Shift malam | Libur |
|--------|------------|------------|-------------|-------|
| Senin | A | B | C | D |
| Selasa | D | A | B | C |
| Rabu | C | D | A | B |
| Kamis | B | C | D | A |
| Jum'at | A | B | C | D |
| Sabtu | D | A | B | C |
| Minggu | C | D | A | B |

Kelancaran produksi dari suatu pabrik sangat dipengaruhi oleh faktor kedisiplinan karyawannya. Untuk itu kepada seluruh karyawan diberlakukan absensi dan masalah absensi ini akan digunakan pimpinan perusahaan sebagai dasar dalam mengembangkan karir para karyawan dalam perusahaan.

5.5. Status Karyawan dan Sistem Upah

Pada pabrik *dioctyl phthalate* ini sistem upah karyawan berbeda-beda tergantung pada status karyawan, kedudukan, tanggung jawab dan keahlian. Menurut statusnya karyawan dibagi dalam 3 golongan sebagai berikut :

1. Karyawan tetap

Yaitu karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan surat keputusan (SK) direksi dan mendapat gaji bulanan sesuai dengan kedudukan, keahlian dan masa kerja.

2. Karyawan harian

Yaitu karyawan yang diangkat dan diberhentikan direksi tanpa surat keputusan (SK) direksi dan mendapat upah harian yang dibayar tiap akhir pekan.

3. Karyawan borongan

Yaitu karyawan yang digunakan oleh pabrik bila diperlukan saja. Karyawan ini menerima upah borongan untuk suatu pekerjaan.

5.6. Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji

5.6.1. Penggolongan Jabatan

- | | |
|-------------------------------|--------------------------------|
| 1. Direktur utama | : Sarjana Ekonomi/Teknik/Hukum |
| 2. Direktur produksi | : Sarjana Teknik Kimia |
| 3. Direktur keuangan dan umum | : Sarjana Ekonomi |
| 4. Kepala bagian produksi | : Sarjana Teknik Kimia |
| 5. Kepala bagian teknik | : Sarjana Teknik Mesin |
| 6. Kepala bagian pemasaran | : Sarjana Ekonomi |
| 7. Kepala bagian keuangan | : Sarjana Ekonomi |
| 8. Kepala bagian umum | : Sarjana Hukum |
| 9. Kepala seksi | : Sarjana |
| 10. Operator | : STM / SMU |
| 11. Sekretaris | : Akademi Sekretaris |
| 12. Dokter | : Dokter |
| 13. Perawat | : Akademi Perawat |

14. Lain-lain : SMP/Sederajat

5.6.2. Jumlah karyawan dan gaji

Jumlah karyawan harus ditentukan secara tepat sehingga semua pekerjaan yang ada dapat diselesaikan secara baik dan efisien.

Tabel 5.2. Perincian jumlah karyawan

| No | Jabatan | Jumlah |
|-----|----------------------------|--------|
| 1. | Direktur utama | 1 |
| 2. | Direktur produksi | 1 |
| 3. | Direktur keuangan dan umum | 1 |
| 4. | Staf ahli | 1 |
| 5. | Litbang | 2 |
| 6. | Sekretaris | 3 |
| 7. | Kepala bagian produksi | 1 |
| 8. | Kepala bagian pemasaran | 1 |
| 9. | Kepala bagian teknik | 1 |
| 10. | Kepala bagian umum | 1 |
| 11. | Kepala bagian keuangan | 1 |
| 12. | Kepala seksi proses | 1 |
| 13. | Kepala seksi pengendalian | 1 |
| 14. | Kepala seksi laboratorium | 1 |
| 15. | Kepala seksi penjualan | 1 |
| 16. | Kepala seksi pembelian | 1 |
| 17. | Kepala seksi pemeliharaan | 1 |
| 18. | Kepala seksi utilitas | 1 |
| 19. | Kepala seksi administrasi | 1 |
| 20. | Kepala seksi kas | 1 |
| 21. | Kepala seksi personalia | 1 |
| 22. | Kepala seksi humas | 1 |

| | | |
|-----|-------------------------|------------|
| 23. | Kepala seksi keamanan | 1 |
| 24. | Karyawan proses | 32 |
| 25. | Karyawan pengendalian | 12 |
| 26. | Karyawan laboratorium | 3 |
| 27. | Karyawan penjualan | 2 |
| 28. | Karyawan pembelian | 2 |
| 29. | Karyawan pemeliharaan | 3 |
| 30. | Karyawan utilitas | 5 |
| 31. | Karyawaaan administrasi | 2 |
| 32. | Karyawan kas | 2 |
| 33. | Karyawan personalia | 4 |
| 34. | Karyawan humas | 2 |
| 35. | Karyawan keamanan | 8 |
| 36. | Dokter | 1 |
| 37. | Perawat | 1 |
| 38. | Sopir | 3 |
| 39. | Pesuruh | 3 |
| | TOTAL | 113 |

Tabel 5.3. Perincian golongan dan gaji karyawan

| Gol | Jabatan | Gaji / bulan | Kualifikasi |
|------------|----------------|-----------------------------|--------------------|
| I | Direktur utama | Rp. 50.000.000,00 | S1/S2/S3 |
| II | Direktur | Rp. 30.000.000,00 | S1/S2 |
| III | Staf ahli | Rp. 15.000.000,00 | S1 |
| IV | Litbang | Rp. 10.000.000,00 | S1 |
| V | Kepala bagian | Rp. 6.000.000,00 | S1/D3 |
| VI | Kepala seksi | Rp. 4.000.000,00 | S1/D3 |
| VI | Sekretaris | Rp. 4.000.000,00 | S1/D3 |
| VII | Karyawan biasa | Rp. 750.000 – Rp. 3.000.000 | SLTA/D1/D3 |

5.7. Kesejahteraan Sosial Karyawan

Kesejahteraan sosial yang diberikan oleh perusahaan kepada karyawan antara lain :

1. Tunjangan

- Tunjangan berupa gaji pokok yang diberikan berdasarkan golongan karyawan yang bersangkutan
- Tunjangan jabatan yang diberikan berdasarkan jabatan yang dipegang karyawan
- Tunjangan lembur yang diberikan karyawan yang bekerja diluar jam kerja berdasarkan jumlah jam kerja

2. Cuti

- Cuti tahunan diberikan kepada setiap karyawan selama 12 hari kerja dalam 1 tahun.
- Cuti sakit diberikan pada karyawan yang menderita sakit berdasarkan surat keterangan dokter.

3. Pakaian kerja

- Pakaian kerja diberikan pada setiap karyawan sejumlah 3 pasang untuk setiap tahunnya.

4. Pengobatan

- Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit yang diakibatkan kerja ditanggung oleh perusahaan sesuai dengan undang-undang yang berlaku.
- Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit yang tidak disebabkan oleh kecelakaan kerja diatur berdasarkan kebijakan perusahaan.

BAB VI

ANALISA EKONOMI

Pada perancangan pabrik *dioctyl phthalate* ini dilakukan evaluasi atau penilaian investasi dengan maksud untuk mengetahui apakah pabrik yang dirancang ini dapat menguntungkan atau tidak. Yang terpenting dari perancangan ini adalah estimasi harga dari alat-alat, karena harga ini dipakai sebagai dasar untuk estimasi analisa ekonomi, dimana analisa ekonomi dipakai untuk mendapatkan perkiraan tentang kelayakan investasi modal dalam suatu kegiatan produksi suatu pabrik dengan meninjau kebutuhan modal investasi, besarnya laba yang diperoleh, lamanya modal investasi dapat dikembalikan dan terjadinya titik impas. Selain itu analisa ekonomi dimaksudkan untuk mengetahui apakah pabrik yang akan didirikan dapat menguntungkan atau tidak jika didirikan.

Untuk itu pada perancangan pabrik *dioctyl phthalate* ini, kelayakan investasi modalnya dapat diperkirakan dan dianalisa dengan :

- a. *Profitability*
- b. *% Return of Investment (ROI)*
- c. *Pay Out Time (POT)*
- d. *Break Even Point (BEP)*
- e. *Shut Down Point (SDP)*
- f. *Discounted Cash Flow (DCF)*

Untuk meninjau faktor-faktor tersebut di atas perlu diadakan penaksiran terhadap beberapa faktor, yaitu :

- I. Penaksiran modal industri (*Total Capital Investment*) yang terdiri atas :
 - a. Modal tetap
 - b. Modal kerja
- II. Penentuan Biaya Produksi Total (TPC)
 - a. *Manufacturing cost*
 - b. *General expense*
- III. Total pendapatan penjualan produk *dioctyl phthalate*

Yaitu keuntungan yang didapat selama satu periode produksi

6.1. Penaksiran Harga Peralatan

Harga peralatan pabrik bisa diperkirakan dengan metode yang dikonversikan dengan keadaan yang ada sekarang ini. Penentuan harga peralatan dilakukan dengan menggunakan data indeks harga.

Penentuan harga dengan indeks dilakukan untuk alat dengan kapasitas yang sama dan jenis yang sama namun berbeda tahunnya.

Tabel 6.1. Indeks harga alat

| Cost Index, tahun | Chemical Engineering Plant Index |
|--------------------------|---|
| 1991 | 361,3 |
| 1992 | 358,2 |
| 1993 | 359,2 |
| 1994 | 368,1 |
| 1995 | 381,1 |
| 1996 | 381,7 |
| 1997 | 386,5 |
| 1998 | 389,5 |
| 1999 | 390,6 |
| 2000 | 394,1 |

Sumber : www.eng-tips.com

Hasil regresi antara tahun sebagai sumbu X dan index sebagai sumbu Y diperoleh persamaan : $Y = 4,42 \cdot X + 352,72$

Sehingga untuk tahun 2005 diperoleh nilai indeks = 419,02

$$Ex = Ey \cdot \frac{Nx}{Ny}$$

Dengan :

Ex : Harga pembelian pada tahun 2005

Ey : Harga pembelian pada tahun 1954

Nx : Indeks harga pada tahun 2005 = 419,02

Ny : Indeks harga 1954 = 100

6.2. Penentuan *Total Capital Investment* (TCI)

Asumsi-asumsi dan ketentuan yang digunakan dalam analisa ekonomi :

1. Pembangunan fisik pabrik akan dilaksanakan pada tahun 2005 dengan masa konstruksi dan instalasi selama 2 tahun dan pabrik dapat beroperasi secara komersial pada awal tahun 2007.
2. Proses yang dijalankan adalah proses kontinyu.
3. Kapasitas produksi adalah 30.000 ton/tahun.
4. Jumlah hari kerja adalah 335 hari per tahun.
5. *Shut down* pabrik dilaksanakan selama 30 hari dalam satu tahun untuk perbaikan alat-alat pabrik.
6. Umur alat-alat pabrik diperkirakan 10 tahun.
7. Nilai rongsokan (*salvage value*) 0 % dari FCI.
8. Situasi pasar selama pabrik beroperasi diperkirakan stabil.
9. Upah buruh asing \$ 20 per *man hour*.
10. Upah buruh lokal Rp 20.000,00 per *man hour*.
11. Perbandingan jumlah tenaga asing : Indonesia = 5 % : 95 %
12. Kurs rupiah yang dipakai Rp 8.500,00

6.2.1. Modal Tetap (Fixed Capital Investment)

| No | Jenis | Harga US \$ | Harga (Rp) |
|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------|--------------------------|
| 1. | Harga pembelian peralatan | 779.005,11 | - |
| 2. | Instalasi alat-alat | 65.003,08 | 313.665.633,79 |
| 3. | Pemipaan | 252.789,74 | 381.764.093,76 |
| 4. | Instrumentasi | 125.363,07 | 58.812.306,34 |
| 5. | Isolasi | 15.476,92 | 51.589.742,40 |
| 6. | Listrik | 51.589,74 | 51.589.742,40 |
| 7. | Bangunan | - | 8.000.000.000,00 |
| 8. | Tanah & Perbaiki lahan | 77.384,61 | 15.000.000.000,00 |
| 9. | Utilitas | 57.253,07 | 276.268.779,52 |
| 10. | <i>Engineering & Construction</i> | 355.966,34 | 6.033.422.574,55 |
| 11. | <i>Contractor's fee</i> | 142.386,53 | 2.413.369.029,82 |
| 12. | <i>Contingency</i> | 355.966,34 | 6.033.422.574,55 |
| 13. | <i>Environmental</i> | 194.751,28 | - |
| 14. | <i>Plant start up</i> | 274.770,65 | 4.290.433.830,79 |
| Fixed Capital Investment (FCI) | | 2.747.706,48 | 42.904.338.307,93 |

6.2.2. Modal Kerja (Working Capital Investment)

| No. | Jenis | Harga US \$ | Harga (Rp) |
|---|-------------------------------|---------------------|-------------------------|
| 1. | Persediaan bahan baku | 1.224.939,89 | 4.438.337,50 |
| 2. | Persediaan bahan dalam proses | 429.300,03 | 436.422.027,52 |
| 3. | Persediaan produk | 1.717.200,11 | 1.745.688.110,09 |
| 4. | <i>Extended credit</i> | 2.973.381,11 | - |
| 5. | <i>Available cash</i> | 1.717.200,11 | 1.745.688.110,09 |
| Working Capital Investment (WCI) | | 8.062.021,25 | 3.932.236.585,21 |

TOTAL CAPITAL INVESTMENT (TCI)

$$\begin{aligned} \text{TCI} &= \text{FCI} + \text{WCI} \\ &= \text{US\$ } 10.809.727,73 + \text{Rp. } 46.836.574.893,13 \end{aligned}$$

6.3. Biaya Produksi Total (Total Production Cost)

6.3.1. Manufacturing Cost

6.3.1.1. Direct Manufacturing Cost

| No. | Jenis | Harga US \$ | Harga (Rp) |
|--|------------------|----------------------|--------------------------|
| 1. | Harga Bahan Baku | 14.699.278,65 | 53.260.050,04 |
| 2. | Gaji Pegawai | - | 2.124.000.000,00 |
| 3. | Supervisi | - | 936.000.000,00 |
| 4. | Maintenance | 219.816,52 | 3.432.347.064,63 |
| 5. | Plant supplies | 32.972,48 | 514.852.059,70 |
| 6. | Royalty & Patent | 713.611,47 | - |
| 7. | Utilitas | - | 6.831.920.932,85 |
| Total Direct Manufacturing Cost (DMC) | | 15.665.679,11 | 13.892.380.107,22 |

6.3.1.2. Indirect Manufacturing Cost

| No. | Jenis | Harga US \$ | Harga (Rp) |
|-----|----------------------|--------------|------------------|
| 1. | Payroll overhead | - | 318.600.000,00 |
| 2. | Laboratory | - | 318.600.000,00 |
| 3. | Plant over head | - | 1.699.200.000,00 |
| 4. | Packaging & Shipping | 4.638.474,53 | - |

| | | |
|--|---------------------|-------------------------|
| Total Indirect Manufacturing Cost (IMC) | 4.638.474,53 | 2.336.400.000,00 |
|--|---------------------|-------------------------|

6.3.1.3. Fixed Manufacturing Cost

| No. | Jenis | Harga US \$ | Harga (Rp) |
|---|--------------|-------------------|-------------------------|
| 1. | Depresiasi | 219.816,52 | 3.432.347.064,63 |
| 2. | Property tax | 54.954,13 | 858.086.766,16 |
| 3. | Asuransi | 27.477,06 | 429.043.383,08 |
| Total Fixed Manufacturing Cost (FMC) | | 302.247,71 | 4.719.477.213,87 |

Total Manufacturing Cost (TMC) :

$$= \text{DMC} + \text{IMC} + \text{FMC}$$

$$= \text{US\$ } 20.606.401,35 + \text{Rp. } 20.948.257.321,09$$

6.3.2. General Expense

| No. | Jenis | Harga US \$ | Harga (Rp) |
|-----------------------------|--------------|---------------------|-------------------------|
| 1. | Administrasi | - | 2.667.000.000,00 |
| 2. | Sales | 3.090.960,20 | 3.142.238.598,16 |
| 3. | Riset | 1.648.512,11 | 1.675.860.585,69 |
| 4. | Finance | 874.894,79 | 1.465.832.116,22 |
| General Expense (GE) | | 5.614.367,10 | 8.950.931.300,07 |

Biaya Produksi Total (TPC) = TMC + GE

$$= \text{US \$ } 26.153.140,04 + \text{Rp. } 29.899.188.621,16$$

6.4. Keuntungan (*Profit*)

Penjualan selama 1 tahun :

| | |
|--------------------------|-------------------------|
| <i>Dioctyl phthalate</i> | = US \$ 35.680.573,29 |
| Total Penjualan | = US \$ 35.680.573,29 |
| | = Rp 303.284.873.000,68 |
| Biaya Produksi Total | = Rp 252.775.720.452,26 |
| Keuntungan Sebelum Pajak | = Rp 50.509.152.548,42 |
| Pajak 40 % | = Rp 20.203.661.019,37 |
| Keuntungan Setelah Pajak | = Rp 30.305.491.529,05 |

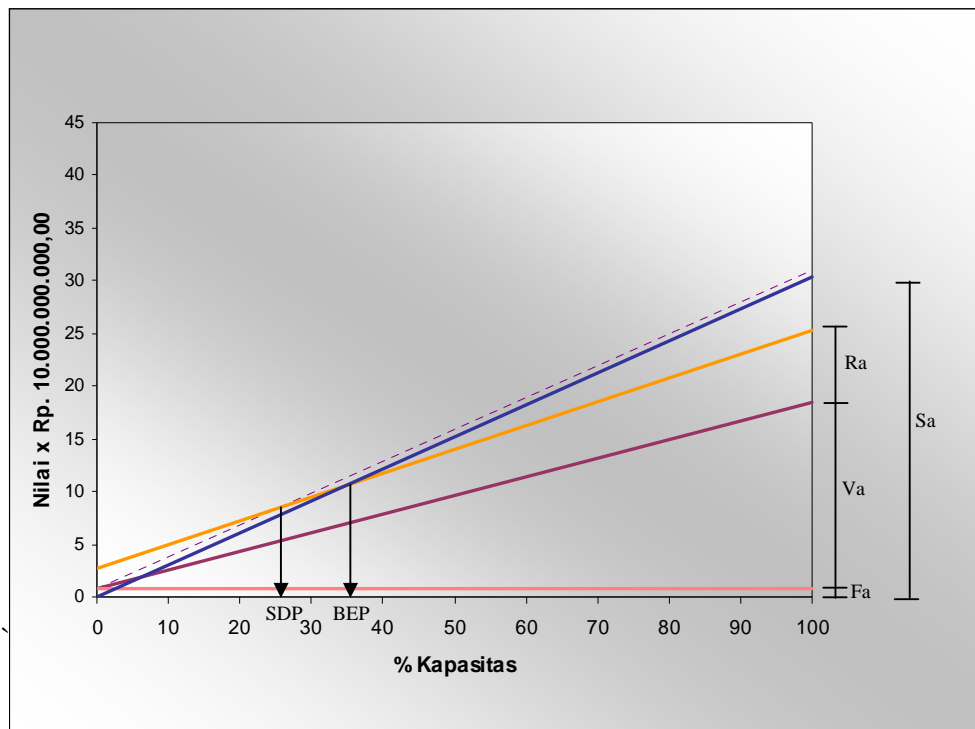
6.5. Analisa Kelayakan

Pabrik *dioctyl phthalate* termasuk dalam kategori *high risk* karena :

- Bahan-bahan yang digunakan dan diproduksi dapat menyebabkan iritasi pada mata, saluran pernafasan dan kulit serta bersifat racun.
- Operasi yang dijalankan (proses produksinya) melibatkan reaksi kimia dan proses fisis yang kompleks.

| No. | Keterangan | Perhitungan | Batasan |
|-----|--|-------------|--------------|
| 1. | Persen <i>Return of Investment</i> (% ROI) | | |
| | ROI sebelum pajak | 76,23 % | min. 44 % |
| | ROI setelah pajak | 45,74 % | min. 44 % |
| 2. | <i>Pay Out Time</i> (POT) | | |
| | POT sebelum pajak | 1,19 | mak. 2 tahun |
| | POT setelah pajak | 1,86 | mak. 2 tahun |
| 3. | <i>Break Even Point</i> (BEP) | 35,45 % | - |
| 4. | <i>Shut Down Point</i> (SDP) | 26,13 % | - |

| | | | |
|----|----------------------------|---------|-----|
| 5. | Discounted Cash Flow (DCF) | 24,17 % | 12% |
|----|----------------------------|---------|-----|



Gambar 6.1 Analisa Kelayakan

DAFTAR PUSTAKA

- Aries, R.S. and Newton, R.D. 1955. *Chemical Engineering Cost Estimation*. McGraw Hill International Book Company. New York
- Branan, C.R. 1994. *Rules of Thumb for Chemical Engineers*. Gulf Publishing Company. Houston
- Brown, G.G. 1978. *Unit Operation*. 3rd editions. McGraw Hill International Book Company. Tokyo
- Brownell, L.E. and Young, E.H. 1959. *Process Equipment Design*. 1st editions. John Wiley and Sons Inc. New York
- Chohey, N.P. 1994. *Handbook of Chemical Engineering Calculations*. 2nd edition. McGraw-Hill, Inc. United States of America
- CIC. 16 Juni 1999. *Indochemical*. P.T. Capricorn Indonesia Consult Inc. Jakarta
- CIC. 16 Desember 2002. *Indochemical*. P.T. Capricorn Indonesia Consult Inc. Jakarta
- Coulson, J.M. and Richardson, J.F. 1983. *An Introduction to Chemical Engineering*. Allyn and Bacon Inc. Massachusetts
- Engineering Documentation Fuller. 1994. *Design Analysis of Steel Bins and Hopper*. Cement Division
- Faith, W.L., Keyes, D.B., Clark, R.L. 1961. *Industrial Chemicals*. John Wiley and Sons Inc. London
- Geankoplis, C.J. and J.F. Richardson. *Design Transport Process and Unit Operation*. 1989. Pergamon Press. Singapore

- Groggins, P.H. *Unit Process in Organics Synthesis*. 1958. McGraw Hill International Book Company. New York
- Kern, D.Q. 1983. *Process Heat Transfer*. McGraw Hill International Book Company. Tokyo
- Kirk, R.E. & Othmer, D.F. 1983. *Encyclopedia of Chemical Technology*. 3rd edition. A Wiley Inter Science Publisher Inc. New York
- Levenspiel, O. 1972. *Chemical Reaction Engineering*. 2nd edition. John Wiley and Sons Inc. Singapore
- McCabe, W.I. and Smith, J.C. 1985. *Unit Operation of Chemical Engineering*. 4th edition. McGraw Hill Book Company. Singapore
- Perry, R.H. and Green, D.W. 1950. *Perry's Chemical Engineer's Handbook*. 3rd edition. McGraw Hill Book Company. Tokyo
- Perry, R.H. and Green, D.W. 1984. *Perry's Chemical Engineer's Handbook*. 6th edition. McGraw Hill Book Company. Singapore
- Perry, R.H. and Green, D.W. 1999. *Perry's Chemical Engineer's Handbook*. 7th edition. McGraw Hill Book Company. Singapore
- Rase, Howard F. 1981. *Chemical Reactor Design for Process Plant*. 3^{ed} editions. McGraw Hill International Book Company. Tokyo
- Sauselein, Theodore B. 1981. *Boiler Operator's Exam Preparation Guide*. 3^{ed} editions. McGraw Hill International Book Company. Tokyo
- Sittig, Marshall. 1969. *Organic Chemical Process Encyclopedia*. 2nd edition. Noyes Development Corporation. New Jersey
- Smith, J.M and Van Ness, H.C. 1987. *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics*. 4th edition. McGraw Hill International Book Company. Tokyo
- Smith, Robin. 1995. *Chemical Process Design*. McGraw Hill International Book Company. Singapore.
- Ulrich, G.D 1984. *A Guide To Chemical Engineering Process Design and Economics*. John Wiley and Sons Inc. Canada
- Vilbrandt, F.C and Dryden, C.E. 1959. *Chemical Engineering Plant Design*. 4th edition. McGraw Hill International Book Company. Kogakusha ltd. Tokyo

Wallas, S.M. 1988. *Chemical Process Equipment (Selection and Design)*. 3^{ed} editions. Butterworth. United States of America

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

WWW.DuPont.com

WWW.Eng-Tips.com

WWW.Chemstock.com