

**PRA RANCANGAN PABRIK DIBUTIL FTALAT DARI  
ANHIDRIDA FTALAT DAN N-BUTANOL DENGAN  
KATALIS ASAM SULFAT  
KAPASITAS 15.000 TON/TAHUN**

**PRARANCANGAN PABRIK**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik Kimia**



**Disusun Oleh :**

**Nama : M.Ahda Saputra**

**No. Mhs : 14521270**

**KONSENTRASI TEKNIK KIMIA  
JURUSAN TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA**

**2019**

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL

PERANCANGAN PABRIK KIMIA

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : M Ahda Saputra

No. Mhs : 14521270

Yogyakarta, 07 November 2019

Menyatakan bahwa seluruh hasil Perancangan Pabrik ini adalah hasil karya sendiri.

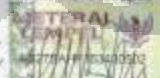
Apabila di kemudian hari terbukti bahwa ada beberapa bagian dari karya ini

adalah bukan hasil karya sendiri, maka saya siap menanggung resiko

dan konsekuensi apapun. Demikian surat pernyataan ini saya buat, semoga dapat

dipergunakan sebagaimana mestinya.

Tanda Tangan



M Ahda Saputra

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

PRA RANCANGAN PABRIK DIBUTYL PHTHALATE  
DARI PHTHALIC ANHYDRIDE DAN N-BUTANOL  
DENGAN KATALIS ASAM SULFAT  
KAPASITAS 15.000 TON/TAHUN

TUGAS AKHIR



oleh :

Nama : M Ananta Swantika  
No. Mhs : 14521058

Nama : M Ahda Saputra  
No. Mhs : 14521270

Yogyakarta, 7 November 2019

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Tuasikal Muhamad Amin Ir., M.Sn

Ajeng Dwi Lestari, S.T., M.T.

## LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PRA RANCANGAN PABRIK DIBUTYL PHTHALATE DARI PHTHALIC ANHYDRIDE

DAN N-BUTANOL DENGAN KATALIS ASAM SULFAT KAPASITAS 15.000

TON/TAHUN

PERANCANGAN PABRIK

Oleh:  
Nama : M.Ananta Swantika Nama : M.Ahda Saputra  
No. Mahasiswa : 14521058 No. Mahasiswa : 14521270

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Konsentrasi Teknik Kimia  
Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 8 November 2019

Tim Penguji,

**Tuasikal Muhamad Amin, Ir., M.Sn**  
Ketua

**Umi Rofiqah, S. T., M. T.**  
Anggota I

**Venitalitya Alethea S. A., S.T., M.Eng**  
Anggota II

*Puji 24.11.2019*  
*Atun*  
*Ahde*

Mengetahui:

Ketua Program Studi Teknik Kimia

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



**Suharno Rusdi, Ph.D**

## KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr. Wb

Puji syukur penulis kepada Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga tugas akhir dengan judul “Pra Rancangan Pabrik Dibutyl Phthalate Dari Phthalic Anhydride dan N-Butanol Dengan Katalis Asam Sulfat Kapasitas 15.000 Ton/Tahun” dapat terselesaikan.

Penyusunan tugas akhir ini sebagai syarat untuk menyelesaikan pendidikan keserjanaan di Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta. Dengan mengerjakan tugas ini, mahasiswa diharapkan mampu menerapkan berbagai teori dan pengetahuan yang diperoleh dalam perkuliahan untuk merancang alat proses pabrik kimia serta dapat mengambil kesimpulan tentang kelayakan ekonomi pembangunan pabrik tersebut. Pada kesempatan ini penyusun mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya, kepada :

1. Allah SWT, yang telah melimpahkan banyak karunia untuk kami dan dengan ridhonya laporan ini dapat diselesaikan.
2. Ayah dan Ibu tercinta dan kakak serta adik semuanya yang selalu berdoa untukku setiap saat dan dukungannya sangat melebihi segala-galanya.
3. Bapak Ir. Suharno Rusdi, Ph. D Selaku Ketua Prodi Teknik Kimia Universitas Islam Indonesia Yogyakarta

4. Bapak Ir. Tuasikal Muhamad Amin Ir.,M.Sn selaku dosen pembimbing I Tugas Akhir Prodi Akhir Prodi Teknik Kimia Universitas Islam Indonesia Yogyakarta yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan dalam penyusunan dan penulisan Tugas Akhir ini.
5. Ibu Ajeng Yulianti Dwi Lestari,S.T.,M.T. selaku dosen pembimbing II Tugas Akhir Prodi Akhir Prodi Teknik Kimia Universitas Islam Indonesia Yogyakarta yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan dalam penyusunan dan penulisan Tugas Akhir ini.
6. Seluruh teman-teman Teknik Kimia Universitas Islam Indonesia Yogyakarta angkatan 2014, yang selalu membantu serta memberikan semangat untuk kami. Akhirnya skripsi ini bisa selesai, tentunya dengan bantuan kalian.
7. Serta semua pihak lainnya yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah membantu selama pelaksanaan penelitian dan penyusunan laporan ini.

Oleh karena itu, kritik dan saran yang positif untuk perbaikan skripsi ini sangat penyusun harapkan dari semua pihak. Semoga laporan ini bermanfaat.

Aamiin.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb

Yogyakarta,07 November 2019

Penyusun

## DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL TUGAS AKHIR .....	i
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING .....	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI .....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	x
ABSTRAK.....	xi
ABSTRACT.....	xii
BAB I. PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Perencanaan Produksi .....	2
1.3. Tinjauan Pustaka.....	6
BAB II. PERANCANGAN PRODUK .....	11
2.1. Spesifikasi Produk .....	11
2.2. Spesifikasi Bahan.....	11
2.3. Diagram Alir Kualitatif dan Kuantitatif.....	14
BAB III. PERANCANGAN PROSES .....	16
3.1. Uraian Proses .....	16
3.2. Spesifikasi alat / Mesin Produk .....	26
3.3. Utilitas.....	37
BAB IV. PERANCANGAN PABRIK .....	57
4.1. Lokasi Pabrik.....	57
4.2. Tata Letak Pabrik ( <i>Plant Layout</i> ).....	59
4.3. Tata Letak Mesin / Alat Proses ( <i>Machines Layout</i> ).....	63
4.4. Alir Proses dan Material.....	66
4.5. Organisasi Perusahaan .....	67
4.6. Evaluasi Ekonomi .....	91
BAB V. PENUTUP .....	108

5.1. Kesimpulan .....	108
DAFTAR PUSTAKA .....	xiii
LAMPIRAN	





## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Data Impor <i>Dibutyl Phthalate</i> .....	3
Tabel 2. Data 5 Negara Pengimpor <i>Dibutyl Phthalate</i> .....	5
Tabel 3. Panas pembentukan dan energy gibbs.....	17
Tabel 4. Neraca Massa Total .....	19
Tabel 5. Neraca Massa Melting Tank .....	20
Tabel 6. Neraca Massa Reaktor .....	20
Tabel 7. Neraca Massa Netralizer .....	21
Tabel 8. Neraca Massa Dekanter .....	21
Tabel 9. Neraca Massa Menara Evaporator .....	22
Tabel 10. Neraca Panas Melting Tank .....	23
Tabel 11. Neraca Panas Reaktor .....	23
Tabel 12. Neraca Panas Netralizer .....	24
Tabel 13. Neraca Panas Menara Evaporator .....	25
Tabel 14. Daftar Kebutuhan Air Pendingin .....	45
Tabel 15. Daftar Air Kebutuhan Steam .....	45
Tabel 16. Daftar Kebutuhan Air Sanitasi .....	46
Tabel 17. Konsumsi Listrik Untuk Keperluan Proses .....	47
Tabel 18. Konsumsi Listrik Untuk Unit Pendukung Proses .....	48
Tabel 19. Perincian Luas Tanah Bangunan Pabrik .....	61
Tabel 20. Jadwal Kerja Masing – Masing Regu .....	82
Tabel 21. Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji .....	85
Tabel 22. Harga Index <i>Chemical Engineering Plant</i> (Peters, 2003) .....	93
Tabel 23. <i>Total Capital Investment</i> .....	99
Tabel 24. <i>Working Capital</i> .....	99
Tabel 25. <i>Manufacturing Cost</i> .....	100
Tabel 26. <i>General Expenses</i> .....	100
Tabel 27. <i>Fixed Cost</i> .....	101
Tabel 28. <i>Variable Cost</i> .....	102
Tabel 29. <i>Regulated Cost</i> .....	102
Tabel 30. Perbandingan Perhitungan dan Referensi (Aries&Newton,1955)	105

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Grafik Impor <i>Dibutyl Phthalate</i> .....	4
Gambar 2. Lokasi Pabrik .....	57
Gambar 3. Tata Letak Pabrik .....	63
Gambar 4. Tata Letak Peralatan .....	65
Gambar 5. Struktur Organisasi Perusahaan .....	72
Gambar 6. Grafik Hubungan Tahun Vs <i>Cost Index</i> .....	95
Gambar 7. Grafik Perhitungan Analisa Ekonomi .....	104



## ABSTRAK

Pra prancangan pabrik dibutil ftalat dengan kapasitas 15.000 ton / tahun menggunakan bahan baku ftalat anhidrida dan n-butanol untuk menghasilkan dibutil ftalat dengan kemurnian 99%. Prosesnya merupakan reaksi *esterifikasi* dengan reaksi ftalat anhidrida dan n-butanol dengan katalis asam sulfat untuk menghasilkan dibutil ftalat dalam reaktor alir berpengaduk pada suhu 303 K dan tekanan 1 atmosfer. Perancangan ini termasuk dalam pabrik berisiko rendah karena proses pada kondisi operasi (suhu dan tekanan) tergolong rendah, dan bahan baku mudah didapatkan. Pabrik ini rencananya akan dibangun di Gresik, Jawa Timur, dengan lahan seluas 10.000 m<sup>2</sup>. Pabrik bekerja terus menerus selama 24 jam sampai 330 hari/tahun operasi. Unit proses membutuhkan air 119335,68 ton/tahun, sedangkan unit utilitas membutuhkan air 339,6621 kg / jam, untuk kebutuhan domestik, 1302 kg/jam, listrik 210,0045 kW, bahan bakar 49,96 kg / jam Minyak dan 407,5946 kg/jam udara bertekanan. Evaluasi ekonomi menunjukkan, Laba sebelum pajak Rp. 106.580.186.782, Laba setelah pajak Rp. 79.935.140.087. Hasil studi kelayakan pada *Break Even Point* (BEP) sebesar 43,66% (BEP diwajibkan di Indonesia 40% - 60%), *Shut Down Point* (SDP) sebesar 30,91%, dan *Discounted Cash Flow Rate of Return* (DCFR) sebesar 8,4%. Sedangkan *Return On Investment* Sebelum Pajak (ROIb) sebesar 44,19% (ROIb syarat untuk pabrik berisiko rendah 8%) dan *Return On Investment* Setelah Pajak (ROIa) sebesar 33,14%. Bersama dengan *Pay Out Time Before Taxes* (POTB) selama 1,9 tahun (diperlukan POTB untuk pabrik berisiko tinggi <2 tahun) dan *Pay Out Time After Taxes* (POTa) 2,4 tahun berturut-turut. Berdasarkan evaluasi ekonomi ini, dapat disimpulkan bahwa pabrik dibutil ftalat dengan kapasitas 15.000 ton/tahun secara ekonomi layak didirikan.

Kata Kunci : *dibutil ftalat, esterifikasi, RATB*

## ABSTRACT

Pre-design of dibutyl phthalate plant with a capacity of 15,000 tons / year using raw materials of phthalic anhydride and n-butanol to produce dibutyl phthalate with 99% purity. The process is the reaction of phthalic anhydride and n-butanol with a sulfuric acid catalyst to produce dibutyl phthalate in the reactor at a temperature of 303 K and a pressure of 1 atmosphere. This design is included in the low-risk plant because the process in operating conditions (temperature and pressure) is relatively low, and raw materials are easily obtained. The plant is planned to be built in Gresik, East Java, with an area of 10,000 m<sup>2</sup>. The factory works continuously for 24 hours to 330 days / year of operation. The processing unit needs 119335,68 tons / year of water, while the utility unit requires 339,6621 kg / hour of water for domestic needs, 1302 kg / hour of steam, 210,0045 kW of electricity, fuel of 49,96 kg / hour Oil and 407,5946 kg / hour of pressurized air. Economic evaluation shows that the Profit before tax of Rp. 106.580.186.782, Profit after tax of Rp. 79.935.140.087. The results of the feasibility study on Break Even Point (BEP) of 43.66% (BEP required in Indonesia 40% - 60%), Shut Down Point (SDP) of 30.91%, and Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFR) of 8.4%. Whereas Return On Investment Before Tax (ROIb) of 44.19% (ROIB requirement for low risk factories 8%) and Return On Investment After Tax (ROIa) of 33.14%. Together with Pay Out Time Before Taxes (POTB) for 1.9 years (POTB required for high risk factories <2 years) and Pay Out Time After Taxes (POTa) for 2.4 years in a row. Based on this economic evaluation, it can be concluded that the plant dibutyl phthalate with a capacity of 15,000 tons / year is economically feasible to establish.

Keyword : *dibutyl phthalate, esterifikasi, CSTR*

# BAB I

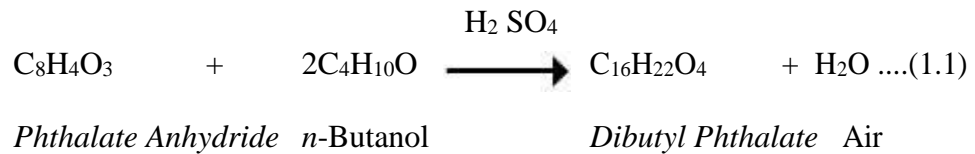
## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik

Indonesia merupakan salah satu negara yang masih berkembang. Oleh karena itu perkembangan di sektor industri terus meningkat setiap tahunnya. Tidak terkecuali perkembangan industri kimia. Industri kimia di Indonesia sudah cukup besar namun kebutuhan impor dari luar negeri jumlahnya pun masih cukup besar. Ketergantungan Indonesia terhadap impor luar negeri harus diimbangi dengan peningkatan di sektor industri kimia. Salah satu akibat apabila nilai impor lebih tinggi dibandingkan nilai ekspor yaitu berkurangnya devisa negara. Fakta lain menunjukkan bahwa Indonesia memiliki kekayaan diantaranya sumber daya alam dan sumber daya manusia yang sangat melimpah. Sehingga untuk mengatasi ketergantungan terhadap produk impor salah satunya yaitu dengan mendirikan pabrik kimia untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dan juga sebagai salah satu solusi untuk menyediakan lapangan pekerjaan.

Salah satu industri kimia yang dinilai prospektif adalah *Plasticizer*. *Plasticizer* merupakan salah satu bahan penunjang bagi industri plastik yang berfungsi membentuk sifat kekenyalan atau keliatan agar produk plastik menjadi kenyal, mudah dibentuk dan tidak mudah pecah maupun patah. *Dibutyl phthalate* merupakan salah satu jenis *plasticizer* yang digunakan di Indonesia.

*Dibutyl phthalate* diperoleh dari reaksi *phthalate anhydride* dan 2 molekul *n*-butanol melalui satu tahap reaksi esterifikasi disertai pengeluaran air, adapun reaksinya adalah sebagai berikut (Keyes,1975):



Dengan menggunakan katalis asam sulfat, waktu reaksi yang digunakan sangat singkat, sehingga kemungkinan terjadinya reaksi samping sangat kecil. Produk yang diperoleh dari reaksi esterifikasi adalah 99% *dibutyl phthalate*.

Pendirian pabrik *dibutyl phthalate* di Indonesia didasarkan oleh beberapa hal sebagai berikut:

- Menciptakan lapangan pekerjaan sehingga dapat mengurangi jumlah angka pengangguran dalam negeri
- Memacu industri-industri baru untuk menggunakan *dibutyl phthalate* sebagai bahan bakunya
- Mengurangi ketergantungan terhadap negara asing
- Meningkatkan pendapatan negara dari sektor industri, serta dapat menghemat devisa negara
- Meningkatkan mutu sumber daya manusia Indonesia lewat alih teknologi

## 1.2. Perencanaan Produksi

Dalam perencanaan produksi perlu mempertimbangkan dua hal yaitu faktor internal dan faktor eksternal, adapun faktor internal adalah kemampuan pabrik dalam menghasilkan kapasitas produk yang sesuai dengan perencanaan produksi, sedangkan faktor eksternal adalah faktor yang menyangkut kemampuan pasar terhadap jumlah produk yang dihasilkan.

### 1.2.1. Kapasitas Pabrik

Kapasitas produksi pabrik mempengaruhi perhitungan ekonomis maupun teknis dalam suatu perancangan pabrik. Dalam menentukan kapasitas perancangan pabrik *dibutyl phthalate* ini perlu mempertimbangkan beberapa hal, diantaranya proyeksi konsumsi *dibutyl phthalate*, kapasitas produksi *dibutyl phthalate* komersial yang sudah ada dan kapasitas minimal atau maksimal yang terpasang.

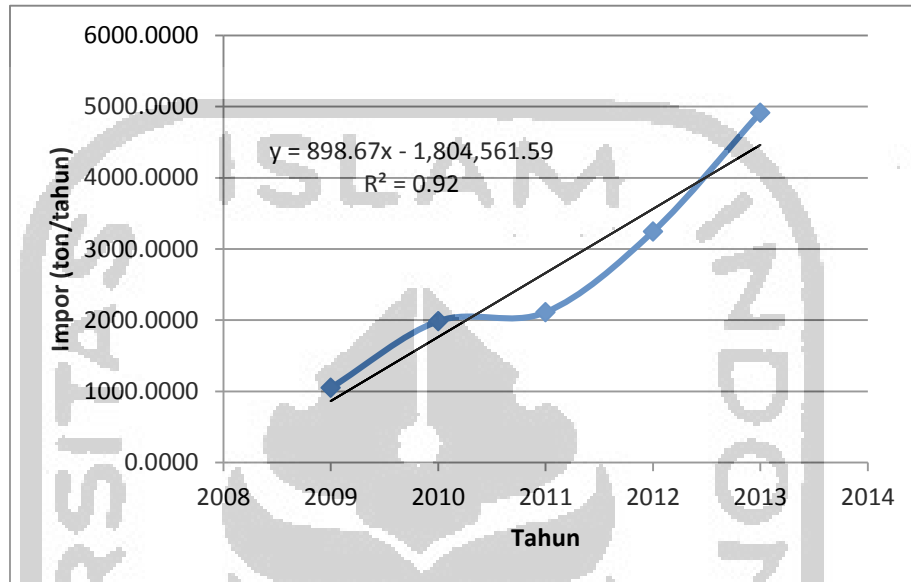
#### a. Proyeksi Kebutuhan *dibutyl phthalate*

Tabel 1. Data impor Indonesia terhadap *dibutyl phthalate* (BPS, 2009-2013)

Tahun	Jumlah (Kg)
2009	1.052,693
2010	1.987,565
2011	2.113,211
2012	3.245,194
2013	4.917,227

Berdasarkan data diatas impor Indonesia terhadap *dibutyl phthalate* mengalami kenaikan walaupun tidak terlalu signifikan. Namun kebutuhan *dibutyl phthalate* diprediksikan akan terus mengalami peningkatan pada tahun-tahun berikutnya.

Dari data dalam Tabel 1, kemudian dilakukan regresi linier dan ditunjukkan pada Grafik 1 :



Gambar 1. Grafik Impor *Dibutyl Phthalate*

Dari hasil regresi di atas, maka kebutuhan *dibutyl phthalate* dengan tahun elevasi 2025 adalah sebagai berikut :

$$Y = 898,67 x - 1.804.561,59$$

$$Y = 898,67(2025) - 1.804.561,59$$

$$Y = 15245,1600 \text{ ton/tahun}$$

Berdasarkan pertimbangan di atas maka diambil kapasitas produksi perancangan pabrik *dibutyl phthalate* ini sebesar 15.000 ton/tahun.

#### b. Kapasitas Produksi Pabrik Komersial yang Sudah Ada

Sampai saat ini telah terdapat pabrik di Indonesia yang memproduksi *dibutyl phthalate*, yaitu PT. Indo Polimer dengan kapasitas 7.200 ton/tahun dan PT.



Buana Chemical Industri dengan kapasitas 30.000 ton/tahun(Indochemical'CIC',2002). Dan dapat ditetapkan kapasitas pabrik yaitu sebesar 15.000 ton/tahun. Dengan pemilihan kapasitas tersebut diharapkan dapat memenuhi kebutuhan *dibutyl phthalate* dalam negeri,selain untuk pemenuhan kebutuhan dalam negeri, produk *dibutyl phthalate* juga dapat diekspor ke beberapa negara lain seperti terlihat pada tabel 2.

Tabel 2. Data 5 negara pengimpor *dibutyl phthalate* (Tradekey, 2011):

No	Negara
1	India
2	Amerika
3	Turki
4	Brazil
5	Arab Saudi

#### 1.2.2. Kemampuan Pasar

Dapat dibagi menjadi dua kemungkinan:

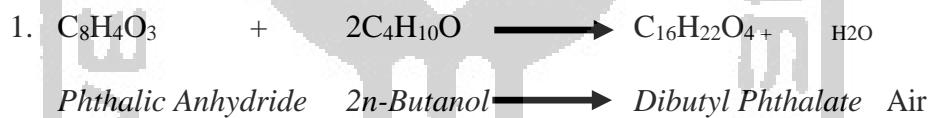
- a. Kemampuan pasar lebih besar dibandingkan kemampuan pabrik maka rencana produksi disusun secara maksimal.
- b. Kemampuan pasar lebih kecil dibandingkan kemampuan pabrik.Untuk mengatasi hal tersebut terdapat 3 alternatif yang dapat diambil :
  - Rencana produksi sesuai dengan kemampuan pasar atau produksi diturunkan sesuai dengan kemampuan pasar, dengan mempertimbangkan untung-ruginya.

- Rencana produksi tetap dengan mempertimbangkan bahwa kelebihan produksi dapat disimpan dan dipasarkan pada masa mendatang.
- Mencari daerah pemasaran lainnya.

### 1.3. Tinjauan Pustaka

#### 1.3.1. Proses Pembuatan Dibutyl Phthalate

*Dibutyl phthalate* diproduksi dengan mereaksikan antara *phthalic anhydride* dan butanol dengan reaksi esterifikasi menggunakan katalis asam sulfat. Reaksi dijalankan dalam Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) pada suhu 140°C. Reaksi berlangsung dalam fase cair, dengan persamaan reaksi sebagai berikut (Berman dkk., 1948):



#### 1.3.2. Kegunaan Produk

Adapun kegunaan *dibutyl phthalate* adalah sebagai berikut:

1. Plasticizer pada vernis nitroselulosa
2. Pengencer pada industri pasta gigi
3. Pelapis film dan fiber glass
4. Pelapis kertas
5. Pelarut pada Industri Tekstil
6. Pelarut untuk pembuatan parum

### 1.3.3. Sifat Fisika dan Sifat Kimia Bahan Baku dan Produk

#### A. Bahan Baku

##### a. *Phthalic Anhydride*

#### 1. Sifat Fisik (Yaws,1999):

Berat Molekul	: 148,12g/mol
Warna	: Kristal putih
Fase	: Padat
Titik didih	: 295°C
Titik leleh	: 131,6°C
Kemurnian	: 99,65% berat (0,35% air)
Densitas	: 1,539 g/cm <sup>3</sup>

#### 2. Sifat Kimia

##### a. Membentuk asam dengan hidrasi

*Phthalic anhydride* cair dapat bereaksi dengan air membentuk asam secara eksotermis.



Reaksi *phthalic anhydride* padat berlansung lambat karena kelaruatannya rendah dan berjalan lambat pada suhu 200°C.

##### b. Dekarboksiklis

Jika uap air dimasukkan ke *phthalic anhydride* lebur yang mengandung katalis dekarboksilat akan membentuk asam yang sesaat, kemudian pecah menjadi asam benzoat.



### ***b. Butanol***

#### 1. Sifat Fisik Butanol (Yaws,1999)

Berat Molekul	: 74,123 g/mol
Fase	: Cair
Titik didih normal	: 117,7°C
Titik beku	: -88,0°C
Titik leleh	: -89,9°C
<i>Viscosity</i>	: 2,95 Cp (20°C)
Densitas	: 0,819 g/cm <sup>3</sup>
Temperatur Kritis	: 289,8°C (pada 1 atm)
Panas Pembentukan	: -7,906 kkal g (124°C)
<i>Specific heat</i>	: 0,82 kal g°C

#### 2. Sifat Kimia Butanol

##### a. Esterifikasi

Jika Butanol direaksikan dengan *phthalic anhydride* menghasilkan *dibutyl phthalate* dengan menggunakan katalis asam sulfat.



##### b. Dehidrasi

Butanol memberikan campuran 1 dan 2 butanol pada 175 - 400°C dengan keberadaan katalis *cobalt*. Butil alkohol direaksikan dengan asam sulfat akan membentuk butil asam sulfat.



Bila butil alkohol pada suhu tinggi dengan asam sulfat akan membentuk butil eter.

## B. Produk

### *Dibutyl Phthalate*

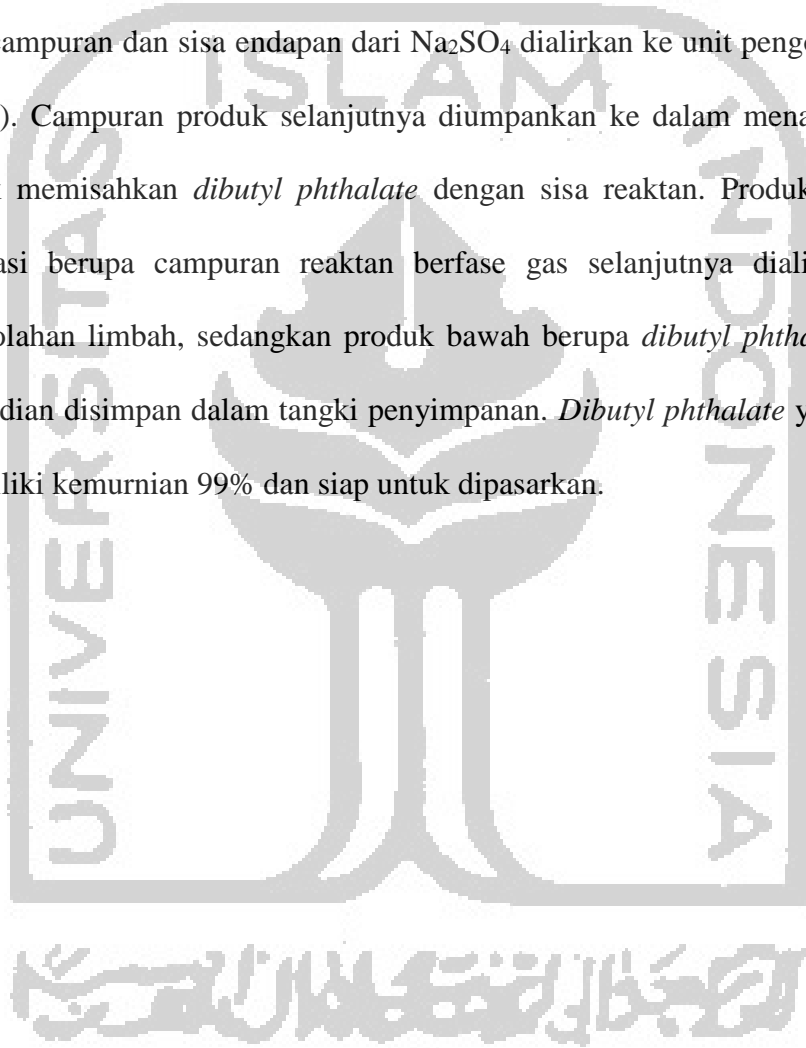
#### 1. Sifat Fisik (Yaws,1999)

Berat Molekul	: 278,348 g/mol
Kenampakan	: cairan tak berwarna
Titik Didih	: 340°C
Titik leleh	: -25°C (pada 1 atm)
Temperatur Kritis	: 508°C
Tekanan Kritis	: 17,27 atm
Densitas	: 1,0048 g/cc
Viskositas	: 20,3 cP (20°C)
Kemurnian	: 99% berat

#### 1.3.3. Diskripsi Proses Secara Umum

Bahan baku *phthalate anhydride* diumpankan ke dalam *melting tank* bersama dengan asam sulfat untuk dilelehkan menggunakan panas dari uap air. N-butanol dari tangki penyimpanan dipanaskan menggunakan *heat exchanger* untuk mencapai suhu reaksi. Campuran asam sulfat dan *phthalate anhydride* yang berfase cair tersebut diumpankan ke dalam reaktor bersama dengan n-butanol yang telah dipanaskan.

Hasil dari reaktor berupa *dibutyl phthalate*, air dan sisa reaktan. Hasil dari reaktor selanjutnya didinginkan dan diumpun ke dalam netralizer untuk menghilangkan asam sulfat dengan penambahan NaOH dengan membentuk endapan  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ . Pemisahan produk dilakukan menggunakan dekanter endapan dari campuran dan sisa endapan dari  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  dialirkan ke unit pengolahan limbah (UPL). Campuran produk selanjutnya diumpunkan ke dalam menara evaporator untuk memisahkan *dibutyl phthalate* dengan sisa reaktan. Produk atas menara distilasi berupa campuran reaktan berfase gas selanjutnya dialirkan ke unit pengolahan limbah, sedangkan produk bawah berupa *dibutyl phthalate* fase cair kemudian disimpan dalam tangki penyimpanan. *Dibutyl phthalate* yang terbentuk memiliki kemurnian 99% dan siap untuk dipasarkan.



## BAB II

### PERANCANGAN PRODUK

#### 2.1. Spesifikasi Produk

*Dibutyl Phthalate* ( $C_{16}H_{22}O_4$ )

Fase : Cair  
 Komposisi : 99%  
 Impuritas : 1% (n-butanol, PA)

#### 2.2. Spesifikasi Bahan

##### 2.2.1. Bahan Baku Utama

n-Butanol ( $C_4H_9OH$ ) (PT Oxo Nusantara, Gresik)

Fase : Cair  
 Komposisi  
 $C_4H_9OH$  : 99,9% berat  
 $H_2O$  : 0,1% berat

*Phthalic Anhydride* ( $C_8H_4O_3$ ) (PT Petrowidada, Gresik)

Fase : padat  
 Komposisi  
 $C_8H_4O_3$  : 99,7%  
 $H_2O$  : 0,3 %

### 2.2.2. Bahan Baku Pembantu

Asam Sulfat ( $H_2SO_4$ ) (PT. Petrokimia, Gresik)

Fase : Cair

Komposisi

$H_2SO_4$  : 98%

Air : 2%

Natrium Hidroksida (NaOH) (PT. Industri Soda Indonesia, Sidoarjo)

Fase : cair

Komposisi

NaOH : 60%

$H_2O$  : 40%

### 2.3. Pengendalian Produksi

Setelah perencanaan produksi telah disusun dan disiapkan maka proses produksi dapat dijalankan, untuk itu perlu adanya pengawasan dan pengendalian produksi agar proses dapat berjalan sesuai dengan yang telah direncanakan. Dalam proses produksi ini, diharapkan dapat menghasilkan produk dengan mutu yang sesuai dengan standar dan jumlah produk sesuai dengan rencana dan tepat waktu dengan jadwal. Untuk itu perlu dilaksanakan pengendalian produksi sebagai berikut :



#### 1. Pengendalian Kualitas

Penyimpangan kualitas di sebabkan beberapa hal seperti, mutu bahan baku yang kurang dari standar, kesalahan operasi dan kerusakan alat. Penyimpangan diatas dapat diketahui dari hasil monitor analisa pada bagian laboratorium pemeriksaan.

#### 2. Penyimpangan Kuantitas

Penyimpangan kuantitas disebabkan oleh kesalahan operator, kerusakan mesin, keterlambatan pembelian dan waktu sampai bahan baku, perbaikan alat yang memakan waktu lama dan lain-lain. Penyimpangan tersebut perlu diidentifikasi penyebabnya untuk dilakukan evaluasi lanjut dengan melakukan perencanaan kembali sesuai dengan kondisi yang ada.

#### 3. Pengendalian Produksi

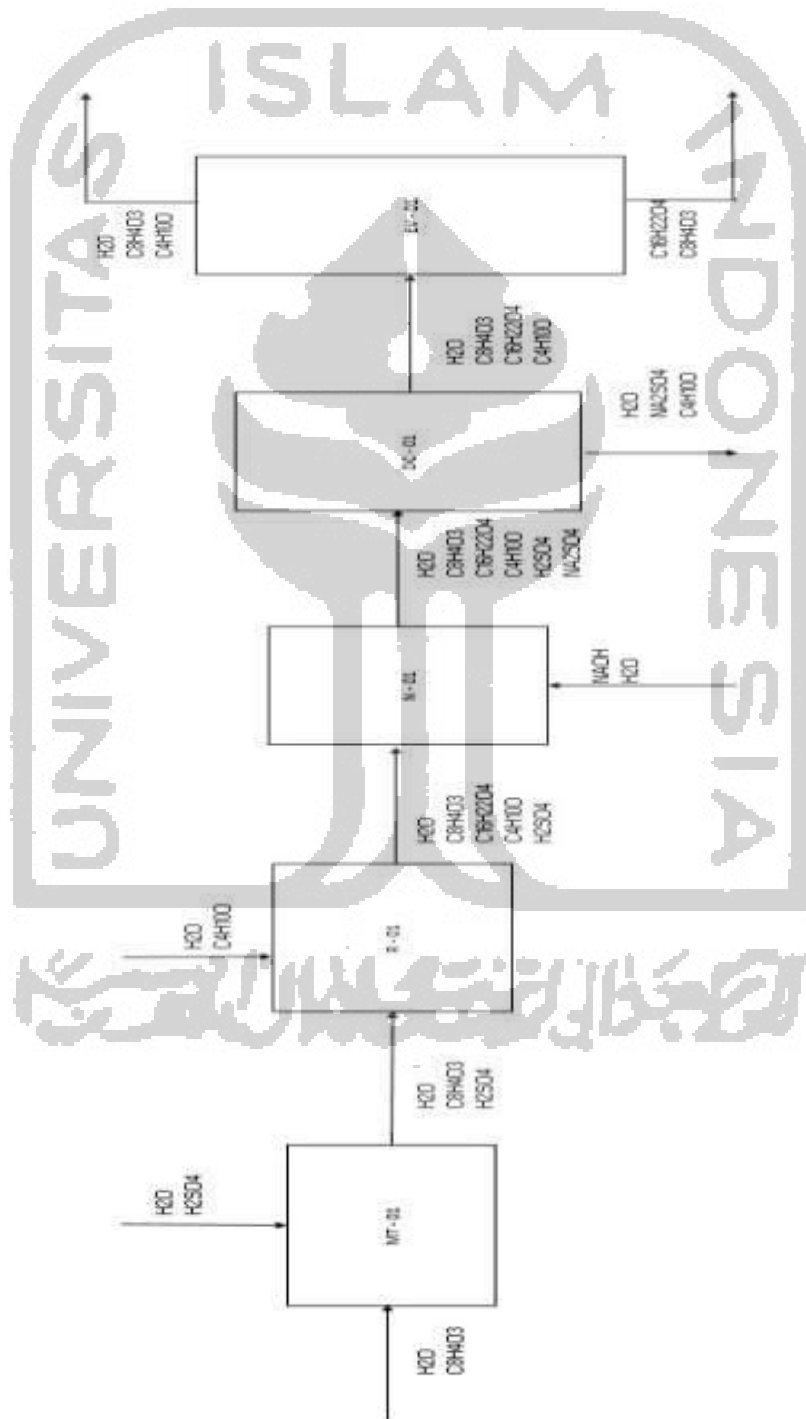
Untuk mencapai kuantitas yang diinginkan perlu adanya pengendalian produksi melalui pengendalian waktu tinggal bahan baku, dan pengendalian waktu pada alat proses.

#### 4. Pengendalian Bahan Proses

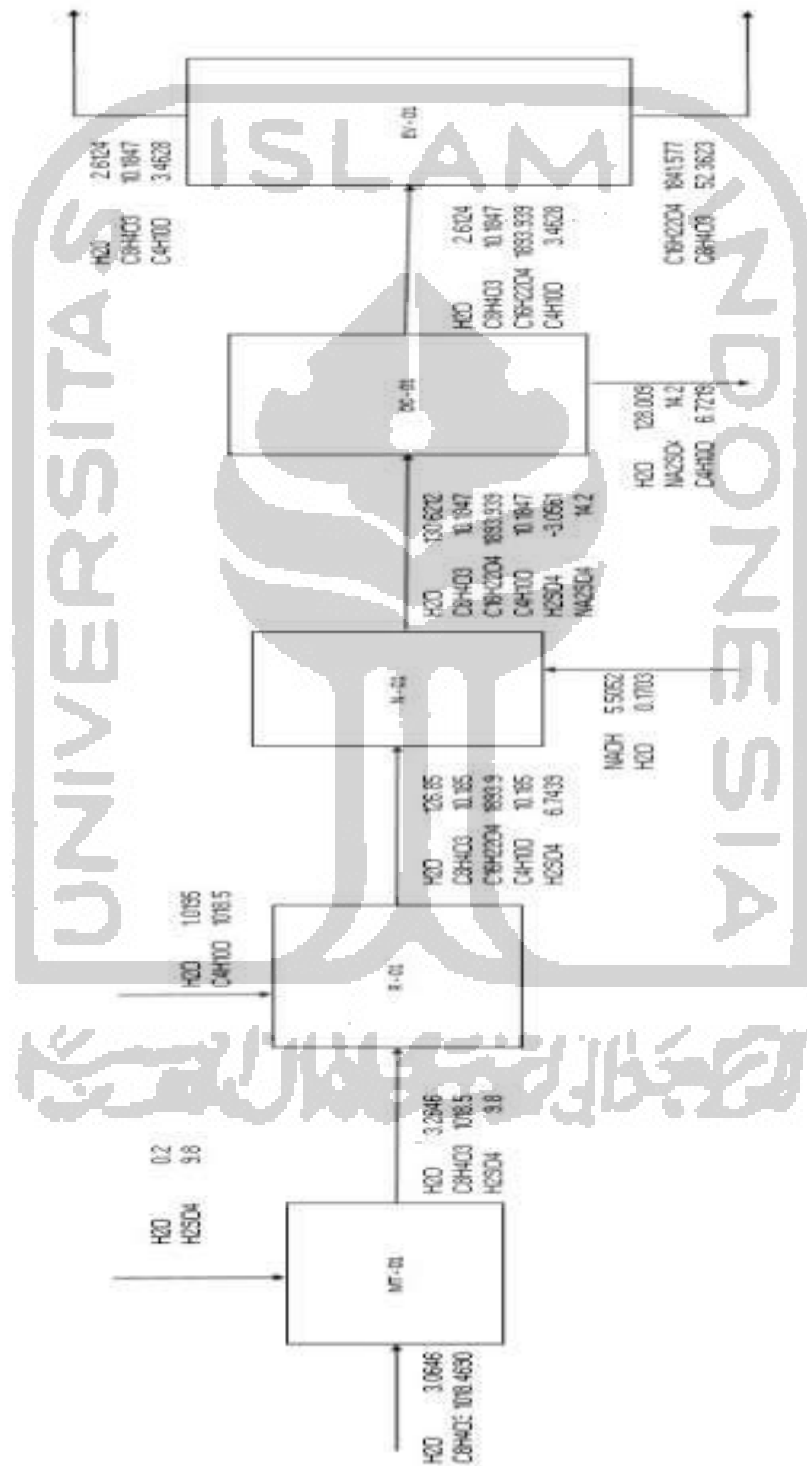
Untuk tercapainya kapasitas produksi yang diinginkan maka bahan proses harus memenuhi persyaratan dan mencukupi. Karenanya diperlukan pengendalian bahan proses agar tidak terjadi kekurangan dan mutu bahan yang tidak sesuai.

## 2.4. Diagram Alir Kuantitatif dan Kualitatif

### A. Diagram Alir Kualitatif



B. Diagram Alir Kuantitatif



## BAB III

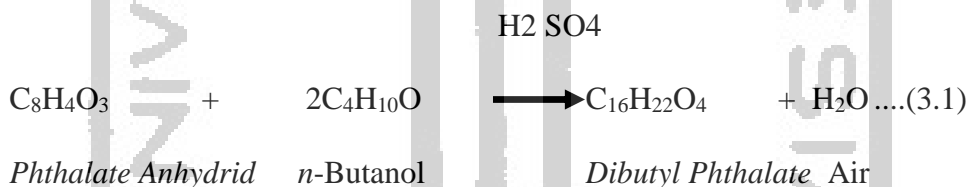
### PERANCANGAN PROSES

#### 3.1. Uraian Proses

##### 3.1.1. Konsep Reaksi

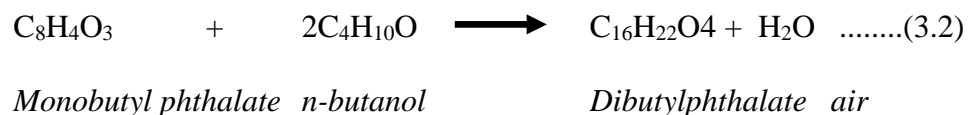
###### A. Dasar Reaksi

Proses pembuatan *dimethyl phthalate* dilakukan di dalam reaktor alir tangki berpengaduk ( RATB ), dimana bahan baku yang berupa metanol dan *phthalic anhydride* serta katalis yang berupa H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dimasukkan secara bersamaan melalui bagian atas reaktor. Reaksi pembuatan *dimethyl phthalate* merupakan reaksi esterifikasi antar *phthalic anhydride* dengan metanol menggunakan katalis asam sulfat 98%, sesuai dengan persamaan berikut:



###### B. Mekanisme Reaksi

Secara lengkap proses esterifikasi berdasarkan persamaan stoikiometri, yaitu:

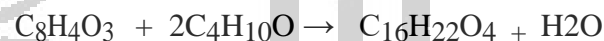


Pada tahap ini, terbentuk *dibutyl phthalate* yang disertai dengan pelepasan air. Esterifikasi dari kedua kelompok karbonil berjalan lambat dan memerlukan temperatur tinggi serta katalis.

Berdasarkan persamaan diatas maka dapat dihitung panas pembentukan dan energy gibs, sebagai berikut :

Table 3. Panas Pembentukan ( $\Delta H_{298}$ ) dan Energi Gibbs ( $\Delta G_{298}$ ) (Yaws, 1999)

Komponen	$\Delta H_{298}$ (kJ/mol)	$\Delta G_{298}$ (kJ/mol)
$C_8H_4O_3$	-393,13	-329,00
$C_4H_{10}O$	-274,43	-150,67
$C_{16}H_{22}O_4$	-750,90	-441,40
$H_2O$	-241,80	-228,61



$$\Delta H_{298} = \sum \Delta H_{\text{produk}} - \Delta H_{\text{reaktan}}$$

$$= (-750,99 + (-241,80)) - (-393,13 + 2(-274,43))$$

$$= -49,81 \text{ kJ/mol}$$

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

$$= (-441,60 + (-228,61)) - (-329,00 + 2(-150,67))$$

$$= -39,87 \text{ kJ/mol}$$

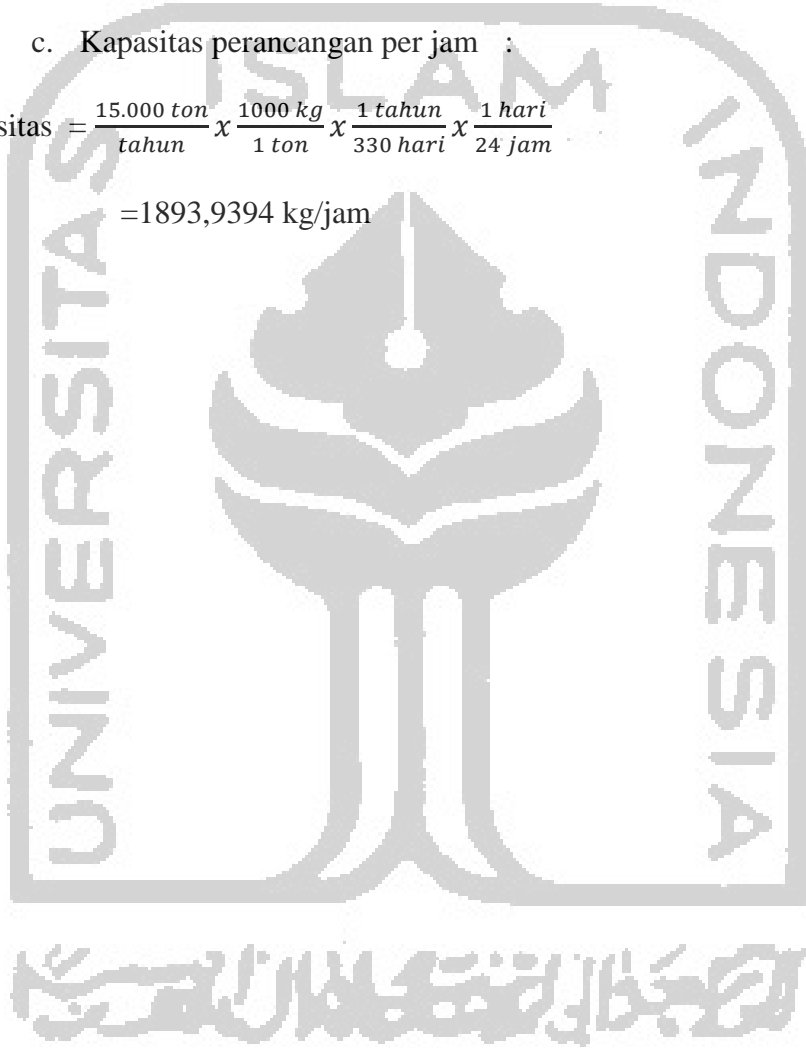
Dari reaksi diatas terlihat bahwa reaksi tersebut adalah reaksi eksotermis atau menghasilkan panas ( $\Delta H_f = \text{negatif}$ ).  $G$  negatif menunjukkan entropi ( $S$ ) atau derajat spontanitas reaksi semakin besar yang berarti reaksi tersebut dapat terjadi.

### C. Neraca Massa dan Neraca Panas

#### 1. Neraca Massa

- a. Kapasitas perancangan : 15.000 ton/tahun
- b. Waktu operasi dalam 1 tahun : 330 hari
- c. Kapasitas perancangan per jam :

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas} &= \frac{15.000 \text{ ton}}{\text{tahun}} \times \frac{1000 \text{ kg}}{1 \text{ ton}} \times \frac{1 \text{ tahun}}{330 \text{ hari}} \times \frac{1 \text{ hari}}{24 \text{ jam}} \\ &= 1893,9394 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$



## A. Neraca Massa Total

Tabel 4. Neraca Massa Total

Komponen	Kode	Arus Masuk (Kg/jam)				Arus Keluar (Kg/jam)		
		Arus 1	Arus 2	Arus 4	Arus 6	Arus 8	Arus 10	Arus 11
H <sub>2</sub> O	A	3.0564	0.1373	1.0168	3.6603	129.9889		2.6528
C <sub>8</sub> H <sub>4</sub> O <sub>3</sub>	PA	1015.7379					5.0787	5.0787
C <sub>16</sub> H <sub>22</sub> O <sub>4</sub>	DBP						1888.8607	
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O	B			1015.7379		6.7039		3.4535
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	H		6.7258					
NaOH	N				5.4905			
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	NA					9.7456		
Sub Total		1018.7943	6.8631	1016.7547	9.1508	146.4384	1893.9394	11.1850
Total		2051.562				2051.562		

## B. Neraca Massa Tiap Alat

## 1. Neraca Massa Melting Tank

Tabel 5. Neraca Massa Melting Tank

Komponen	Kode	Arus Masuk (Kg/jam)		Arus keluar (Kg/jam)
		1	2	3
H <sub>2</sub> O	A	3.0564	0.1373	3.1936
C <sub>8</sub> H <sub>4</sub> O <sub>3</sub>	PA	1015.7379		1015.7379
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	H		6.7258	6.7258
<b>Sub Total</b>		1018.7943	6.8631	1025.6574
<b>Total</b>		1025.6574		1025.6574

## 2. Neraca Massa Reaktor

Tabel 6. Neraca Massa Reaktor

Komponen	Kode	Arus masuk (Kg/jam)		Arus Keluar (Kg/jam)
		3	4	5
H <sub>2</sub> O	A	3.1936	1.0168	126.5107
C <sub>8</sub> H <sub>4</sub> O <sub>3</sub>	PA	1015.7379		10.1574
C <sub>16</sub> H <sub>22</sub> O <sub>4</sub>	DBP			1888.8607
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O	B		1015.7379	10.1574
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	H	6.7258		6.7258
<b>Sub Total</b>		1025.6574	1016.7547	2042.4120
<b>Total</b>		2042.4120		2042.4120



## 3. Neraca Massa Netralizer

Tabel 7. Neraca Massa Netralizer

Komponen	Kode	Arus Masuk (Kg/jam)		Arus Keluar (Kg/jam)
		5	6	7
H <sub>2</sub> O	A	126.5107	3.6603	132.6418
C <sub>8</sub> H <sub>4</sub> O <sub>3</sub>	PA	10.1574		10.1574
C <sub>16</sub> H <sub>22</sub> O <sub>4</sub>	DBP	1888.8607		1888.8607
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O	B	10.1574		10.1574
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	H	6.7258		
NaOH	N		5,4905	
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	NA			9.7456
<b>Sub Total</b>		2042.4120	9.1508	2051.5628
<b>Total</b>		2051.5628		2051.5628

## 4. Neraca Massa Dekanter

Tabel 8. Neraca Massa Dekanter

Komponen	Kode	Arus Masuk (Kg/jam)	Arus Keluar (Kg/jam)	
		7	8	9
H <sub>2</sub> O	A	132.6418	129.9889	2.6528
C <sub>8</sub> H <sub>4</sub> O <sub>3</sub>	PA	10.1574		10.1574
C <sub>16</sub> H <sub>22</sub> O <sub>4</sub>	DBP	1888.8607		1888.8607
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O	B	10.1574	6.7039	3.4535

Tabel 8 . Neraca Massa Decanter . Lanjutan

Komponen	Kode	Arus Masuk(kg/jam)		Arus keluar(kg/jam)	
		7	8	9	
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	H				
NaOH	N				
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	NA	9.7456	9.7456		
<b>Sub Total</b>		2051.5628	146.4384	1905.1244	
<b>Total</b>		2051.5628	2051.5628		

## 5. Neraca Massa Menara Evaporator

Tabel 9. Neraca Massa Menara Evaporator

Komponen	Kode	Arus Masuk (Kg/jam)		Arus Keluar (Kg/jam)	
		9	10	11	
H <sub>2</sub> O	A	2.6528		2.6528	
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O	B	3.4535		3.4535	
C <sub>16</sub> H <sub>22</sub> O <sub>4</sub>	DBP	1888.8607	1888.8607		
C <sub>8</sub> H <sub>4</sub> O <sub>3</sub>	PA	10.1574	5.0787	5.0787	
<b>Sub Total</b>		1905.1244	1893.9394	11.1850	
<b>Total</b>		1905.1244	1905.1244		

## 2. Neraca Panas

## 1. Neraca Panas Melting Tank

Tabel 10. Neraca Panas Melting Tank

Komponen	Rumus Kimia	Kode	Q input (KJ/jam)		Q output (KJ/jam)	
			Q1	Q2	Q2	Q3
<i>Phthalic Anhydride</i>	C <sub>8</sub> H <sub>4</sub> O <sub>3</sub>	PA	5,631.0284			186,693.5164
Asam Sulfat	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	H		1,691.2741		1,691.2741
Air	H <sub>2</sub> O	A		96.5977		1,576.7650
Sub Total			5,631.0284	1,787.8718		189,961.5555
Panas Peleburan dan Penguapan (Q4)						168.3986
Pemanas (Steam)			182,711.0539			
Total			190,129.9541			190,129.9541

## 2. Neraca Panas Reaktor

Tabel 11. Neraca Panas Reaktor

Komponen	Rumus Kimia	Kode	Q in (KJ/Jam)		Q out (KJ/Jam)
			Arus 3	Arus 4	Arus 5
n-Butanol	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O	B		309,062.2830	3,090.6228
<i>Phthalic Anhydride</i>	C <sub>8</sub> H <sub>4</sub> O <sub>3</sub>	PA	186,693.5164		1,866.9352
<i>Dibutyl Phthalate</i>	C <sub>16</sub> H <sub>22</sub> O <sub>4</sub>	DBP			406,827.2489
Asam Sulfat	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	H	1,691.2741		1,163.8582

Tabel 11. Neraca Panas Reaktor. Lanjutan

Komponen	Rumus kimia	Kode	Arus 3	Arus 4	Arus 5
Air	H <sub>2</sub> O	A	1,576.7650	221.4097	59,228.4937
<b>Sub Total</b>			189,961.5555	309,283.6927	472,177.1588
			499,245.2482		
<b>Panas diserap (Pendingin)</b>					-23,820.6721
<b>Panas Reaksi</b>					50,888.7615
<b>Total</b>			499,245.2482		499,245.2482

## 3. Neraca Panas Netralizer

Tabel 12. Neraca Panas Netralizer

Komponen	Rumus Kimia	Kode	Q1 in (KJ/jam)	Q2 out (KJ/jam)	
			Arus 5+6	Arus 7	
n-Butanol	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O	B	784.4349	784.4349	
<i>Phthalic Anhydride</i>	C <sub>8</sub> H <sub>4</sub> O <sub>3</sub>	PA	537.2610		
<i>Dibutyl Phthalate</i>	C <sub>16</sub> H <sub>22</sub> O <sub>4</sub>	DBP	119,338.2920	119,338.2920	
Asam Sulfat	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	H	343.0048	-155.4366	
Natrium Hidroksida	NaOH	N	419.4290		
Natrium Sulfat	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	NA		796.4311	
Air	H <sub>2</sub> O	A	17,971.2597	526.8472	
<b>Sub Total</b>			139,393.6813	121,290.5686	
<b>Panas diserap (Pendingin)</b>					19.5691
<b>Panas Reaksi</b>					-18,083.5436
<b>Total</b>			121,310.1377	121,310.1377	

## 4. Neraca Panas Menara Evaporator

Tabel 13. Neraca Panas Menara Evaporator

Komponen	Rumus Kimia	Kode	Q1 in	Q2 out	Q3 out
			(KJ/jam)	(KJ/jam)	(KJ/jam)
			Arus 9	Arus 10	Arus 11
n-Butanol	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O	B	266.7079		858.3822
<i>Phthalate A</i>	C <sub>8</sub> H <sub>4</sub> O <sub>3</sub>	PA	537.2610	7,832.1228	1,523.3806
<i>Dibutyl Phthalate</i>	C <sub>16</sub> H <sub>22</sub> O <sub>4</sub>	DBP	119,338.292 0	323,749.8119	
Air	H <sub>2</sub> O	A	382.3188		467.7139
<b>Sub Total</b>			120,524.579 6	<b>331,581.9348</b> <b>334,431.4116</b>	<b>2,849.4768</b>
<b>Panas Penguapan (Q4)</b>					<b>7.2465</b>
<b>Pemanas (Qsteam)</b>			<b>288,972.434</b> 0	<b>75,058.3555</b>	
<b>Total</b>			<b>409,497.013</b> 6	<b>409,497.0136</b>	

### 3.2. Spesifikasi Alat

#### 3.2.1. Silo

Kode alat	:S01
Fungsi	:Menampung <i>phthalic anhydride</i> sebelum diumpankan ke <i>melting tank</i>
Bahan	: <i>Carbon stell SA-238 Grade C</i>
Suhu operasi	: 30 °C
Tekanan operasi	: 1 atm
Diameter	: 4,96 m
Tinggi	: 11,7 m
Tebal <i>plate shell</i>	: 3/16 in
Tebal <i>plate roof</i>	: 3/16 in

#### 3.2.2. *Melting Tank*

Kode alat	: Mt-01
Fungsi	: Melelehkan sekaligus memanaskan <i>phthalic anhydride</i> dan asam sulfat dari 30 °C menjadi 140 °C
Bahan	: <i>Carbon stell SA-238 Grade C</i>
Suhu operasi	: 140 °C
Tekanan operasi	: 1 atm
Diameter	: 1,27 m
Tinggi	: 1,27 m
Tebal <i>plate shell</i>	: 1/4 in

Tebal *plate roof* : 1/4 in

### 3.2.3. Reaktor

Kode alat : R-01

Fungsi : Tempat terjadinya reaksi antara n-butanol dengan *phthalicanhydride* menjadi *dibutyl pthalate*

Bahan : *Carbon stell SA-304*

Suhu operasi : 140 °C

Tekanan operasi : 1 atm

Diameter : 1,8051 m

Tinggi : 4,6504 m

Tebal *plate shell* : 3/16 in

Tebal *plate roof* : 3/16 in

### 3.2.4. *Netralizer*

Kode alat : R-02

Fungsi : Tempat terjadinya reaksi netralisasi asam sulfat (sisa Reaksi di reaktor) dengan natrium hidroksida menjadi natrium sulfat

Bahan : *Stainless stell SA-135*

Suhu operasi : 60 °C

Tekanan operasi : 1 atm

Diameter : 1,2283 m

Tinggi : 1,8424 m

Tebal *plate shell* : 3/16 in

Tebal *plate roof* : 3/16 in

### 3.2.5. Dekanter

Kode alat : Dc-01

Fungsi : Tempat terjadinya pemisahan berdasarkan densitas bahan hasil reaksi di *netralizer*

Bahan : *Carbon stell SA-238 Grade C*

Suhu operasi : 60 °C

Tekanan operasi : 1 atm

Diameter : 0,74764 m

Panjang : 3,7382 m

Tebal *plate shell* : 3/16 in

Tebal *plate roof* : 3/16 in

### 3.2.6. Evaporator

#### 1. Evaporator

Kode alat : Ev-01

Fungsi : Untuk menguapkan air yang masih terdapat dalam biodiesel

Bahan : *Carbon stell SA-283 Grade C*

Jumlah tube : 352 buah

Luas penampang : 0,0021 ft<sup>2</sup>

Diameter : 0,9200 m

Tinggi shell : 34,4488 in

Tebal shell : 0,7922 in



Tebal head	: 0,7922 in
Tinggi head	: 9,0551 in
Tinggi total	: 72,4409 in

## 2. Tangki Penyimpanan

### 1. Tangki n-butanol

Kode	: T-02
Fungsi	: Menyimpan bahan baku n-butanol
Bahan	: <i>Carbon stell SA-238 Grade C</i>
Tipe	: <i>Silinder Horizontal</i>
Jumlah	: 1 buah
Spesifikasi	
a. Tekanan	: 1 atm
b. Suhu	: 30 °C
c. Diameter	: 12,2 m
d. Tinggi	: 5,49 m
e. Volume	: 213,4500 m <sup>3</sup>

### 2. Tangki asam sulfat

Kode	: T-01
Fungsi	: Menyimpan bahan baku asam sulfat
Tipe	: <i>Silinder Horizontal</i>
Bahan	: <i>Stainless stell SA-135</i>
Jumlah	: 1 buah

## Spesifikasi

- a. Tekanan : 1 atm
- b. Suhu : 30 °C
- c. Diameter : 1,559 m
- d. Tinggi : 1,5846 m
- e. Volume : 1,1133m<sup>3</sup>

## 3. TangkiNaOH

- Kode : T-03
- Fungsi : Menyimpan bahan baku natrium hidroksida
- Tipe : *Silinder Horizontal*
- Bahan : *Stainless stell SA-135*
- Jumlah : 1 buah
- Spesifikasi
- a. Tekanan : 1 atm
  - b. Suhu : 30 °C
  - c. Diameter : 3,0500 m
  - d. Tinggi : 3,6600 m
  - e. Volume : 0,6077 m<sup>3</sup>

4. Tangki *dibutyl phthalate*

- Kode : T-04
- Fungsi : Menyimpan produk *dibutyl phthalate*

Type : *Silinder Horizontal*  
 Bahan : *Carbon stell SA-304*  
 Jumlah : 1 buah

Spesifikasi

- a. Tekanan : 1 atm
- b. Suhu : 30 °C
- c. Diameter : 10,753 m
- d. Tinggi : 4,0325 m
- e. Volume : 365,3099 m<sup>3</sup>

3.2.6. Heat Exchanger

8. Heater-01

Kode : HE-01

Fungsi : Memanaskan n-butanol dari 30 °C menjadi 140 °C sebelum diumpankan ke dalam reaktor

Jenis : *Double pipe*

Rute fluida : *Annulus: steam, Inner Pipe: aqueous solution*

Spesifikasi :

- a. *Annulus* (IPS : 0,25 in)

OD : 0,54 in

ID : 0,36 in

- b. *Inner pipe* (IPS : 0,13 in)

OD : 0,41 in

ID : 0,27 in

- c. Luas penampang : 28,82 ft<sup>2</sup>

d. Panjang pipa : 12 ft

*Pressure drop inner pipe* : 71,40psi

*Pressure drop annulus* : 58,21psi

#### 9. Heater - 02

Kode : HE-02

Fungsi : Memanaskan NaOH dari 30 °C menjadi 60 °C sebelum diumpankan ke dalam netralizer

Jenis : *Double pipe*

Rute fluida : *Annulus: steam, Inner Pipe: Aqueous solution*

Spesifikasi

a. *Annulus* (IPS : 0,25 in)

OD : 0,54 in

ID : 0,36 in

b. *Inner pipe* (IPS : 0,13 in)

OD : 0,41 in

ID : 0,27 in

c. Luas penampang : 0,16 ft<sup>2</sup>

d. Panjang pipa : 12 ft

*Pressure drop inner pipe* : 0,590 psi

*Pressure drop annulus* : 0.0006543psi

#### 10. Cooler 01

Kode : CO-01

Fungsi : Mendinginkan produk bawah reaktor dari 140-60°C sebelum diumpankan ke dalam netralizer

Jenis : *Double pipe*

Rute fluida : *Annulus: heavy organic, Inner Pipe: brine CaCL<sub>3</sub>*

Spesifikasi

a. *Annulus* (IPS : 3 in)

OD : 3,5 in

ID : 3,068 in

b. *Inner pipe* (IPS : 2 in)

OD : 2,38 in

ID : 2,067 in

c. Luas penampang : 41,68 ft<sup>2</sup>

d. Panjang pipa : 12 ft

*Pressure drop inner pipe* : 0,2820 psi

*Pressure drop annulus* : 2,6845 psi

11. Cooler 02

Kode : CO-02

Fungsi : Mendinginkan produk bawah evaporator dari 140-60°C  
sebelum diumpankan ke dalam Tangki-04

Jenis : *Double pipe*

Rute fluida : *Annulus: Heavy organic, Inner Pipe: Water*

Spesifikasi :

a. *Annulus* (IPS : 2 in)

OD : 2,38 in

ID : 2,067 in

b. *Inner pipe* (IPS : 1 ¼ in)

OD : 1,66 in

ID : 1,38 in

c. Luas penampang : 53,52 ft<sup>2</sup>

d. Panjang pipa : 12 ft

*Pressure drop inner pipe* : 0,2873 psi

*Pressure drop annulus* : 0,0000345 psi

### 3.2.7. Pompa

#### 1. Pompa-01

Kode : P-01

Fungsi : Mengalirkan bahan baku asam sulfat dari tangki ke MT

Jenis : *Centrifugal pump*

Spesifikasi :

Kapasitas : 0,006026m<sup>3</sup>/dt

*Head* pompa

*Total head* : 3 m

Tenaga motor : 0,05 HP

#### 2. Pompa-02

Kode : P-02

Fungsi : Mengalirkan keluaran MT ke reaktor

Jenis : *Centrifugal pump*

Spesifikasi

Kapasitas : 0,0002381 m<sup>3</sup>/dt

*Head* pompa

*Total head* : 3,0001 m

Tenaga motor : 0,05 HP

## 3. Pompa-03

Kode : P-03  
Fungsi : Mengalirkan bahan baku N-butanol dari tangka ke reaktor  
Jenis : *Centrifugal pump*

## Spesifikasi

Kapasitas : 0,000405 m<sup>3</sup>/dt

## Head pompa

Total head : 3,1585 m

Tenaga motor : 0,05 HP

## 4. Pompa-04

Kode : P-04  
Fungsi : Mengalirkan keluaran Reaktor ke Netralizer  
Jenis : *Centrifugal pump*

## Spesifikasi

Kapasitas : 0,001179 m<sup>3</sup>/dt

## Head pompa

Total head : 3,5437 m

Tenaga motor : 0,08 HP

## 5. Pompa-05

Kode : P-05  
Fungsi : Mengalirkan bahan baku NAOH ke dalam netralizer  
Jenis : *Centrifugal pump*

Spesifikasi

Kapasitas : 0,00008 m<sup>3</sup>/dt

*Head* pompa

*Total head* : 3,0003 m

Tenaga motor : 0,05 HP

6. Pompa-06

Kode : P-01

Fungsi : Mengalirkan keluaran netralizer ke decanter

Jenis : *Centrifugal pump*

Spesifikasi

Kapasitas : 0,00061 m<sup>3</sup>/dt

*Head* pompa

*Total head* : 3,1107 m

Tenaga motor : 0,05HP

7. Pompa-07

Kode : P-07

Fungsi : Mengalirkan keluaran atas decanter ke evaporator

Jenis : *Centrifugal pump*

Spesifikasi

Kapasitas : 0,0005685 m<sup>3</sup>/dt

*Head* pompa

*Total head* : 3,5161 m

Tenaga motor : 0,05HP



## 8. Pompa-08

Kode	: P-08
Fungsi	: Mengalirkan produk dari evaporator ke tangki penyimpanan
Jenis	: <i>Centrifugal pump</i>
Spesifikasi	
Kapasitas	: 0,000561 m <sup>3</sup> /dt
Head pompa	
Total head	: 3,7674 m
Tenaga motor	: 0,05 HP

### 3.3. Utilitas

Unit pendukung proses atau sering dikenal dengan unit utilitas merupakan bagian penting dalam pendirian dan perancangan pabrik. Unit utilitas bertugas menunjang berlangsungnya proses produksi dalam suatu pabrik. Unit ini terbagi dalam beberapa kelompok antara lain: unit penyediaan air (air proses, air pendingin, air sanitasi, air umpan *boiler* dan air untuk perkantoran dan perumahan), *steam*, listrik dan pengadaan bahan bakar.

Unit pendukung proses yang dibutuhkan meliputi:

#### 3.4.1. Unit Penyediaan Air dan Pengolahan air (*Water Supply Section*)

##### A. Unit Penyediaan Air

Unit penyediaan air merupakan salah satu unit utilitas yang bertugas menyediakan air untuk kebutuhan industri maupun rumah tangga. Unit ini sangat berpengaruh untuk menunjang kelancaran produksi dari awal hingga akhir proses. Dalam

memenuhi kebutuhan air di dalam pabrik, dapat diambil dari air permukaan. Pada umumnya, air permukaan dapat diambil dari air sumur, air sungai, dan air laut. Dalam prarancangan Pabrik *dibutyl phthalate* ini, sumber air baku yang digunakan berasal dari Sungai Brantas. Pertimbangan menggunakan air sungai sebagai sumber untuk mendapatkan air antara lain:

- Pengolahan air sungai relatif lebih mudah, sederhana, dan biaya pengolahannya juga relatif lebih murah dibandingkan dengan proses pengolahan air laut yang rumit dan biaya pengolahannya pun pasti besar.
- Air sungai merupakan sumber air yang kapasitas airnya relatif tinggi jika dibandingkan dengan air sumur, sehingga kendala yang mungkin terjadi seperti kekurangan air dapat diminimalisir.
- Letak sungai yang dipakai juga berada tidak terlalu jauh dengan lokasi pabrik.

Air yang diperlukan di lingkungan pabrik adalah untuk :

#### 1. Air Pendingin

Pada umumnya, ada beberapa faktor yang menyebabkan air digunakan sebagai media pendingin, yaitu:

- a. Air merupakan materi yang dapat diperoleh dalam jumlah yang besar.
- b. Mudah dalam pengaturan dan pengolahannya.
- c. Dapat menyerap sejumlah panas per satuan volum yang tinggi dan tidak terdekomposisi.
- d. Tidak mudah menyusut dalam artian dalam batasan dengan adanya temperatur pendinginan.

#### 2. Air Umpan *Boiler*

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam penanganan air umpan *boiler* adalah :

- Zat-zat yang dapat menyebabkan korosi

Korosi disebabkan air mengandung larutan asam, gas terlarut seperti  $O_2$ ,  $CO_2$ ,  $H_2S$  yang masuk ke dalam air.

- Zat yang dapat menyebabkan kerak (*scale reforming*)

Pembentukan kerak disebabkan oleh adanya kesadahan dan suhu yang tinggi. Kerak biasanya berupa garam-garam karbonat dan silikat.

- Zat yang menyebabkan *foaming* dan *Priming*

3. *Foaming* adalah terbentuknya gelembung atau busa dipermukaan air dan keluar bersama *steam*. Air yang diambil kembali dari proses pemanasan bisa menyebabkan *foaming* pada *boiler* karena adanya zat-zat organik dan anorganik dalam jumlah cukup besar. Efek pembusaan terjadi pada alkalinitas tinggi.
4. *Priming* adalah adanya tetes air dalam *steam* (buih dan kabut) yang menurunkan efisiensi energi *steam* dan pada akhirnya menghasilkan deposit kristal garam. *Priming* dapat disebabkan oleh konstruksi boiler yang kurang baik, kecepatan alir yang berlebihan atau fluktuasi tiba-tiba dalam aliran.
5. Air Sanitasi

Air sanitasi digunakan untuk keperluan kantor dan rumah tangga perusahaan, seperti air minum, laboratorium, dan MCK.

Syarat-syarat air sanitasi yang harus digunakan, antara lain:

- a. Syarat fisik, yaitu:
  - Suhu normal di bawah suhu udara luar
  - Warna jernih
  - Tidak berasa
  - Tidak berbau

b. Syarat kimia, yaitu:

- Tidak mengandung zat organik maupun anorganik
- Tidak beracun

c. Syarat bakteriologis, yaitu:

Tidak mengandung bakteri-bakteri, terutama bakteri patogen, seperti:

*Salmonella*, *Pseudomonas*, dan *Escherichia coli*.

## B. Unit Pengolahan Air

Kebutuhan air pabrik diperoleh dari air sungai dengan diolah terlebih dahulu agar memenuhi syarat untuk digunakan. Pengolahan dapat secara fisika dan kimia.

Adapun tahapan-tahapan pengolahan air sebagai berikut:

### 1. Penyaringan Awal/*Screen* (F-01)

Sebelum mengalami proses pengolahan, air dari sungai harus mengalami pembersihan awal, sehingga proses selanjutnya dapat berlangsung dengan lancar. Air sungai dilewatkan *screen* (penyaringan awal) yang berfungsi untuk menyaring atau menahan kotoran-kotoran yang berukuran besar seperti kayu, ranting, daun, sampah dan sebagainya. Setelah itu, dialirkan ke bak pengendap.

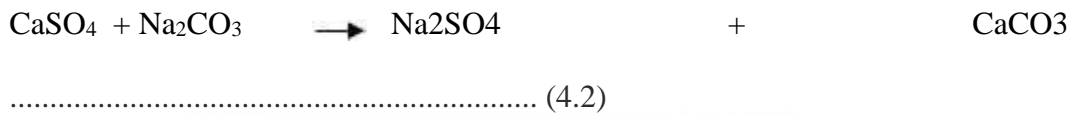
### 2. Bak Pengendap (BU-01)

Air sungai setelah melalui *filter* dialirkan ke bak pengendap awal untuk mengendapkan lumpur dan kotoran air sungai yang tidak lolos dari penyaring awal (*screen*). Setelah itu, dialirkan ke bak pengendap yang dilengkapi dengan pengaduk.

### 3. *Premix Tank* (TU-01)

Air setelah melalui bak pengendap awal kemudian dialirkan ke bak penggumpal untuk menggumpalkan koloid-koloid tersuspensi dalam cairan (larutan) yang tidak

mengendap di bak pengendap dengan cara menambahkan senyawa kimia. Umumnya, flokulan yang biasa digunakan adalah Tawas atau alum ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ) dan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . Adapun reaksi yang terjadi adalah:



#### 4. Clarifier (CLU)

Air setelah melewati bak penggumpal air dialirkan ke *Clarifier* untuk memisahkan/mengendapkan gumpalan-gumpalan dari bak penggumpal. Air baku yang telah dialirkan kedalam *clarifier* yang alirannya telah diatur dan dikontrol ini akan diaduk dengan agitator. Air yang keluar *clarifier* dari bagian pinggir secara *overflow* sedangkan *sludge* (flok) yang terbentuk akan mengendap secara gravitasi dan di *blow down* secara berkala dalam waktu yang telah ditentukan.

#### 5. Sand Filter (FU-02)

Air setelah melewati *clarifier* dialirkan ke bak saringan pasir, dengan tujuan untuk menyaring partikel-partikel halus yang masih lolos atau yang masih terdapat dalam air dan belum terendapkan. *Sand filter* yang digunakan, terdiri dari antrasit, pasir, dan kerikil sebagai media penyaring.

#### 6. Bak Penampung Sementara (BU-02)

Air setelah keluar dari bak penyaring dialirkan ke tangki penampung yang siap didistribusikan sebagai air perumahan/perkantoran, air umpan boiler, air pendingin dan sebagai air proses.

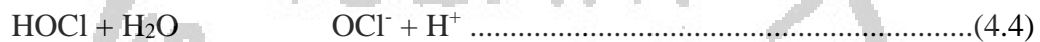
#### 7. Tangki Klorinator (TU-01)

Air dari bak penampung dialirkan ke Tangki Klorinator (TU-01). Kemudian air harus ditambahkan dengan klor atau kaporit untuk membunuh kuman dan

mikroorganisme yang ada, seperti amoeba dan ganggang yang terkandung dalam air sehingga aman untuk dikonsumsi. Klor adalah zat kimia yang sering dipakai dikarenakan harganya murah dan masih mempunyai daya desinfeksi sampai beberapa jam setelah pembubuhannya. Klorin dalam air membentuk asam hipoklorit, reaksinya adalah sebagai berikut :



Asam hipoklorid pecah sesuai reaksi berikut :



Setelah itu, air dialirkan ke Carbon Filter untuk menghilangkan warna, rasa dan bau air.

#### 8. *Carbon Filter* (CFU)

Tangki ini berfungsi untuk menghilangkan warna, bau dan rasa pada air, sehingga dapat disalurkan untuk keperluan *domestic*. Selanjutnya air yang telah jernih dialirkan ke Tangki Air Bersih (BU-03).

#### 9. Tangki Air Bersih (BU-03)

Tangki air bersih ini berfungsi sebagai penampung air bersih yang telah diproses. Kemudian digunakan untuk keperluan air minum dan perkantora

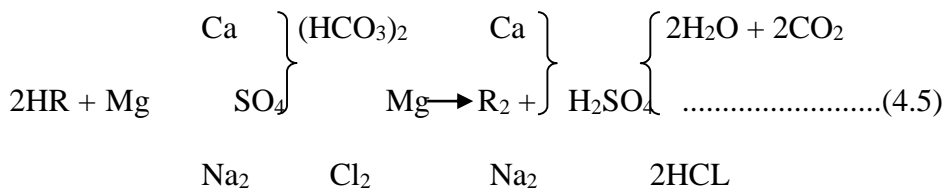
#### 10. Bak Penampung (BU-04)

Bak ini berfungsi untuk menampung sementara air untuk keperluan proses. Sebagai umpan *Fat Splitting Column*, dan pelarut NaOH.

#### 11. Tangki *Kation Exchanger* (KEU)

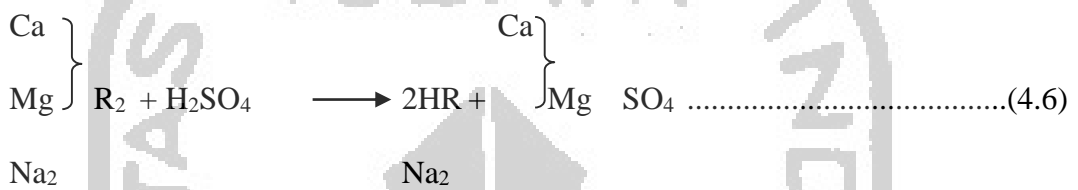
Air dari Bak Penampung (BU-02) berfungsi sebagai *make up boiler*, lalu air diumpankan ke Tangki *Kation Exchanger* (KEU). Sehingga air yang keluar dari *kation exchanger* adalah air yang mengandung anion dan ion  $\text{H}^+$ . resin pengganti kation-kation yang terkandung dalam air diganti ion  $\text{H}^+$ .

Reaksi yang terjadi yaitu:



Dalam jangka waktu tertentu, kation resin ini akan jenuh sehingga perlu regenerasi kembali dengan asam sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>).

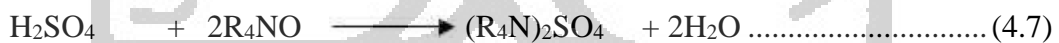
Reaksi yang terjadi yaitu:



12. Tangki *Anion Exchanger* (AEU)

Air yang keluar dari Tangki *Kation Exchanger* (KEU), kemudian diumpungkan ke Tangki *Anion Exchanger* (AEU). Tangki ini berfungsi untuk mengikat ion-ion negatif (anion) yang terlarut dalam air dengan resin yang bersifat basa, sehingga anion-anion seperti CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, Cl<sup>-</sup>, dan SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> akan terikat dengan resin.

Reaksi yang terjadi yaitu:



Dalam waktu tertentu, anion resin ini akan jenuh, sehingga perlu diregenerasikan kembali dengan larutan NaOH.

Reaksi yang terjadi yaitu:



Sebelum masuk boiler, air diproses terlebih dahulu dalam unit *deaerator* dan unit pendingin.

### 13. Unit *Deaerator* (DE)

*Deaerasi* adalah proses pembebasan air umpan *boiler* dari gas-gas yang dapat menimbulkan *korosi* pada *boiler* seperti *oksigen* (O<sub>2</sub>) dan *karbon dioksida* (CO<sub>2</sub>). Air yang telah mengalami demineralisasi (*kation exchanger* dan *anion exchanger*) dipompakan menuju *deaerator* (DE). Pada pengolahan air untuk (terutama) boiler tidak boleh mengandung gas terlarut dan padatan terlarut, terutama yang dapat menimbulkan *korosi*. Unit *deaerator* berfungsi menghilangkan gas O<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub> yang dapat menimbulkan *korosi*. Di dalam *deaerator* diinjeksikan bahan kimia berupa hidrazin (N<sub>2</sub>H<sub>2</sub>) yang berfungsi untuk mengikat oksigen berdasarkan reaksi sebagai berikut:



sehingga dapat mencegah terjadinya *korosi* pada *tube boiler*. Air yang keluar dari *deaerator* dialirkan dengan pompa sebagai air umpan boiler (*boiler feed water*).

### 14. Bak Air Pendingin (BU-05)

Pendingin yang digunakan dalam proses ini berasal dari air yang telah digunakan dalam pabrik kemudian didinginkan dalam *cooling tower*. Kehilangan air karena penguapan, terbawa udara maupun dilakukannya *blow down* di *cooling tower* diganti dengan air yang disediakan di bak air bersih.

Air pendingin harus mempunyai sifat-sifat yang tidak korosif, tidak menimbulkan kerak, dan tidak mengandung mikroorganisme yang bisa menimbulkan lumut.

Untuk mengatasi hal tersebut diatas adalah dengan menginjeksikan bahan-bahan kimia ke dalam air pendingin. Bahan-bahan kimia yang diinjeksikan antara lain:

- 2 Fosfat, yang berguna untuk mencegah timbulnya kerak.
- 3 Klorin, untuk membunuh mikroorganisme.



- 4 *Zat Dispersant*, untuk mencegah timbulnya penggumpalan.

### C. Kebutuhan Air

#### 1. Kebutuhan Air Pendingin

Tabel 14. Daftar Kebutuhan Air Pendingin

No	Alat	Kode	Fungsi	Kebutuhan, Kg/jam
1	Reaktor	R-01	menjaga suhu reaksi konstan	4.2841
2	Cooler	CO-01	mendinginkan produk bawah reaktor	59306.2559
3	Cooler	CO-02	mendinginkan produk bawah evaporator	60025.1409
TOTAL				119335.6809

#### 2. Kebutuhan Air *Steam*

Suhu *steam*  $170^{\circ}\text{C} = 338^{\circ}\text{F}$

Tabel 15. Daftar Air Kebutuhan *Steam*

No	Alat	Kode	Fungsi	Kebutuhan, Kg/jam
1	Heater 1	HE-01	memanaskan n-butanol	145.8738
2	Heater 2	HE-02	memanaskan NaOH	0.1668
4	Melting Tank	MT-01	Melelehkan <i>phthalic nhydride</i>	89.19452209

Tabel 15. Daftar Air Kebutuhan *Steam*. Lanjutan

No	Alat	Kode	Fungsi	Kebutuhan kg/j
5	Evaporator	EV-01	Memekatkan larutan <i>dibutyl phthalate</i>	104.4269823
TOTAL				339.6621

## 3. Kebutuhan Air untuk Sanitasi

Tabel 16. Daftar Kebutuhan Air Sanitasi

Penggunaan	Kebutuhan Air (kg/jam)
Kantor	7000
Poliklinik	50
Laboraorium	35
Bengkel	15
Pemadam Kebakaran	100
Keperluan musholla, kantin, kebun dll	50
Total	7250

Karena digunakan sistem sirkulasi, maka *make up water* yang digunakan adalah sebagai berikut:

a. Air pendingin hilang (20%) =  $0,2 \times 119335,6809$  kg/jam

= 23867,1362 kg/jam

Jadi total kebutuhan air yang disuplai dari tangki air = air untuk sanitasi (perkantoran dan pabrik) + *make up* air pendingin

=  $7250 + 23867,1362 = 31.117,1362$  kg/jam

## 3.4.2. Unit Penyediaan Steam

## 1. Perhitungan kapasitas boiler

$$W = 339,6621 \text{ kg/jam}$$

$$P = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$Ov = 0,2$$

$$\text{Sehingga, } Q = (1.28 * W) / p = 0,4076 \text{ m}^3/\text{jam}$$

## 3. Unit Penyediaan Listrik

Unit ini berfungsi untuk memenuhi kebutuhan listrik di seluruh area pabrik, pemenuhan kebutuhan listrik dipenuhi oleh PLN dan sebagai cadangan adalah *generator set* untuk menghindari gangguan yang mungkin terjadi pada PLN.

Kebutuhan listrik dapat dibagi :

## 1. Listrik untuk Keperluan Proses

Besarnya listrik untuk keperluan proses sebagai berikut :

Tabel 17. Konsumsi Listrik untuk Keperluan Proses

No	Alat	Kode	Jumlah	Power (Hp)
1	Reaktor	R-01	1	0,33
2	Netralizer	N-01	1	5
3	Melting Tank	MT-01	1	5
4	Belt Elevator	BC-01	1	1
5	Pompa	P-01	1	0,05
6	Pompa	P-02	1	0,05
7	Pompa	P-03	1	0,05
8	Pompa	P-04	1	0,08
9	Pompa	P-05	1	0,05

Tabel 17. Konsumsi Listrik Proses. Lanjutan

No	Alat	Kode	Jumlah	Power (HP)
10	Pompa	P-06	1	0,05
11	Pompa	P-07	1	0,05
12	Pompa	P-08	1	0,05
TOTAL				11,72

Diketahui 1 Hp = 0,7457 Kw

Power yang dibutuhkan =  $11,72 \times 0,7457 \text{ kW}$

= 8,7444 kW

## 2. Listrik untuk Utilitas

Besarnya listrik untuk unit pendukung proses (utilitas) dapat dilihat pada tabel 4.6.

Tabel 18. Konsumsi Listrik untuk Unit Pendukung Proses (Utilitas)

No	Alat	Kode	Jumlah	Power (Hp)	Total
1	Tangki Kesadahan	TK	1	0,5	0,5
2	Tangki Klorinator	TC	1	0,5	0,5
3	Kompresor udara	CU	1	5	5
4	Pompa	PU-01	1	7,50	7,50
5	Pompa	PU-02	1	0,75	0,75
6	Pompa	PU-03	1	5	5
7	Pompa	PU-04	1	0,05	0,05
8	Pompa	PU-05	1	2	2
9	Pompa	PU-06	1	1,50	1,50

Tabel 18. Konsumsi Listrik untuk Unit Pendukung Proses. Lanjutan

No	Alat	Kode	Jumlah	Power (HP)	Total
10	Pompa	PU-07	1	0,25	0,25
11	Pompa	PU-08	1	1	1
12	Pompa	PU-09	1	1,50	1,50
13	Pompa	PU-10	1	0,05	0,05
14	Pompa	PU-11	1	1,50	1,50
15	Pompa	PU-12	1	0,50	0,50
16	Pompa	PU-13	1	0,50	0,50
Total					27,65

Diketahui 1 Hp = 0,7457 kW

Power yang dibutuhkan =  $27,65 \times 0,7457 \text{ kW} = 20,6186 \text{ kW}$

3. Kebutuhan Listrik Laboratorium, Rumah Tangga, Perkantoran dan Lain-lain

Jumlah kebutuhan listrik untuk laboratorium, rumah tangga, perkantoran dan lain-lain diperkirakan sebesar 25 % dari kebutuhan alat proses dan utilitas = 10,8272 Hp.

3. Listrik untuk Instrumentasi dan Kontrol

Jumlah kebutuhan listrik untuk alat instrumentasi dan kontrol diperkirakan sebesar 5 % dari kebutuhan alat proses dan utilitas yaitu 2,1654 Hp.

Sehingga kebutuhan listrik total pabrik = 56,3015 Hp

Diketahui 1 Hp = 0,7457 Kw

Power yang dibutuhkan =  $56,3015 \times 0,7457 = 41,9840 \text{ kW}$

### Spesifikasi Generator

- a. Tipe : Generator diesel

- b. Kapasitas : 120 kW
- c. Frekuensi : 220/360 volt
- d. Efisiensi : 75%
- e. Bahan bakar : Minyak diaesol

#### 4. Unit Penyediaan Bahan bakar

##### 1. Kebutuhan Bahan Bakar untuk *Generator Set* Lower Net Heating Value

(LHV) = 145,100 Btu/gal Efisiensi Pembakaran, 70 - 80 %

Diambil : Efisiensi 75%

Kebutuhan Bahan bakar:

Jumlah batu bara yang dibutuhkan:

$$W_m = Q / (\text{Efisiensi}) * (\text{Heating Value})$$

$$W_m = 23,7369 \text{ lt/dtk}$$

#### 5. Unit Pengolahan Limbah

Unit ini berfungsi untuk mengolah limbah yang dihasilkan dari seluruh area pabrik.

Limbah yang dihasilkan oleh pabrik *dibutyl phthalate* berbentuk slury cair dan gas.

Limbah slury berasal dari hasil bawah dekanter dengan komposisi natrium sulfat, air dan butanol. Limbah cair ini berasal dari 3 sumber utama, yaitu limbah sanitasi,

air berminyak dari pompa dan dari air limbah laboratorium serta air sisa regenerasi dari unit demineralisasi. Sedangkan limbah gas (99% uap air) dari hasil atas EV.

##### 1. Limbah slury

Limbah slury natrium sulfat dihasilkan dari reaksi netralisasi NaOH dengan asam sulfat. Karena jumlahnya yang sedikit limbah ini kemudian diolah di *burning pit* untuk dibakar menjadi abu.

## 2. Limbah sanitasi

Limbah sanitasi pembuangan air yang sudah terpakai untuk keperluan kantor dan pabrik lainnya seperti pencucian, air masak dan lain-lain. Penanganan limbah ini tidak memerlukan *treatment* khusus karena tidak mengandung bahan-bahan kimia berbahaya. Hal yang perlu diperhatikan adalah volume bangunan yang diijinkan dan tempat pembuangan air limbah ini.

## 3. Air berminyak dari pompa

Air berminyak berasal dari buangan pelumas pada pompa dan alat-alat lainnya. Pemisahan dilakukan berdasarkan perbedaan berat jenis. Minyak dibagian atas dialirkan ke tungku pembakar, sedangkan air di bagian bawah dialirkan ke penampung akhir, kemudian dibuang.

4. Air limbah Laboratorium dan air sisa regenerasi dari unit demineralisasi tahapan-tahapan dalam mengolah limbah cair ini sebelum dibuang ke lingkungan adalah sebagai berikut :

### a. *Screening*

Tujuannya adalah mencegah masuknya butiran – butiran padatan ke dalam air karena dapat merusak pompa. Alat yang digunakan adalah 2 unit *Rectangular Screen Basin*.

### b. Ekualisasi

Tahap ini bertujuan untuk menyeragamkan laju alir air limbah yang masuk ke unit pengolahan limbah. Alat yang digunakan adalah *Rectangular Storage Basin*.

### c. Koagulasi

Tahap ini dilakukan penambahan koagulan organik polialuminium klorida dan natrium hidroksida agar terbentuk flok (partikel padat) yang lebih besar dari partikel

pada aliran sebelumnya. Alat yang digunakan adalah *Rectangular Coagulation Basin*.

d. Flokulation

Pada tahap ini terjadi proses pengendapan dan penambahan kuriflok (polimer) disertai pengadukan secara perlahan agar flok yang terbentuk tidak pecah, sehingga flok yang terbentuk semakin banyak. Alat yang digunakan adalah *Rectangular Flokulation Basin* yang dilengkapi dengan pengaduk jenis vertical.

e. Sedimentasi

Merupakan proses pengendapan padatan yang ada dalam aliran. Alatnya adalah *Silindrical Sedimentation Basin*.

f. Netralisasi

Pada tahap ini dilakukan pengendalian keasaman. pH diukur dengan menggunakan pH meter. Pengaturan pH dilakukan dengan penambahan  $H_2SO_4$  atau NaOH. Alat yang digunakan adalah *Rectangular Final pH Control Basin*.

g. Penyaringan

Tujuan dari tahap ini adalah untuk menghilangkan warna dan sedikit kandungan logam berat. Alat yang digunakan adalah *Filter carbon aktif jenis Pressure Filter*.

h. Pemekatan

Pada tahap ini dilakukan pengendapan dengan metode *Natural Sedimental Thickener*, yaitu pengendapan di dasar *Depositing Chamber* melalui perbedaan specific gravity antara Lumpur dan air limbah. Alat yang digunakan adalah jenis *Center*.

i. Pemisahan padatan

Dalam proses ini cairan dimasukkan ke dalam bak pengontrol. Jika sudah memenuhi standart, cairan dibuang ke lingkungan. Sedangkan jika masih belum memenuhi



standart, cairan akan diolah kembali dalam pengolahan limbah dan limbah padat yang dihasilkan dibuang. Alat yang digunakan adalah *Dehydroextractor* jenis *belt press*

#### 3.4.6. Laboratorium

Keberadaan laboratorium dalam suatu pabrik sangat penting untuk mengendalikan mutu hasil produk. Analisa yang dilakukan dalam rangka pengendalian mutu meliputi analisa bahan baku, analisa proses dan analisa kualitas produk.

Tujuan laboratorium antara lain :

1. Memeriksa bahan baku yang akan digunakan.
2. Menganalisa dan meneliti produk yang akan dipasarkan.
3. Melakukan percobaan yang ada kaitannya dengan proses produksi.
4. Memeriksa kadar zat-zat yang dapat menyebabkan pencemaran pada buangan pabrik.

#### 1. Program kerja laboratorium

Dalam upaya pengendalian mutu produk *dibutyl phthalate*, salah satu hal yang dilakukan adalah mengoptimalkan aktivitas laboratorium untuk pengujian mutu.

Pembagian laboratorium dapat dilakukan untuk mempermudah pelaksanaan program kerja. Oleh karena itu laboratorium pabrik *dibutyl phthalate*

ini dibagi menjadi 3 bagian:

#### A. Laboratorium Pengamatan

Kerja dan tugas laboratorium ini adalah melakukan analisa secara fisika terhadap semua aliran yang berasal dari proses produksi maupun tangki serta mengeluarkan "*Certificate of Quality*" untuk menjelaskan spesifikasi hasil

pengamatan. Jadi pemeriksaan dan pengamatan dilakukan terhadap bahan baku dan produk akhir.

### B. Laboratorium Analitik

Kerja dan tugas laboratorium ini adalah melakukan analisa terhadap sifat-sifat dan kandungan kimiawi bahan baku dan produk akhir.

### C. Laboratorium penelitian pengembangan lingkungan

Kerja dan tugas laboratorium ini adalah melakukan penelitian dan pengembangan terhadap permasalahan yang berhubungan dengan kualitas material dalam proses untuk meningkatkan hasil akhir. Sifat dari laboratorium ini tidak rutin dan cenderung melakukan penelitian hal-hal baru untuk keperluan pengembangan.

#### 2. Penanganan Sampel

Dalam menganalisa harus diperhatikan jenis sampel yang akan diambil. Sampel yang diperiksa untuk dianalisa terbagi dalam dua bentuk, yaitu:

##### a. Gas

Cara penanganan/analisa sampel dalam bentuk gas bisa dilaksanakan langsung dengan pengambilan sampel yang selanjutnya dibawa ke laboratorium untuk dianalisa. Pengambilan sampel dalam bentuk gas harus diperhatikan segi keamanannya terlebih dahulu bila gas dianalisa sangat berbahaya. Alat pelindung diri harus disesuaikan dengan sifat sampel yang diambil. Arah angin juga harus diperhatikan dengan jalan membelakangi arah angin.

##### b. Cairan

Analisa dalam bentuk cairan hal yang perlu diperhatikan adalah sampel harus didinginkan bila sampel yang dianalisa panas. Untuk cairan yang berbahaya,

pengambilan sampel dilakukan dengan alat yang dapat melindungi diri dari bahaya yang bisa ditimbulkan.

### 3. Prosedur Analisa

Pengujian mutu produk yang optimal dilakukan untuk mengendalikan kualitas produk pabrik *dibutyl phthalate* ini. Adapun analisa pada proses pembuatan *dibutyl phthalate* adalah sebagai berikut :

- a. Analisa bahan baku berupa n-butanol dan *phthalic anhydride*, meliputi : analisa kadar air, viskositas, *specific gravity*, titik didih dan titik leleh.
- b. Analisa bahan dalam aliran proses, meliputi : analisa viskositas, densitas dan konsentrasi bahan.
- c. Analisa terhadap produk utama *dibutyl phthalate* meliputi analisa kadar air, viskositas, *specific gravity*, titik didih dan titik leleh.

Sedangkan analisa di unit utilitas, meliputi :

- Analisa *feed water*, meliputi analisa *Dissolved oxygen*, pH, *hardness*, total solid, *suspended solid*, serta minyak dan *organic matter*.
- Analisa air sanitasi, meliputi : pH, daya hantar listrik, suhu, kebasaaan, zat padat terlarut
- Analisa penukar ion meliputi kesadahan  $\text{CaCO}_3$ , silikat sebagai  $\text{SiO}_2$
- Analisa *cooling water* meliputi pH jenuh  $\text{CaCO}_3$  dan indeks langelier.

### 4. Metode Analisa

Metode analisa dan bahan instruksi kerja untuk analisa mengacu pada berbagai standar analisa, antara lain : ASTM, SII, JIS dan lain-lain.

### 5. Alat – alat Laboratorium

Alat – alat yang digunakan di laboratorium, antara lain :

#### 1. *Viscosimeter*

Alat untuk mengukur viskositas bahan dan produk dari reaktor

2. *Picnometer*

Alat untuk mengukur viskositas bahan dan produk dari reaktor.

3. *Hidrometer*

Alat untuk menganalisa *specific gravity*.

4. *Atomic Absorption Spectrofotometer*

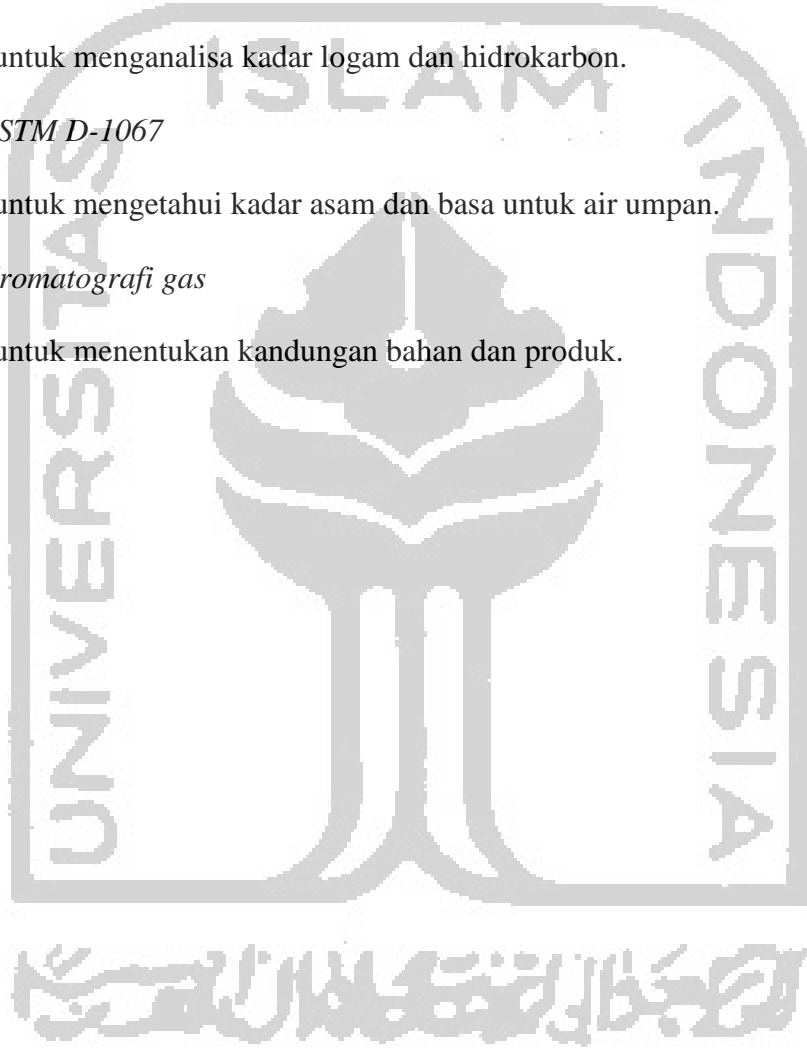
Alat untuk menganalisa kadar logam dan hidrokarbon.

5. *ASTM D-1067*

Alat untuk mengetahui kadar asam dan basa untuk air umpan.

6. *Kromatografi gas*

Alat untuk menentukan kandungan bahan dan produk.



## BAB IV

### PERANCANGAN PABRIK

#### 4.1. Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik ditentukan berdasarkan beberapa faktor untuk menentukan kelangsungan dan keberhasilan pabrik. Faktor tersebut diantaranya adalah lokasi bahan baku, pemasaran, fasilitas transportasi, utilitas, dan tenaga kerja.



Gambar 2. Lokasi Pabrik (Skala 1: 100.000)

##### 4.1.1. Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku utama yang digunakan untuk produksi *dibutyl phthalate* yaitu *phthalate anhydride* dan *n*-butanol. *Phthalate anhydride* dapat diperoleh dari kerja sama dengan PT Petrowidada Gresik, *n*-butanol diperoleh dari kerjasama dengan PT Oxo Nusantara Gresik, sedangkan katalis asam sulfat didapatkan dari kerjasama dengan

PT Petrokimia Gresik serta NaOH didapatkan dari kerjasama dengan PT. Industri Soda Indonesia, Sidoarjo.

#### 4.1.2. Pemasaran

Modal utama untuk menentukan keberhasilan suatu industri tidak terlepas dari upaya pemasaran. Faktor ini tidak terlepas dari pemilihan lokasi yang strategis, selain itu sistem target pasar yang pada umumnya dikuasai oleh suatu perusahaan besar akan berpengaruh pada perkembangan pabrik dimasa yang akan datang. Gresik merupakan kota industri yang ada di propinsi Jawa Timur, keberadaannya yang tidak jauh dari pelabuhan menguntungkan untuk transportasi penyaluran bahan.

#### 4.1.3. Transportasi

Transportasi merupakan faktor terpenting untuk menunjang ketersediaan bahan baku dan untuk menyalurkan hasil produksi, selain jalur darat, lokasi Gresik berdekatan dengan pelabuhan dan bandara yakni pelabuhan Tanjung Perak dan Bandara Juanda. Dengan adanya ketiga jalur transportasi, diharapkan agar hubungan antar daerah tidak terhambat.

#### 4.1.4. Utilitas

Utilitas merupakan penunjang utama dalam mendirikan suatu pabrik. Utilitas dan sarana pendukung lainnya sangat mudah didapatkan di Gresik, karena Gresik merupakan kawasan industri. Kebutuhan air dapat diambil dari sungai Brantas atau Bengawan Solo.

#### 4.1.5. Tenaga Kerja

Sebagai industri kimia, tenaga kerja produktif diambil dari lulusan perguruan tinggi Strata 1 maupun Diploma 3 yang berpengalaman dibidangnya. Kebutuhan tenaga kerja dapat dipenuhi dengan mudah mengingat Jawa Timur termasuk propinsi yang berpenduduk tinggi

#### 4.1.6. Kebijakan Pemerintah

Gresik merupakan kota industri, telah banyak industri lokal maupun asing yang berdiri di sana. Hal ini menandakan perhatian pemerintah terhadap perindustrian cukup baik.

Berdasarkan faktor-faktor di atas maka lokasi pendirian pabrik *dibutyl phthalate* dalam perencanaan ini dibangun di Gresik, Jawa Timur.

#### 4.2. Tata Letak Pabrik (*Plant Layout*)

Tata letak pabrik adalah tempat kedudukan dari bagian-bagian pabrik yang meliputi tempat bekerjanya karyawan, tempat peralatan, tempat penimbunan bahan dan produk yang saling berhubungan. Tata letak pabrik harus dirancang sedemikian rupa sehingga penggunaan area pabrik efisien dan area produksi serta distribusi berjalan dengan lancar. Hal ini akan menjamin keamanan, keselamatan dan kenyamanan karyawan dapat terpenuhi. Selain peralatan proses beberapa perlengkapan fisik seperti kantor, bengkel, poliklinik, dan laboratorium, kantin, pemadam kebakaran, pos penjagaan dan sebagainya ditempatkan pada bagian yang tidak mengganggu lalu lintas barang dan proses.

Hal- hal yang harus diperhatikan dalam perancangan tata letak pabrik adalah sebagai berikut :

#### 5 Daerah proses

Daerah proses adalah daerah yang digunakan untuk menempatkan alat- alat yang berhubungan dengan proses produksi. Dimana daerah proses ini diletakkan pada daerah yang terpisah dari bagian lain.

#### 6 Keamanan

Keamanan terhadap adanya kemungkinan bahaya kebakaran, ledakan, asap atau gas beracun, harus benar-benar diperhatikan dalam menentukan letak. Untuk itu harus dilakukan penempatan alat-alat pengaman seperti, hidran penampung air yang cukup, penahan ledakan tangki penyimpan bahan baku dan produk berbahaya harus diletakkan di area yang khusus, serta perlu adanya jarak antara bangunan satu dengan yang lainnya guna memberikan pertolongan dan penyediaan jalan bagi karyawan untuk menyelamatkan diri.

#### 3. Luas area yang tersedia

Harga tanah menjadi hal yang membatasi kemampuan penyediaan area. Pemakaian tempat disesuaikan dengan area yang tersedia. Jika harga tanah sangat tinggi maka diperlukan efisiensi dalam pemakaian ruangan hingga peralatan tertentu diletakkan di atas peralatan yang lain, ataupun lantai ruangan diatur sedemikian rupa agar menghemat penyediaan tempat.

#### 4. Instalasi dan utilitas

Pemasangan dan distribusi yang baik dari gas, udara, *steam* dan listrik akan membantu kemudahan kerja perawatannya. Penempatan pesawat proses



sedemikian rupa sehingga petugas dapat dengan mudah mencapainya sehingga terjalin kelancaran beroperasi serta memudahkan perawatannya.

Secara garis besar tata letak pabrik dibagi menjadi beberapa daerah utama, yaitu:

1.4.3.2. Daerah administrasi atau perkantoran, laboratorium dan ruang control. Disini merupakan pusat kegiatan administrasi pabrik yang mengatur kelancaran operasi. laboratorium dan ruang control merupakan pusat pengendalian proses, kualitas dan kuantitas bahan yang akan diproses serta produk yang akan dijual

1.4.3.3. Daerah proses  
Daerah tempat alat-alat proses diletakkan dan proses berlangsung.

1.4.3.4. Daerah pergudangan umum, bengkel dan garasi.

Daerah tempat penyimpanan bahan dan perbaikan suatu alat

1.4.3.5. Daerah utilitas.

Daerah dimana kegiatan penyediaan air, *steam* dan listrik dipusatkan. Perincian luas tanah bangunan pabrik dapat dilihat pada tabel .19 berikut :

Tabel 19. Perincian Luas Tanah Bangunan Pabrik

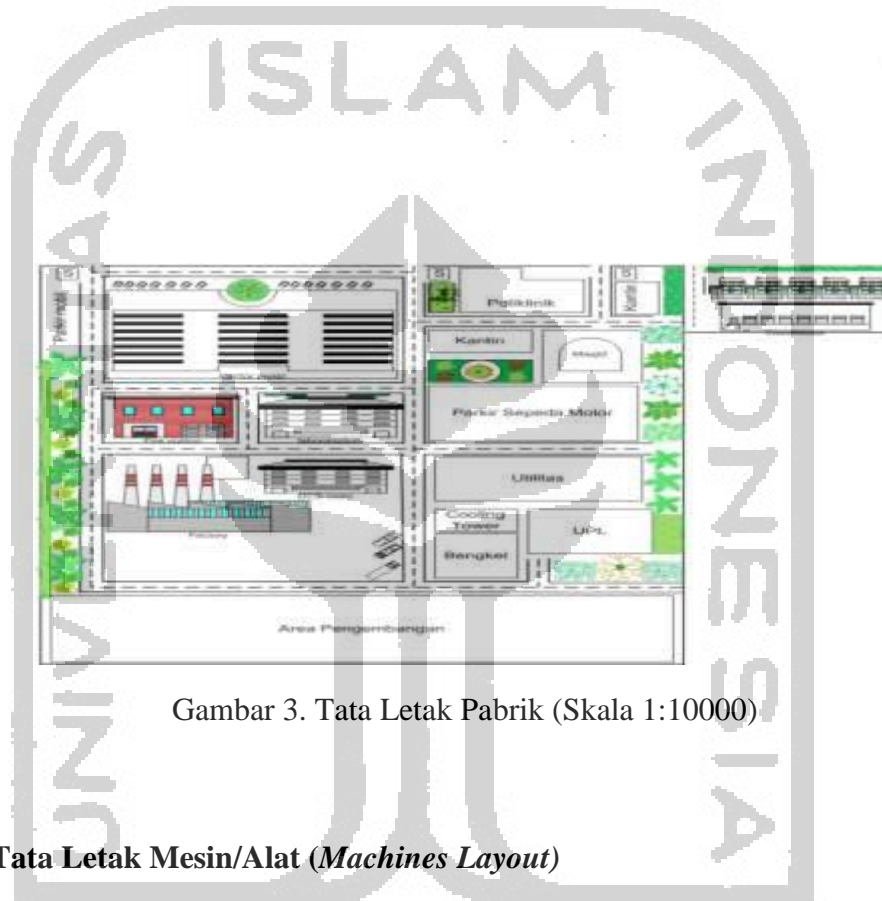
Lokasi	Panjang, m	Lebar	Luas
	M	M	m <sup>2</sup>
Pos jaga 1	5	4	20
Pos jaga 2	5	4	20
Area parker	15	10	150
Area parkir truk	20	10	200

Tabel 19. Perincian Luas Tanah Bangunan Pabrik. Lanjutan

<b>Lokasi</b>	<b>Panjang,m</b>	<b>Lebar,m</b>	<b>Luas,m<sup>2</sup></b>
Aula	25	20	500
Masjid	15	15	225
Kantor utama	20	15	300
Kantin	15	13	195
Perpustakaan	12	15	180
Poliklinik	15	10	150
Laboratorium	21	10	210
<i>Control room</i>	30	10	300
Gudang	20	10	200
Area parker	20	20	400
<i>Halaman depan</i>	15	10	150
Taman bermain	25	10	250
Taman	20	15	300
Bengkel	20	10	200
Kantor teknik dan produksi	20	10	200
Mess	20	20	400
Gedung olahraga	15	10	150
Pemadam kebakaran	30	10	300
<b>Luas Tanah</b>			<b>5000</b>
<b>Luas Bangunan</b>			<b>4300</b>

Tabel 19. Perincian Luas Tanah Bangunan Pabrik. Lanjutan

Total	Panjang,m	Lebar,m	Luas,m <sup>2</sup>
		403	261



Gambar 3. Tata Letak Pabrik (Skala 1:10000)

#### 4.3. Tata Letak Mesin/Alat (*Machines Layout*)

Dalam perancangan tata letak proses ada beberapa hal yang harus diperhatikan, yaitu:

- 1 Aliran bahan baku dan produk

Pengaliran bahan baku dan produk yang tepat akan memberikan keuntungan ekonomis yang besar, serta menunjang kelancaran dan keamanan produksi. Perlu juga diperhatikan penempatan pipa, dimana untuk pipa di atas tanah perlu dipasang

pada ketinggian tiga meter atau lebih, sedangkan untuk pemipaan pada permukaan tanah diatur sedemikian rupa sehingga tidak mengganggu lalu lintas bekerja.

## 2 Aliran udara

Aliran udara di dalam dan di sekitar area proses perlu diperhatikan supaya lancar.

Hal ini bertujuan untuk menghindari *stagnasi* udara pada suatu tempat yang dapat mengakibatkan akumulasi bahan kimia yang berbahaya, sehingga dapat membahayakan keselamatan pekerja. Arah hembusan angin juga perlu diperhatikan.

## 3 Cahaya

Penerangan seluruh pabrik harus memadai pada tempat-tempat proses yang berbahaya atau beresiko tinggi.

## 4 Lalu lintas manusia

Dalam hal perancangan tata letak peralatan perlu diperhatikan agar pekerja dapat mencapai seluruh alat proses dengan cepat dan mudah. Jika terjadi gangguan alat proses maka harus cepat diperbaiki, selain itu keamanan pekerja selama menjalankan tugasnya perlu diprioritaskan.

## 5 Tata letak alat proses

Dalam menempatkan alat-alat proses pada pabrik diusahakan agar dapat menekan biaya operasi dan menjamin kelancaran dan keamanan produksi pabrik sehingga dapat menguntungkan dari segi ekonomi.

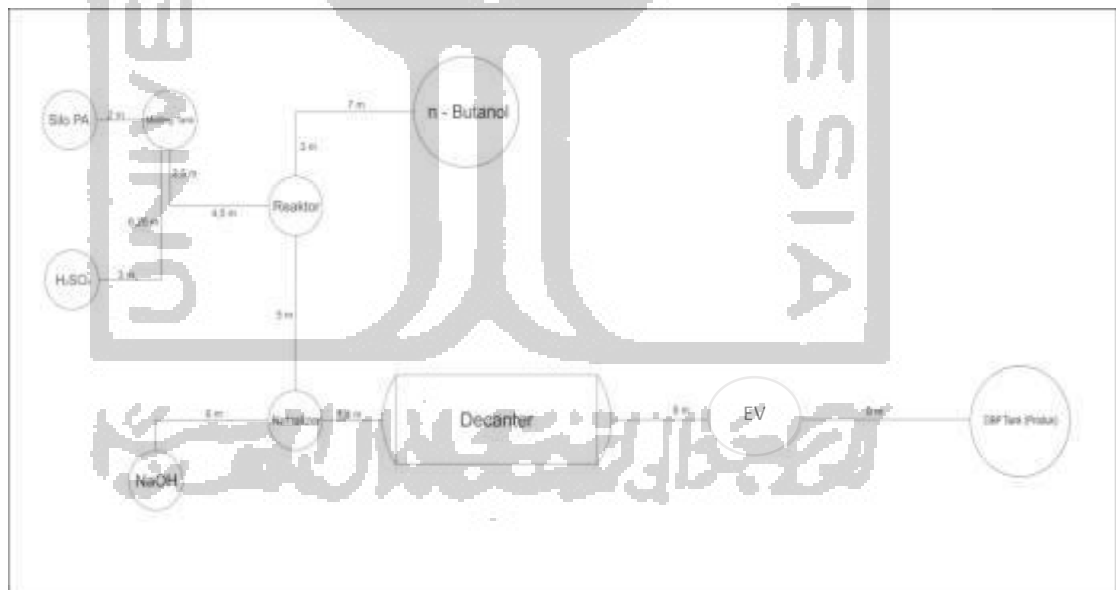
## 6 Jarak antar alat proses

Untuk alat proses yang mempunyai suhu dan tekanan tinggi sebaiknya dipisahkan dari alat proses lainnya, sehingga apabila terjadi ledakan atau kebakaran pada alat

tersebut tidak membahayakan alat proses lainnya. Tata letak alat proses harus dirancang sedemikian rupa sehingga :

- Kelancaran proses produksi dapat terjamin.
- Dapat mengefektifkan penggunaan luas lantai.
- Biaya material dikendalikan agar menjadi rendah, bertujuan untuk mengurangi pengeluaran kapital yang tidak penting.
- Jika tata letak peralatan proses sedemikian rupa sehingga urutan proses produksi lancar, maka perusahaan tidak perlu untuk memakai alat angkut dengan biaya mahal.
- Karyawan mendapatkan kepuasan kerja.

Tata letak peralatan pabrik *dibutyl phthalate* dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 4. Gambar Tata Letak peralatan

#### 4.4. Alir Proses dan Material

Secara keseluruhan proses produksi *dibutyl phthalate* dibagi menjadi 3 tahap yaitu:

- e. Tahap persiapan bahan baku
- f. Tahap Reaksi
- g. Tahap Pemurnian Produk

##### 4.4.1. Tahap Persiapan Bahan Baku

Tahap ini dimaksudkan untuk mempersiapkan bahan baku agar sesuai dengan kondisi operasi. Bahan baku butanol disimpan dalam keadaan cair pada tangki (T-02) suhu 30°C dan tekanan 1 atm. Dalam kondisi cair jenuh butanol dipompa melewati *heater* (HE-01) untuk dinaikkan suhunya dari 30°C sampai 140°C. Bahan baku *phthalic anhydride* padatan dari silo bahan baku (S-01) pada suhu kamar 30°C dan tekanan 1 atm dibawa dengan *belt conveyor* menuju *melting tank* (Mt-01) untuk dicampur dengan asam sulfat kemudian dilelehkan dan dipompa menuju reactor (R-01).

##### 4.4.2. Tahap reaksi

Reaktor yang digunakan adalah Reaktor Alir Tangki Berpengaduk, dengan kondisi operasi reaktor pada suhu 140°C dan tekanan 1 atm kemudian n-butanol dialirkan dari tangki penyimpanan (T-02) ke reaktor dengan tekanan 1 atm dan suhu 140°C untuk membantu reaksi pada reaktor.

##### 4.4.3. Tahap Pemurnian Produk

Hasil bawah reaktor didinginkan dengan menggunakan *cooler* (CO-01). Setelah itu dialirkan ke dalam netralizer (N-01) untuk dinetralkan dengan NaOH 60%. Setelah

dinetralisasi, selanjutnya produk dialirkan menuju *decanter* (DC-01) untuk memisahkan produk dengan endapan garam. Produk atas *decanter* selanjutnya dipompakan menuju evavotor (EV-01) untuk memurnikan produk sedangkan produk bawah *decanter* di alirkan ke unit pengolahan limbah untuk diolah lebih lanjut. Produk bawah evavotor berupa *dibuytl phthalate* dan produk disimpan pada tangki penyimpanan (T-04). Sedangkan produk atas dari evavotor *dibutyl phthalate*, butanol dan air di alirkan ke unit pengolahan limbah untuk diolah selanjutnya.

#### **4.5. Organisasi Perusahaan**

##### 4.5.5. Bentuk Perusahaan

Pabrik *dibutyl phthalate* yang akan didirikan direncanakan mempunyai klasifikasi sebagai berikut :

Bentuk Perusahaan : Perseroan Terbatas (PT)  
Status Perusahaan : Swasta  
Kapasitas Produksi : 15.000 Ton/Tahun  
Lokasi Perusahaan : Gresik, Jawa Timur

Pemilihan bentuk perusahaan PT didasarkan pada beberapa pertimbangan, yaitu :

1. Suatu Perseroan Terbatas dapat memperoleh modal dari hasil penjualan saham kepada masyarakat yang mempunyai modal dan minat terhadap industri ini.
2. Tanggung jawab pemegang saham terbatas sehingga kelancaran produksi hanya dipegang oleh pimpinan perusahaan.

3. Pemilik dan pengurus perusahaan terpisah satu sama lain. Pemilik perusahaan adalah para pemegang saham dan pengurus perusahaan adalah direksi beserta staf yang diawasi oleh dewan komisaris.
4. Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin, karena tidak berpengaruh dengan berhentinya pemegang saham, direksi beserta staf nya dan karyawan perusahaan.
5. Efisiensi dari manajemen, para pemegang saham duduk dalam dewan komisaris dan dewan komisaris ini dapat memilih dewan direksi diantaranya Direktur utama yang cakap dan berpengalaman.
6. Lapangan usaha lebih luas. Suatu PT dapat menarik modal yang sangat besar dari masyarakat sehingga dengan modal ini PT dapat memperluas usahanya.

#### 4.5.2. Struktur Organisasi Perusahaan

Struktur organisasi merupakan salah satu faktor yang akan menunjang kemajuan perusahaan. Struktur organisasi tersebut juga dapat membantu dalam kelancaran komunikasi yang akhirnya akan meningkatkan kinerja perusahaan.

Terdapat beberapa macam struktur organisasi antara lain :

#### 3.10. Struktur Organisasi Lini

Di dalam struktur lini biasanya paling sedikit mempunyai tiga fungsi dasar yaitu produksi, pemasaran dan keuangan. Fungsi ini tersusun dalam suatu organisasi di mana rantai perintah jelas dan mengalir ke bawah melalui tingkatan-tingkatan manajerial. Individu dalam departemen-departemen melaksanakan kegiatan utama



perusahaan. Setiap orang mempunyai hubungan pelaporan hanya dengan satu atasan, sehingga ada kesatuan perintah.

### 3.11. Struktur Organisasi Fungsional

Staf fungsional memiliki hubungan terkuat dengan saluran-saluran lini. Bila dilimpahkan wewenang fungsional oleh manajemen puncak, seorang staf fungsional mempunyai hak untuk memerintah satuan lini sesuai kegiatan fungsional.

### 3.12. Struktur Organisasi Lini dan Staf

Staf merupakan individu atau kelompok dalam struktur organisasi yang fungsi utamanya memberikan saran dan pelayanan pada fungsi lini. Karyawan staf tidak secara langsung terlibat dalam kegiatan utama organisasi, posisi staf ditambahkan untuk memberikan saran dan pelayanan departemen lini dan membantu mencapai tujuan organisasi dengan lebih efektif.

Untuk mendapatkan suatu sistem organisasi yang baik, perlu diperhatikan beberapa azas sebagai pedoman antara lain :

1. Tujuan perusahaan
2. Pembagian kerja
3. Kesatuan perintah dan tanggung jawab
4. Pengontrolan pekerjaan yang dilaksanakan
5. Organisasi perusahaan yang fleksibel

Dengan berpedoman pada azas-azas diatas, struktur organisasi yang paling baik untuk digunakan adalah sistem lini dan staf. Pada sistem ini, garis kekuasaan lebih sederhana dan praktis pada pembagian tugas kerja, dimana seorang karyawan hanya

akan bertanggung jawab pada seorang atasan saja. Untuk mencapai kelancaran produksi, haruslah dibentuk staf ahli yang terdiri dari orang-orang yang ahli dalam bidangnya. Staf ahli memberi bantuan pemikiran dan nasehat kepada Dewan Direksi demi tercapainya kelancaran produksi.

Ada dua kelompok orang-orang yang berpengaruh dalam menjalankan sistem lini dan staf yaitu :

1. Sebagai lini, yaitu orang-orang yang melaksanakan tugas pokok organisasi dalam rangka mencapai tujuan.
2. Sebagai staf, yaitu orang-orang yang melakukan tugasnya dengan keahlian yang dimilikinya, dalam hal ini untuk memberikan saran kepada unit-unit operasional.

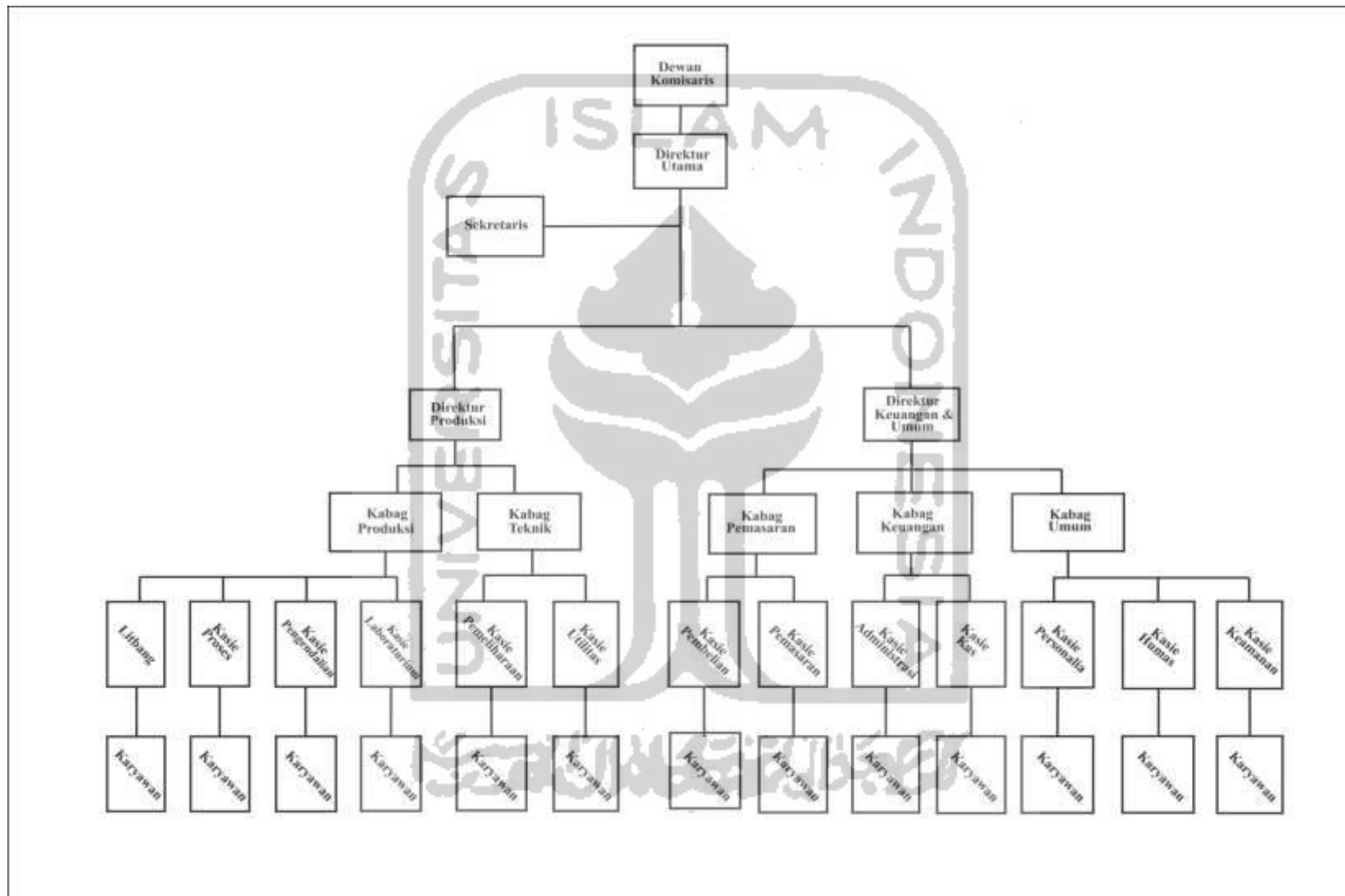
Kebaikan organisasi lini dan staf adalah :

1. Adanya pembagian tugas yang jelas antara kelompok lini yang melaksanakan tugas pokok dan kelompok staf yang melaksanakan tugas penunjang.
2. Bakat yang berbeda-beda dari anggota organisasi dapat berkembang menjadi spesialisasi.
3. Koordinasi mudah dijalankan dalam setiap kelompok kerja golongan karyawan.
4. Penerapan prinsip "*the right man on the right place, doing the right job on the right time*" lebih mudah dijalankan.

Disiplin serta moral biasanya tinggi karena tugas yang dilaksanakan seseorang biasanya sesuai dengan bakat, pendidikan dan pengalaman.

Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan, di mana 51% bagian saham adalah bagian pengusaha pribumi, sedangkan sisanya 49% bagian saham dijual kepada pemilik modal asing yang berniat menanamkan modalnya dalam perusahaan ini. Dalam pelaksanaannya tugas para pemegang saham diwakili oleh Dewan Komisaris, sedangkan pelaksana tugas harian dalam menjalankan seluruh kegiatan operasional perusahaan dilakukan oleh Dewan Direksi yang terdiri dari oleh seorang Direktur Utama dibantu Direktur Teknik dan Produksi serta Direktur Keuangan dan Umum. Direktur Teknik dan Produksi menangani bagian produksi dan teknik, Direktur Keuangan dan Umum menangani bidang pemasaran, keuangan, dan pelayanan umum.

Direktur-direktur ini membawahi beberapa Kepala Bagian yang membawahi lagi beberapa Kepala Seksi dan masing-masing seksi akan membawahi dan mengawasi karyawan perusahaan pada masing-masing bidangnya. Karyawan perusahaan dibagi menjadi beberapa regu (Struktur organisasi perusahaan dapat dilihat pada Gambar 5)



Gambar 5. Struktur Organisasi Perusahaan

#### 4.5.6. Tugas dan Wewenang

##### 1. Pemegang Saham

Pemegang saham adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian dan jalannya operasi perusahaan tersebut. Pemegang saham ini adalah pemilik perusahaan. Kekuasaan tertinggi pada perusahaan yang berbentuk perseroan adalah Rapat Umum Pemegang Saham. Pada rapat tersebut, pemegang saham

2. Mengangkat dan memberhentikan Dewan Komisaris
3. Mengangkat dan memberhentikan Dewan Direksi
4. Mengesahkan hasil-hasil usaha serta neraca perhitungan untung rugi tahunan dari perusahaan
- Dewan Komisaris

Dewan Komisaris merupakan pelaksana tugas sehari-hari dari pemilik saham, sehingga Dewan Komisaris akan bertanggung jawab kepada pemilik saham. Dewan Komisaris diangkat pemegang saham dalam Rapat Umum. Dewan Komisaris yang dipimpin Komisaris Utama mempunyai tugas serta wewenang sebagai berikut :

4. Menentukan kebijaksanaan perusahaan sesuai dengan kebijaksanaan pemerintah
5. Menentukan target laba perusahaan, alokasi sumber dana dan pengarahan pemasaran
6. Mengangkat dan memberhentikan serta melakukan pengawasan terhadap direksi

7. Menolak dan menyetujui rencana direksi
8. Membantu direksi dalam keadaan darurat

➤ Dewan Direksi

A. Direktur Utama

Direktur Utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan bertanggung jawab terhadap maju mundurnya perusahaan. Direktur Utama bertanggung jawab kepada Dewan Komisaris atas segala tindakan dan kebijaksanaan yang telah diambil sebagai pimpinan perusahaan. Direktur Utama membawahi Direktur Teknik dan Produksi serta Direktur Keuangan dan Umum.

Tugas Direktur Utama antara lain :

4. Melaksanakan kebijakan perusahaan serta mempertanggung jawabkannya kepada para pemegang saham pada rapat umum pemegang saham.
5. Menjaga kestabilan manajemen perusahaan dan membuat hubungan yang baik antara pemilik saham, pimpinan, konsumen, dan para karyawan.
6. Mengangkat dan memberhentikan Kepala Bagian atas persetujuan Rapat Umum Pemegang Saham.
7. Mengkoordinir kerjasama dengan Direktur Teknik dan Produksi serta Direktur Keuangan dan Umum.

B. Direktur Teknik dan Produksi

Tugas Direktur Teknik dan Produksi :

2. Bertanggung jawab kepada Direktur Utama dalam bidang teknik dan produksi yaitu yang berhubungan dengan bidang produksi, pemeliharaan alat, penyediaan bahan baku dan laboratorium.

3. Mengkoordinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan Kepala Bagian yang menjadi bawahannya

#### C. Direktur Keuangan dan Umum

Tugas Direktur Keuangan dan Umum :

1. Bertanggung jawab kepada Direktur Utama dalam bidang keuangan, pemasaran dan pelayanan umum.
2. Mengkoordinir, mengatur serta mengawasi pelaksanaan pekerjaan Kepala Bagian yang menjadi bawahannya.

#### D. Staf Ahli

Staf ahli terdiri dari tenaga-tenaga ahli yang bertugas membantu Dewan Direksi dalam menjalankan tugasnya, baik yang berhubungan dengan teknik, produksi maupun administrasi. Staf ahli bertanggung jawab kepada Direktur Utama sesuai dengan bidangnya.

Tugas dan wewenang Staf Ahli meliputi :

1. Memberikan saran dan perencanaan dalam pengembangan perusahaan.
5. Mengadakan evaluasi bidang teknik dan ekonomi perusahaan.
6. Memberikan saran-saran dalam bidang hukum.

#### E. Kepala Bagian

Secara umum tugas Kepala Bagian :

5. Mengkoordinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan sesuai dengan garis-garis yang diberikan oleh Pimpinan Perusahaan.
6. Dapat bertindak sebagai Staf Direktur bersama-sama dengan Staf Ahli.

7. Bertanggung jawab kepada Direktur yang menangani bidang tersebut.

Kepala Bagian terdiri dari :

1. Kepala Bagian Produksi

Kepala bagian produksi bertanggung jawab kepada Direktur Produksi dalam bidang mutu dan kelancaran produksi serta mengkoordinasi kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya. Kepala Bagian Produksi membawahi :

a. Seksi Proses

Tugas seksi proses yaitu:

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

c. Seksi Pengendalian Proses

Tugas seksi pengendalian proses yaitu: Menangani hal-hal yang dapat mengancam keselamatan pekerja dan mengurangi potensi bahaya yang ada.

d. Seksi Laboratorium

Tugas seksi laboratorium yaitu:

- Mengawasi dan menganalisa mutu bahan baku dan bahan pembantu.
- Mengawasi dan menganalisa mutu hasil produksi.
- Mengawasi hal-hal yang berhubungan dengan buangan pabrik.
- Membuat laporan berkala kepada Kepala Bagian Produksi.

2. Kepala Bagian Teknik

Tugas kepala bagian teknik antara lain bertanggung jawab kepada Direktur Teknik dan Produksi dalam bidang pemeliharaan peralatan, utilitas, proses, inspeksi,



keselamatan proses serta lingkungan, ikut memberikan bantuan teknik kepada bagian operasi dan mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya.

Kepala Bagian Teknik membawahi :

d. Seksi Pengadaan Alat dan Pemeliharaan

Bertanggungjawab atas penyediaan peralatan yang diperlukan oleh seksi mesin dan instrumentasi serta bertugas melaksanakan pemeliharaan fasilitas gedung dan peralatan pabrik, memperbaiki kerusakan peralatan pabrik, yang berhubungan dengan mesin-mesin produksi.

e. Seksi Instrumentasi dan Utilitas

Bertanggungjawab atas tersedianya segala bahan penunjang yang diperlukan untuk menjalankan seluruh operasional perusahaan baik itu kebutuhan listrik, air, dan steam dengan cara menjalankan dan mengontrol jalannya unit utilitas. Bertugas melaksanakan pemeliharaan peralatan pabrik dan memperbaiki kerusakan peralatan pabrik yang berhubungan dengan listrik dan peralatan instrumentasi pabrik.

f. Seksi Penelitian dan Pengembangan

Litbang bertanggung jawab dalam bidang penelitian dan pengembangan. Tugas dan wewenang staf penelitian dan pengembangan adalah memperbaiki proses, perencanaan alat dan pengembangan produksi; meningkatkan mutu produk; meningkatkan efisiensi kerja.

### 3. Kepala Bagian Pemasaran

Bertanggung jawab kepada Direktur Keuangan dan Umum dalam bidang penyediaan bahan baku dan pemasaran hasil produksi serta mengkoordinasi kepala-kepala seksi yang ada dibawahnya.

Kepala bagian pemasaran membawahi :

#### a. Seksi Pembelian

Tugas seksi pembelian :

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

#### b. Seksi Pemasaran

Tugas seksi pemasaran :

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

### 4. Kepala Bagian Keuangan

Kepala bagian keuangan bertanggung jawab kepada Direktur Keuangan dan Umum dalam bidang administrasi dan keuangan. Dan mengkoordinasi kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya.

Kepala bagian keuangan membawahi :

#### a. Seksi Keuangan ( kas )

Tugas seksi keuangan :

- Menghitung penggunaan kas perusahaan

- Mengamankan uang dan membuat anggaran tentang keuangan masa depan
- Mengadakan perhitungan tentang gaji dan insentif karyawan

#### b. Seksi Administrasi

Tugas seksi administrasi yaitu menyelenggarakan pencatatan hutang piutang, administrasi persediaan kantor dan pembukuan serta masalah perpajakan.

#### 5. Kepala Bagian Pelayanan Umum

Kepala bagian pelayanan umum bertanggung jawab kepada Direktur Keuangan dan Umum dalam bidang personalia, hubungan masyarakat, kesehatan dan keamanan. Untuk itu, kepala bagian umum harus mampu mengkoordinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala seksi yang menjadi bawahannya.

Kepala bagian pelayanan umum membawahi :

#### a. Seksi Personalia

Tugas seksi personalia :

- Merekrut dan membina tenaga kerja dan menciptakan suasana kerja sebaik mungkin antara pekerja, pekerjaan dan lingkungan supaya tidak terjadi pemborosan waktu dan biaya
- Mengusahakan disiplin kerja yang tinggi dalam menciptakan kondisi kerja yang tenang dan dinamis □ membina karier para karyawan dan melaksanakan hal-hal yang berhubungan dengan kesejahteraan karyawan.

#### b. Seksi Humas

Tugas seksi humas yaitu mengatur hubungan antara perusahaan dengan masyarakat diluar lingkungan perusahaan.

c. Seksi Keamanan

Tugas seksi keamanan :

- Menjaga semua bangunan pabrik dan fasilitas perusahaan
- Mengawasi keluar masuknya orang-orang baik karyawan maupun non karyawan di lingkungan pabrik
- Menjaga dan memelihara kerahasiaan yang berhubungan dengan intern perusahaan.

6. Kepala Seksi

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

4.5.7. Pembagian Jam Kerja Karyawan

Pabrik etilen glikol yang direncanakan akan beroperasi selama 330 hari setiap tahunnya dan kontinyu 24 jam per harinya. Sisa hari yang bukan libur digunakan untuk perbaikan, perawatan alat atau *shut down*. Pembagian jam kerja karyawan pada pabrik ini terbagi menjadi dua golongan, yaitu karyawan *Non-shift* dan *shift*:

4.5.8. Karyawan *Non-Shift*

Karyawan *non-shift* adalah karyawan yang tidak menangani proses produksi secara langsung. Yang termasuk karyawan *non-shift* yaitu Direktur, Staf Ahli, Kepala Bagian , Kepala Seksi, serta bagian administrasi.

Karyawan ini dalam satu minggu akan bekerja selama 5 hari, dengan pembagian jam kerja sebagai berikut :

Hari Senin – Jum’at : jam 08.00 – 16.00

Dengan perincian waktu istirahat sebagai berikut:

Hari Senin – Kamis : jam 12.00 – 13.00

Hari Jum’at : jam 11.30 – 13.30

Hari Sabtu & Minggu : Libur

#### 4.5.9. Karyawan *Shift*

Karyawan *shift* adalah karyawan yang langsung menangani proses produksi atau mengatur bagian-bagian tertentu dari pabrik yang mempunyai hubungan dengan masalah keamanan dan kelancaran produksi. Yang termasuk karyawan *shift* adalah operator produksi, sebagian dari bagian teknik, bagian gudang dan bagian-bagian lain yang harus selalu siaga untuk menjaga kelangsungan, keselamatan serta keamanan pabrik. Para karyawan *shift* akan bekerja secara bergantian sehari semalam.

Karyawan *shift* dibagi menjadi tiga kelompok *shift* dengan pembagian sebagai berikut :

##### a. Karyawan Operasi

Shift pagi : jam 06.00 – 14.00

Shift siang : jam 14.00 – 22.00

Shift malam : jam 22.00 – 06.00

b. Karyawan Keamanan (security)

Shift pagi : jam 06.00 – 14.00

Shift siang : jam 14.00 – 22.00

Shift malam : jam 22.00 – 06.00

Karyawan *shift* dibagi menjadi 4 regu, di mana 3 regu bekerja dan 1 regu istirahat dan dilakukan secara bergantian. Tiap regu mendapat giliran 3 hari kerja dan 1 hari libur. Pada hari libur atau hari raya besar yang ditetapkan pemerintah, maka regu yang terjadwal untuk bekerja tetap masuk kerja.

Jadwal kerja masing-masing regu ditabelkan dalam tabel 5.1 :

Tabel 20. Jadwal Kerja Masing – Masing Regu

Hari \ Regu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	P	P	P	L	M	M	M	L	S	S	S	L	P	P
2	S	S	L	P	P	P	L	M	M	M	L	S	S	S
3	M	L	S	S	S	L	P	P	P	L	M	M	M	L
4	L	M	M	M	L	S	S	S	L	P	P	P	L	M

Keterangan :

P : *Shift* Pagi M : *Shift* Malam

S : *Shift* Sore L : Libur

Kelancaran produksi dari suatu pabrik sangat dipengaruhi oleh faktor kedisiplinan para karyawannya, karena kelancaran produksi secara tidak langsung akan

mempengaruhi perkembangan dan kemajuan perusahaan. Oleh karena itu kepada seluruh karyawan diberlakukan absensi, di samping itu absensi juga digunakan oleh pimpinan perusahaan sebagai dasar dalam pengembangan karier karyawan di dalam perusahaan.

#### 4.5.10. Penentuan Jumlah Karyawan Proses

Kapasitas produksi = 15.000 ton/tahun = 45.454,5456 kg/hari. Dari Gambar

6.9 (Peter & Timmerhause, 2003, hal.265), untuk kapasitas 37878,787 kg/hari didapat karyawan proses sebesar = 86 *employee-hours/(day)*. (*processing step*).

Step proses ada tujuh yang terdiri dari *melting tank*, *heating*, reaksi, dekantasi, distilasi, *cooling* dan *packing*.

Dengan asumsi *Fluid Processing* (garis B), maka jumlah karyawan proses

$$\text{adalah : } 86 \times 7 \times 15,75 \times 16$$


---


$$24$$

Sehingga total karyawan proses untuk empat shift adalah = 76 orang

#### 5.6. Sistem kepegawaian dan Upah

Pada pabrik etilen glikol diberlakukan sistem upah karyawan yang berbeda-beda tergantung dari status karyawan, kedudukan, tanggung jawab dan keahlian.

Berdasarkan statusnya, karyawan dibagi menjadi tiga golongan sebagai berikut :

##### 1. Karyawan Tetap

Karyawan tetap yaitu karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan Surat Keputusan (SK) Direksi dan mendapat upah harian yang dibayar tiap-tiap akhir pekan.

##### 2. Karyawan Harian

Karyawan harian yaitu karyawan yang diangkat dan diberhentikan oleh Dewan Direksi tanpa SK Dewan Direksi dan mendapat upah harian tiap akhir pekan.

### 3. Karyawan Borongan

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

Sistem penggajian karyawan dibagi menjadi tiga golongan berdasarkan macamnya, yaitu :

#### 1. Gaji bulanan

Gaji ini diberikan kepada pegawai tetap. Besarnya gaji disesuaikan dengan peraturan perusahaan.

#### 2. Gaji harian

Gaji ini diberikan kepada karyawan tidak tetap atau buruh harian.

#### 3. Gaji lembur

Gaji ini diberikan kepada karyawan yang bekerja melebihi jam kerja yang telah ditetapkan. Besarnya gaji sesuai dengan peraturan perusahaan.

#### 4.5.11. Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji

Jumlah karyawan dan jabatan serta pembagian gaji pabrik *dibutyl phthalate* ini ditunjukkan dalam tabel 21.



Tabel 21. Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji

Jabatan	Jumlah	Gaji	
		(/orang)	(/bulan)
Direktur Utama	1	Rp 45.000.000	Rp 45.000.000
Direktur Produksi & Teknik	1	Rp 35.000.000	Rp 35.000.000
Direktur Keuangan & Umum	1	Rp 35.000.000	Rp 35.000.000
Staff Ahli	1	Rp 40.000.000	Rp 40.000.000
Ka. Bag. Produksi	1	Rp 30.000.000	Rp 30.000.000
Ka. Bag. Teknik	1	Rp 30.000.000	Rp 30.000.000
Ka. Bag. Pemasaran	1	Rp 25.000.000	Rp 25.000.000
Ka. Bag. Umum	1	Rp 25.000.000	Rp 25.000.000
Ka. Bag. K3 & Litbang	1	Rp 25.000.000	Rp 25.000.000
Ka. Sek. Proses	1	Rp 25.000.000	Rp 25.000.000
Ka. Sek. Pengendalian	1	Rp 25.000.000	Rp 25.000.000
Ka. Sek. Laboratorium	1	Rp 25.000.000	Rp 25.000.000
Ka. Sek. Pemeliharaan	1	Rp 25.000.000	Rp 25.000.000
Ka. Sek. Utilitas	1	Rp 25.000.000	Rp 25.000.000
Ka. Sek. Pembelian	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000
Ka. Sek. Pemasaran	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000
Ka. Sek. Administrasi	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000
Ka. Sek. Kas	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000
Ka. Sek. Personalia	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000
Ka. Sek. Humas	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000
Ka. Sek. Keamanan	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000
Ka. Sek. K3	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000
Ka. Sek. Litbang	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000
Bagian Proses	8	Rp 10.000.000	Rp 80.000.000
Bagian Pengendalian	3	Rp 10.000.000	Rp 30.000.000
Bagian Laboratorium	4	Rp 9.000.000	Rp 36.000.000
Bagian Pemeliharaan	3	Rp 9.000.000	Rp 27.000.000

Tabel 21. Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji

Lanjutan

<b>Jabatan</b>	<b>Jumlah</b>	<b>Gaji / Orang</b>	<b>Gaji / Bulan</b>
Bagian Utilitas	5	Rp 9.000.000	Rp 45.000.000
Bagian Pembelian	2	Rp 8.000.000	Rp 16.000.000
Bagian Pemasaran	2	Rp 8.000.000	Rp 16.000.000
Bagian Administrasi	2	Rp 8.000.000	Rp 16.000.000
Bagian Kas	2	Rp 8.000.000	Rp 16.000.000
Bagian Personalia	2	Rp 8.000.000	Rp 16.000.000
Bagian Humas	2	Rp 8.000.000	Rp 16.000.000
Karyawan K3	3	Rp 8.000.000	Rp 24.000.000
Karyawan Litbang	3	Rp 8.000.000	Rp 24.000.000
Operator	76	Rp 6.000.000	Rp 456.000.000
Supir	3	Rp 3.900.000	Rp 11.700.000
Librarian	1	Rp 4.100.000	Rp 4.100.000
Cleaning service	5	Rp 3.900.000	Rp 19.500.000
Dokter	2	Rp 10.000.000	Rp 20.000.000
Perawat	4	Rp 5.000.000	Rp 20.000.000
Total	148	Rp771.900.000	Rp 1,473,300,000

#### 4.5.12. Kesejahteraan Sosial Karyawan

Kesejahteraan karyawan merupakan salah satu faktor dalam meningkatkan efektifitas kerja pada perusahaan. Kesejahteraan sosial yang diberikan perusahaan kepada karyawannya berupa :

##### 1. Fasilitas Kesehatan

Perusahaan memberikan fasilitas poliklinik yang berada di areal pabrik. Poliklinik ini berfungsi sebagai pertolongan pertama pada karyawan selama jam kerja. Untuk menangani kecelakaan berat, baik akibat kerja maupun bukan, yang menimpa karyawan dan keluarganya, perusahaan menunjuk rumah sakit rujukan untuk menanganinya. Selain itu perusahaan juga bekerja sama dengan beberapa rumah

sakit. Bagi karyawan yang menderita sakit akibat kecelakaan kerja, biaya pengobatan akan ditanggung perusahaan sesuai dengan undang-undang yang berlaku. Sedangkan biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit yang tidak diakibatkan oleh kecelakaan kerja, diatur berdasarkan kebijaksanaan perusahaan.

#### 2. Fasilitas Pendidikan

Perusahaan menyediakan beasiswa bagi anak-anak karyawan yang berprestasi di sekolahnya. Selain itu perusahaan mengadakan pengembangan Sumber Daya Manusia melalui pelatihan, pendidikan, pembinaan dan pemantapan budaya perusahaan. Kegiatan ini bertujuan untuk memberi kesempatan belajar kepada karyawan untuk mengembangkan diri sesuai kemampuan yang dimiliki.

#### 3. Fasilitas Asuransi

Fasilitas asuransi melalui JAMSOSTEK diberikan untuk memberikan jaminan sosial dan memberikan perlindungan kepada karyawan terhadap hal yang tidak diinginkan.

#### 4. Fasilitas Transportasi

Perusahaan memberikan fasilitas transportasi berupa mobil dan supir untuk kegiatan operasional, serta transportasi bus antar jemput karyawan *non-shift* maupun karyawan *shift*.

#### 5. Fasilitas Perumahan

Perusahaan memberikan fasilitas perumahan tempat tinggal bagi karyawan dengan jabatan minimal operator yang berasal dari luar kota dengan masa kerja yang sudah ditetapkan oleh perusahaan.

#### 6. Fasilitas Koperasi

Koperasi karyawan (KOPKAR) didirikan dengan tujuan untuk meningkatkan kesejahteraan karyawan dan memenuhi kebutuhan sehari-hari karyawan dengan harga murah.

#### 7. Fasilitas Kantin

Kantin disediakan untuk memenuhi kebutuhan makan karyawan. Fasilitas makan ini sepenuhnya ditanggung oleh perusahaan.

#### 8. Fasilitas Peribadatan

Perusahaan menyediakan tempat ibadah seperti masjid di areal pabrik.

#### 9. Fasilitas Tunjangan Lain

Perusahaan memberikan tunjangan-tunjangan berupa :

- a. Tunjangan Hari Raya (THR) bagi semua karyawan.
- b. Bonus tahunan bila produksi melebihi target yang ditetapkan.
- c. Tunjangan hari tua yang dibayarkan sekaligus.
- d. Tunjangan perjalanan dinas.
- e. Pakaian kerja yang diberikan kepada karyawan sebanyak 2 pasang, seragam

harian dan 1 pasang *wear pack* untuk karyawan bagian Produk dan Teknik per tahunnya.

#### 10. Peralatan *Safety*

Untuk menjaga keselamatan kerja karyawan di pabrik diberikan peralatan *safety* berupa *safety helmet*, *safety shoes*, *masker*, *google*, *glove* dan alat-alat *safety* lainnya.

## 11. Fasilitas Cuti

Perusahaan memberikan kesempatan kepada karyawan untuk beristirahat sesuai waktu yang telah ditentukan. Oleh karena itu perusahaan memberikan waktu cuti karyawan berupa :

- a. Cuti tahunan, yang diberikan kepada setiap karyawan selama 12 hari kerja dalam 1 tahun. Cuti ini diberikan kepada karyawan yang masa kerjanya minimal 1 tahun.
- b. Cuti sakit, diberikan kepada karyawan yang menderita sakit berdasarkan keterangan dokter.

### 4.5.13. Kesehatan dan Keselamatan Kerja

Pabrik *dibutyl phthalate* mengambil kebijaksanaan dalam aspek perencanaan, pelaksanaan, pengawasan dan pemeliharaan keselamatan instalasi peralatan dan karyawan di bawah unit Inspeksi Proses dan Keselamatan Lingkungan. Manajemen perusahaan sangat mendukung dan ikut berpartisipasi dalam program mencegah kerugian baik terhadap karyawan, harta benda perusahaan, terganggunya kegiatan operasi serta keamanan masyarakat sekitar yang diakibatkan oleh kegiatan perusahaan.

Pelaksanaan tugas dalam kesehatan dan keselamatan kerja ini berlandaskan:

1. UU no. 1/1990

Mengenai keselamatan kerja karyawan yang dikeluarkan oleh Departemen Tenaga Kerja.

2. UU no. 2/1951

Mengenai ganti rugi akibat kecelakaan kerja yang dikeluarkan oleh Departemen Tenaga Kerja.

3. PP no. 4/1982

Mengenai ketentuan pokok pengolahan lingkungan hidup yang dikeluarkan oleh Menteri Negara Kelestarian Lingkungan Hidup.

4. PP no. 29/1986

Mengenai ketentuan AMDAL yang dikeluarkan oleh Menteri Negara Kelestarian Lingkungan Hidup.

Kegiatan yang dilakukan dalam rangka kesehatan dan keselamatan kerja antara lain :

1. Mengawasi keselamatan jalannya operasi proses.
2. Bertanggungjawab terhadap alat-alat keselamatan kerja.
3. Bertindak sebagai instruktur *safety* dan membuat rencana kerja pencegahan kecelakaan.
4. Membuat prosedur darurat penanggulangan kebakaran dan kecelakaan proses.
5. Mengawasi kuantitas dan kualitas bahan buangan pabrik agar tidak berbahaya bagi lingkungan.

#### 4.5.14. Manajemen Produksi

Manajemen produksi sebagai salah satu bagian dari manajemen perusahaan yang fungsi utamanya adalah menyelenggarakan semua kegiatan untuk memproduksi bahan baku menjadi produk jadi dengan mengatur penggunaan faktor-faktor produksi sedemikian rupa. Sehingga proses produksi berjalan sesuai dengan yang direncanakan.

Manajemen produksi meliputi manajemen perencanaan dan pengendalian produksi. Tujuan perencanaan dan pengendalian produksi adalah mengusahakan agar diperoleh kualitas produk yang sesuai dengan rencana dalam jangka waktu yang tepat. Dengan meningkatnya kegiatan produksi maka selayaknya diikuti dengan perencanaan dan pengendalian agar dihindari terjadinya penyimpangan-penyimpangan.

Perencanaan ini sangat erat kaitannya dengan pengendalian, di mana perencanaan merupakan tolok ukur bagi kegiatan operasional sehingga penyimpangan yang terjadi dapat diketahui dan selanjutnya dikendalikan ke arah yang sesuai.

#### **4.6. Evaluasi Ekonomi**

Evaluasi ekonomi berfungsi untuk mengetahui apakah pabrik yang akan didirikan dapat menguntungkan atau tidak dan layak atau tidak jika didirikan berdasarkan evaluasi ekonominya.

Perhitungan evaluasi ekonomi meliputi :

##### 1.2. Modal (*capital investment*)

Modal tetap (*fixed capital investment*)

Modal kerja (*working capital investment*)

##### 1.3. Biaya produksi (*manufacturing cost*)

Biaya produksi langsung (*direct manufacturing cost*)

Biaya produksi tak langsung (*indirect manufacturing cost*)

Biaya tetap (*fixed manufacturing cost*)

##### 1.4. Pengeluaran umum (*general expense*)

##### 1.5. Analisis kelayakan

*Percent return on investment (ROI)*

*Pay out time (POT)*

*Break event point (BEP)*

*Shut down point (SDP)*

*Discounted cash flow (DCF)*

Dasar Perhitungan :

1. Kapasitas produksi : 15.000 ton/tahun
2. Pabrik beroperasi : 330 hari kerja
3. Umur alat : 10 tahun
4. Nilai kurs : 1 US \$ = Rp 14.285,00
5. Tahun evaluasi : 2020
6. Harga n-butanol : \$ 300/ton
7. Harga *phthalic anhydride* : \$ 420/ton
8. Harga asam sulfat : \$ 280/ton
9. Harga NaOH : \$ 225/ton
10. Harga *dybutil phthalate* : \$ 1,960/ton
11. Perkiraan harga alat diperoleh dari website [www.matche.com](http://www.matche.com) dan (Peter Timmerhaus,1990)

Pabrik beroperasi selama satu tahun (330 hari) dan tahun evaluasi pada tahun 2018.

Dalam analisa ekonomi harga-harga alat maupun harga-harga lain diperhitungkan pada tahun analisa. Untuk mencari harga pada tahun analisa, maka dicari index pada tahun analisa.



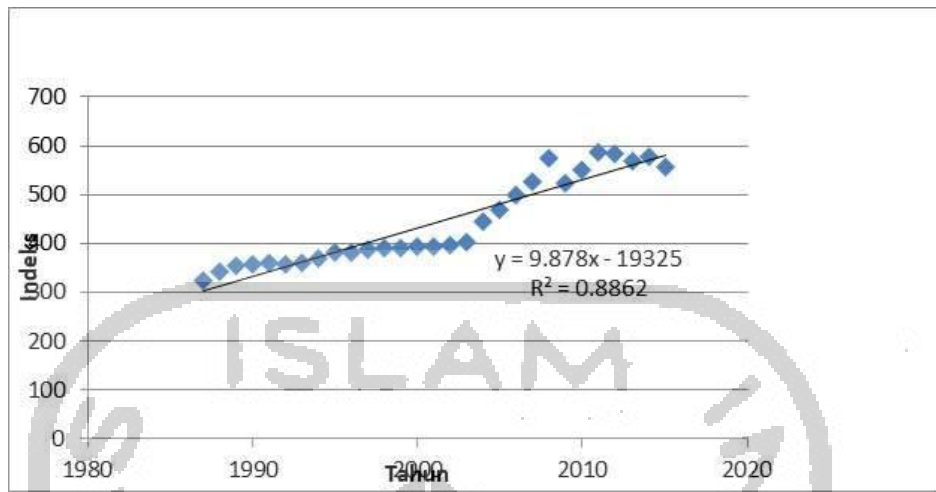
Asumsi kenaikan harga dianggap linier, dengan menggunakan program excel dapat dicari persamaan linier yaitu :

Tabel 22. Harga Index *Chemical Engineering Plant* (Peters, 2003)

Tahun (X)	indeks (Y)	X (tahun-ke)
1987	324	1
1988	343	2
1989	355	3
1990	356	4
1991	361,3	5
1992	358,2	6
1993	359,2	7
1994	368,1	8
1995	381,1	9
1996	381,7	10
1997	386,5	11
1998	389,5	12
1999	390,6	13
2000	394,1	14
2001	394,3	15
2002	395,6	16
2003	402	17

Tabel 22. Harga Index *Chemical Engineering Plant* (Peters, 2003). Lanjutan

Tahun (X)	Index (Y)	Tahun (X)
2004	444,2	18
2005	468,2	19
2006	499,6	20
2007	525,4	21
2008	575,4	22
2009	521,9	23
2010	550,8	24
2011	585,7	25
2012	584,6	26
2013	567,3	27
2014	576,1	28
2015	556,8	29
2016	589,048	30
2017	598,926	31
2018	608,804	32
2019	618,682	33
2020	628,560	34



Gambar 6. Grafik Hubungan Tahun Vs Cost Index

Persamaan yang diperoleh  $y = 9,878x - 19.325$ , dengan menggunakan persamaan tersebut dapat dicari harga index pada tahun- tahun yang lain dan pada tahun perancangan, dalam hal ini pada tahun 2019. Harga alat dari [www.matche.com](http://www.matche.com) merupakan harga pada th 2020.

Index pada tahun perancangan 2019:

$$\begin{aligned} y &= 9,878 \times 2019 - 19.325 \\ &= 618,682 \end{aligned}$$

Index pada tahun pendirian yaitu 2026 :

$$\begin{aligned} x &= (9,878 \times 2026) - 19.325 \\ &= 687,828 \end{aligned}$$

Harga-harga alat lainnya diperhitungkan pada tahun evaluasi. Maka harga alat pada tahun evaluasi dapat dicari dengan persamaan :

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

Dalam hubungan ini :

Ex : Harga tahun pembelian

Ey : Harga tahun referensi

Nx : Index harga pada tahun pembelian

Ny : Index harga pada tahun referensi

Sehingga :

$$Ex = Ey \frac{687,828}{618,682}$$

$$= Ey \times 1,1117$$

Perhitungan biaya :

### 3.9. *Capital investment*

*Capital investment* adalah banyaknya pengeluaran-pengeluaran yang diperlukan untuk fasilitas produksi dan untuk menjalankannya. *Capital investment* terdiri dari (Aries&Newton, 1955):

#### a. *Fixed capital investment*

*Fixed capital* adalah *investment* untuk mendirikan fasilitas produksi dan pembantunya.

##### 1. *Working capital*

*Working capital* adalah bagian yang diperlukan untuk menjalankan operasi dari suatu pabrik selama waktu tertentu.

#### D. *Manufacturing cost*

*Manufacturing cost* merupakan jumlah *direct* dan *fixed manufacturing cost* yang bersangkutan dengan produk dan terdiri atas (Aries&Newton, 1955):

- a *Direct cost* adalah pengeluaran yang bersangkutan khusus dalam pembuatan produk.
- b *Indirect cost* adalah pengeluaran-pengeluaran sebagai akibat tidak langsung dan bukan karena operasi pabrik. Dalam perhitungan didapatkan kecenderungan kesulitan menentukan batas antara *direct cost* dan *indirect cost*
- c *Fixed cost* merupakan harga yang berkenaan dengan *fixed capital* dan pengeluaran yang bersangkutan dimana harganya tetap, tidak bergantung waktu maupun tingkat produksi.

#### E. *General expenses*

*General expenses* atau pengeluaran umum, meliputi pengeluaran-pengeluaran yang meliputi fungsi-fungsi perusahaan yang tidak termasuk *manufacturing cost* (Aries&Newton, 1955).

#### F. Analisa kelayakan

Untuk dapat mengetahui apakah keuntungan yang diperoleh tergolong besar atau tidak sehingga dapat dikategorikan pabrik itu potensial didirikan atau tidak maka dilakukan analisis kelayakan.

Beberapa analisis untuk menyatakan kelayakan (Aries&Newton, 1955) :

- a *Percent profit on sales (POS)*

*Percent profit on sales* adalah perkiraan keuntungan berdasarkan penjualan produk sebelum dan sesudah pajak.

$$POS = \frac{\text{profit}}{\text{salesprice}} \times 100 \%$$

b *Percent return on investement (ROI)*

*Percent return of investement* merupakan perkiraan laju keuntungan tiap tahun yang dapat modal yang diinvestasikan.

$$Pbr = \frac{Pb \times ra}{If}$$

$$Pbr = \frac{Pa \times ra}{If}$$

Dengan:

Prb : ROI sebelum pajak

Pra : ROI sesudah pajak

Pb : keuntungan sebelum pajak

Pa : keuntungan sesudah pajak

If : *fixed capital investement*

c *Pay out time*

*Pay out time* adalah jumlah tahun yang telah berselang sebelum didapatkan sesuatu penerimaan melebihi investasi awal atau jumlah tahun yang diperlukan untuk kembalinya *capital investement* dengan profit sebelum dikurangi depresiasi.

$$POT = \frac{If}{Pb \times rb + 0,1 \times Fa}$$

d *Break even point (BEP)*

*Break even point* adalah titik impas dimana tidak mempunyai suatu keuntungan.

$$BEP = \frac{Fa + 0,3 Ra}{Sa - Va - 0,7 Ra} \times 100 \%$$

#### 6. Shut down point (SDP)

*Shut down point* adalah dimana pabrik mengalami kerugian sebesar *fixed cost* sehingga pabrik harus ditutup.

$$SDP = \frac{0,3 Ra}{Sa - Va - 0,7 Ra} \times 100$$

#### 4.6.1. Total Capital Investment

Tabel 23. Total Capital Investment

No	Type of Capital Investment	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Purchased Equipment cost</i>	Rp 64.426.673.109	\$ 4,295,112
2	<i>Delivered Equipment Cost</i>	Rp 16.106.668.277	\$ 1,073,778
3	Instalasi cost	Rp 10.076.331.674	\$ 671,755
4	Pemipaan	Rp 14.930.881.493	\$ 995,392
5	Instrumentasi	Rp 16.022.913.602	\$ 1,068,194
6	Insulasi	Rp 2.399.893.573	\$ 159,993
7	Listrik	Rp 6.442.667.311	\$ 429,511
8	Bangunan	Rp 16.200.000.000	\$ 1,080,000
9	<i>Land &amp; Yard Improvement</i>	Rp 29.700.000.000	\$ 1,980,000
<b>Physical Plant Cost (PPC)</b>		<b>Rp 176.306.029.040</b>	<b>\$ 11,753,735</b>

#### 1.6.1. Working Capital

Tabel 24. Working Capital

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Raw Material Inventory</i>	Rp 181.167.762.128	\$ 12,077,851
2	<i>Inproses Onventory</i>	Rp 146.162.400.079	\$ 9,744,160
3	<i>Product Inventory</i>	Rp 97.441.600.053	\$ 6,496,107
4	<i>Extended Credit</i>	Rp 363.681.818.182	\$ 24,245,455
5	<i>Available Cash</i>	Rp 292.324.800.159	\$ 19,488,320
<b>Working Capital (WC)</b>		<b>Rp 1.080.778.380.600</b>	<b>\$ 72,051,892</b>

1.6.2. *Manufacturing Cost*Tabel 25. *Manufacturing Cost*

No	<i>Type of Expenses</i>	<b>Biaya (Rp)</b>	<b>Biaya (\$)</b>
1	Raw Material	Rp 64.281.794.468	\$44,285,452.96
2	Labor	Rp 18.543.600.000	\$ 1,236,240.00
3	Supervision	Rp 1.854.360.000	\$ 123,624.00
4	Maintenance	Rp 4.823.732.955	\$ 321,582.20
5	Plant Supplies	Rp 723.559.943	\$ 48,237.33
6	Royalty and Patents	Rp 13.335.000.000	\$ 889,000.00
7	Utilities	Rp 263.594.188.443	\$17,572,945.90
	<b><i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i></b>	<b>Rp 967.156.235.809</b>	<b>\$64,477,082.39</b>

1.6.3. *General Expenses*Tabel 26. *General Expenses*

No	<i>Type of Expenses</i>	<b>Biaya (Rp)</b>	<b>Biaya (\$)</b>
1	<i>Administration</i>	Rp 32.155.728.017	\$ 2,143,715
2	<i>Sales Expense</i>	Rp 53.592.880.029	\$ 3,572,859
3	<i>Research</i>	Rp 42.874.304.023	\$ 2,858,287
4	<i>Finance</i>	Rp 26.439.300.567	\$ 1,762,620
	<b><i>General Expenses(GE)</i></b>	<b>Rp 155.062.212.636</b>	<b>\$ 10,337,481</b>

## 1.6.4. Analisis Keuntungan

Penjualan (Sa) = Rp 1.333.500.000.000

Total cost/biaya produksi = Rp 1.226.919.813.218

Keuntungan sebelum pajak (Pb) = Rp 106.580.186.782

Pajak 35% / tahun

untung sesudah pajak (Pa) = Rp 78.935.140.087



### 1.6.5. Analisis Kelayakan

#### 1. *Return On Investment*

$$ROI = \frac{\text{Keuntungan}}{\text{Fixed Capital}} \times 100\%$$

Sebelum pajak : 44,19%

Seudah pajak : 33,14 %

#### 2. *Pay Out Time*

$$PPOT = \frac{\text{Fixed Capital Investment}}{\text{Keuntungan Tahunan} + \text{Depresiasi}}$$

Sebelum pajak : 1,9 tahun

Sesudah pajak : 2,4 tahun

#### 3. *Fixed Cost*

Tabel 27. *Fixed Cost*

No	<i>Type of Expense</i>	<b>Harga (Rp)</b>		<b>Harga (\$)</b>	
1	<i>Depreciation</i>	Rp	19.294.931.818	\$	1,286,329
2	<i>Property taxes</i>	Rp	2.411.866.477	\$	160,791
3	<i>Insurance</i>	Rp	2.411.866.477	\$	160,791
<b><i>Fixed Cost (Fa)</i></b>		<b>Rp</b>	<b>24.118.664.773</b>	<b>\$</b>	<b>1,607,911</b>

4. *Variable Cost*Tabel 28. *Variable Cost*

No	<i>Type of Expense</i>	<b>Harga (Rp)</b>	<b>Harga (\$)</b>
1	<i>Raw material</i>	Rp 664.281.794.468	\$ 44,285,453
2	<i>Packaging &amp; shipping</i>	Rp 66.675.000.000	\$ 4,445,000
3	<i>Utilities</i>	Rp 263.594.188.443	\$ 17,572,946
4	<i>Royalties and Patents</i>	Rp 13.335.000.000	\$ 889,000
	<b><i>Variable Cost (Va)</i></b>	<b>Rp 1.007.885.982.911</b>	<b>\$ 67,192,399</b>

5. *Regulated Cost*Tabel 29. *Regulated Cost*

No	<i>Type of Expense</i>	<b>Harga (Rp)</b>	<b>Harga (\$)</b>
1	<i>Plant overhead</i>	Rp 9.271.800.000	\$ 618,120
2	<i>Payroll overhead</i>	Rp 2.781.540.000	\$ 185,436
3	<i>Supervision</i>	Rp 1.854.360.000	\$ 123,624
4	<i>Laboratory</i>	Rp 1.854.360.000	\$ 123,624
5	<i>General expense</i>	Rp 155.062.212.636	\$ 10.337,481
6	<i>Gaji Karyawan</i>	Rp 18.543.600.000	\$ 1,236,240
7	<i>Maintenance</i>	Rp 4.823.732.955	\$ 321,582
8	<i>Plant supplies</i>	Rp 723.559.943	\$ 48,237
	<b><i>Regulated Cost (Ra)</i></b>	<b>Rp 194.915.165.534</b>	<b>\$ 12,994,344</b>

6. *Break event point*

$$\text{BEP} = \frac{Fa + 0,3 Ra}{Sa - Va - 0,7 Ra} \times 100 \%$$

$$= 43,66 \%$$

7. *Shut Down Point*

$$\text{SDP} = \frac{0,3 Ra}{Sa - Va - 0,7 Ra} \times 100 \%$$

$$= 30,91 \%$$

### 8. *Discounted Cash Flow Rate (DCFR)*

Analisis kelayakan ekonomi dengan menggunakan “*discounted cash flow*” merupakan perkiraan keuntungan yang diperoleh setiap tahun, didasarkan pada jumlah investasi yang tidak kembali pada setiap tahun selama umur ekonomi.

$$(FC + WC) (1+i)^n - (SV + WC) = C((1+i)^{n-1} + (1+i)^{n-2} + \dots + (1+i) + 1)$$

Dengan :

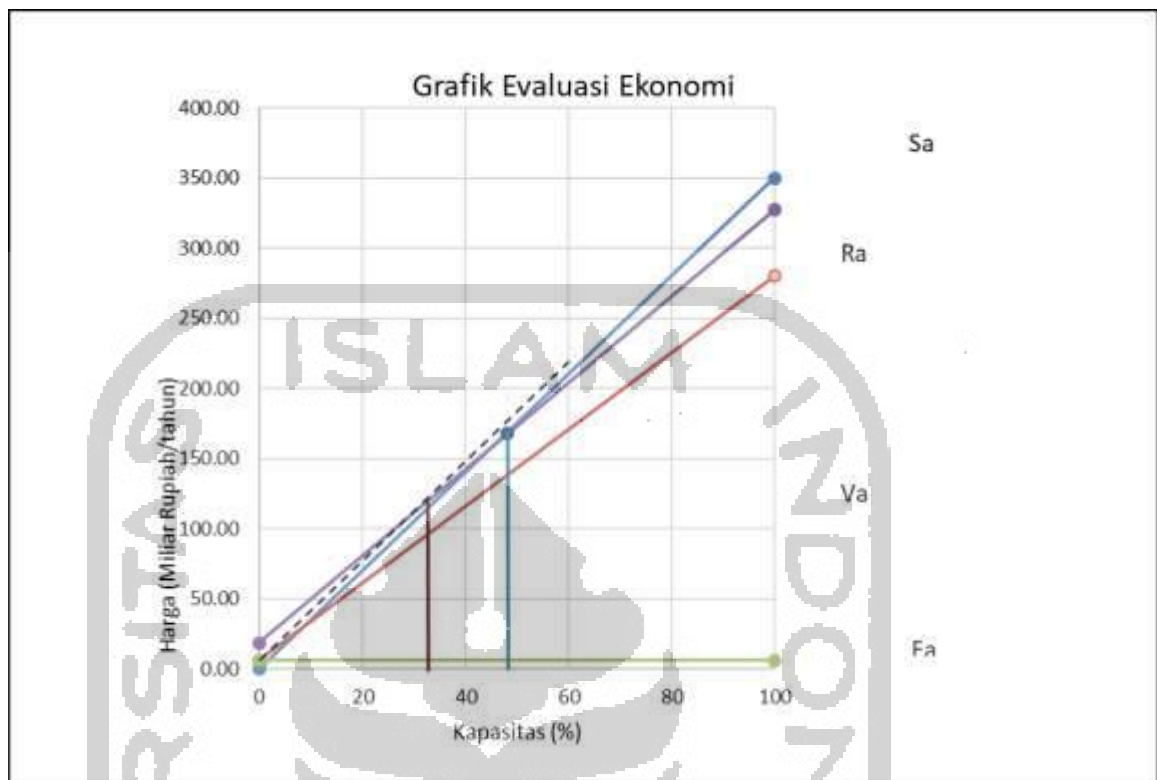
$$\begin{aligned} C &= \text{annual cost} \\ &= \text{profit after tax} + \text{depreciation} + \text{finance} \\ &= \text{Rp } 106.375.726.982 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} SV &= \text{salvage value} \\ &= \text{Rp } 19.294.931.818 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} WC &= \text{working capital} \\ &= \text{Rp } 1.080.778.380.600 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} FC &= \text{fixed capital} \\ &= \text{Rp } 241.186.647.726 \end{aligned}$$

DCFR dengan Trial dan Error I = 8,04 %



Gambar 7. Grafik Perhitungan Analisa Ekonomi

Tabel 30. Perbandingan Perhitungan dan Referensi (Aries&amp;Newton,1955)

<b>Keterangan</b>	<b>Perhitungan</b>	<b>Referensi</b>
1. ROI ( <i>Return On Investment</i> ) sesudah pajak	33,14%	<i>Low risk</i> : 11% <i>High risk</i> : 44%
2. POT ( <i>Pay Out Time</i> ) Sesudah Pajak	2,4 Tahun	<i>Low risk</i> : 2 tahun <i>High risk</i> : 5 tahun
3. BEP ( <i>Break Even Point</i> )	43,66%	40% - 60%
4. SDP ( <i>Shut Down Point</i> )	30,91%	-
5. DCFR( <i>Discounted Dash Flow Rate</i> )	8,04%	DCFR minimal : 8 % Suku bunga bang : 12%

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa, baik analisa ekonomi maupun teknik maka dapat diambil kesimpulan :

1. Pabrik *dibutyl phthalate* dari *phthalic anhydride* dan n-butanol dengan proses esterifikasi katalis asam sulfat kapasitas 15.000 ton/tahun digolongkan pabrik beresiko rendah, karena suplai bahan baku dekat (non-impor) dan kondisi operasi pada kondidi atmosferis (tekanan 1atm dan suhu 140°C).

2. Pabrik akan didirikan dengan kapasitas 15.000 ton per tahun di kawasan indutri Gersik, Jawa Timur.

3. Dari perhitungan analisa ekonomi diperoleh hasil sebagai berikut :

Keuntungan sebelum pajak sebesar Rp 106.580.186.782

keuntungan sesudah pajak sebesar Rp 79.935.140.087

Percent return on investment (ROI) sebelum pajak sebesar 44,19 % dan sesudah pajak sebesar 33,14 %

*Pay out time* (POT) sebelum pajak sebesar 1,9 tahun dan setelah pajak 2,4 tahun.

*Break event point* (BEP) sebesar 43,66%

*Shut down point* (SDP) sebesar 30,91%

*Discounted cash flow* (DCFR) sebesar 8,4 %

Berdasarkan pertimbangan bahwa ROI, BEP, dan DCFR untuk pabrik beresiko rendah perhitungannya memenuhi standar, sehingga pabrik *dibutyl phthalate* ini layak untuk didirikan.



## DAFTAR PUSTAKA

- Aries, R.S and Newton, R.D, 1954, “ *Chemical Engineering Cost Estimation* “, Mc GrawHill Book Co. Inc, New York
- Biro Pusat Statistik, “ *Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia* “, Indonesia foreign, Trade Statistic Import, Yogyakarta, 2002-2006.
- Brown, G.G, 1963, “ *Unit Operation* “, 14<sup>th</sup> ed, Modern Asia Edition, John Wiley and Sons. Inc, New York
- Brownell, L.E and Young, E.H, 1979, “ *Process Equipment Design* “, John Wiley and Sons. Inc, New York
- Coulson, J.J and Richardson, J.F, 2005, “ *Chemical Equipment Design* “, vol 6, Pergamon Press, Inc.,New York
- Hill, C.G, 1996, “ *An Introduction to Chemical Engineering Kinetics and Reactor Design* “, John Wiley and Sons. Inc, New York
- Kern, D.Q, 1983, “ *Process Heat Transfer* “, Mc GrawHill Book Co.Inc., New York
- Ludwig, E.E, 1984, “ *Aplied Process Design for Chemical and Petrochemical Plants* “, 2<sup>nd</sup> ed, vol 1, 2, 3., Gulf Publishing Company
- Perry, R.H and Grens, D.W.,1984, “ *Chemical engineering’s Hand Book* “, 6<sup>th</sup> ed, Mc GrawHill Book Kogakusha, Tokyo
- Peters, M.S and Timmerhouse, K.D, 1980, “ *Plant Design Economic’s for Chemical engineering’s* “, 4<sup>th</sup> ed, Mc GrawHill Book Co. Ltd., New York



Powell, R.E., 1954, "*Water Conditioning for Industry*", McGraw-Hill Book Company, New York.

Rase, H.F and Barrow, M.H, 1957, "*Chemical Reactor Design for Process Plant*", John Wiley and Sons. Inc, New York.

Sediawan, W.B. dan Prasetya, A., 1997, "*Pemodelan Matematis dan Penyelesaian Numeris dalam Teknik Kimia*", Penerbit Andi, Yogyakarta.

Smith, J.M, 1973, "*Chemical Engineering Kinetic's*", 3<sup>rd</sup> ed, Mc GrawHill Book Kogakusha, Tokyo

Smith, J.M and Van Ness, H.C, "*Introduction to Chemical Engineering Thermodynamic's*", 2<sup>nd</sup> ed, Mc GrawHill Book Co. Ltd., New York

Treyball, R.E, 1979, "*Mass Transfer Operation's*", 3<sup>rd</sup> ed, Mc GrawHill Book Kogakusha, Tokyo

Ulrich, G.D, 1984, "*A Guide to Chemical engineering Process Design and Economic's*", John Wiley and Sons. Inc, New York

Wallas, Stenley, M., 1991, "*Chemical Process Equipment Selection and Design*", Mc GrawHill Book Co., Tokyo.

Yaws, Carl L.,1999," *Chemical Properties Handbook*", McGraw-Hill Book Company, Tokyo.

<https://id.wikipedia.org>

[http://en.wikipedia.org/wiki/Phthalic\\_anhydride](http://en.wikipedia.org/wiki/Phthalic_anhydride)

<http://en.wikipedia.org/wiki/Butanol>

[www.matche.com](http://www.matche.com)

## LAMPIRAN A

### 1. Reaktor

#### 1.1. Perancangan Dimensi Reaktor

Jenis : CSTR (*Continuous – Stirred Tank Reactor*)

Fungsi : Sebagai tempat terjadinya reaksi dan pembentukan Dibutyl

Phthalate

Fase : Cair – cair

Bentuk : Tangki silinder

Jumlah : 1

Kondisi operasi reaktor :

Suhu : 140°C

Tekanan : 1 atm

Waktu tinggal : 1 jam

Reaksi :



Komponen aliran masuk reaktor :

Tabel 1.1 komponen masuk reaktor

Komponen	Kode	Arus masuk (Kg/jam)	
		3	4
H <sub>2</sub> O	A	3,2616	1,0195
C <sub>8</sub> H <sub>4</sub> O <sub>3</sub>	PA	1018,4690	
C <sub>16</sub> H <sub>22</sub> O <sub>4</sub>	DP		
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O	B		1018,4690
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	H	6,7439	
<b>Sub Total</b>		<b>1028,4151</b>	<b>1019,4885</b>
<b>Total</b>		<b>2047,9036</b>	

#### A. Penentuan Volume Reaktor

Massa baham (m) = 2047,9036 kg/jam

Komponen	Arus masuk	Xi	P	Xi * p
	kg/jam		(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>3</sup> )
H <sub>2</sub> O	4,284	0,005	1828,085	9,298
C <sub>8</sub> H <sub>4</sub> O <sub>3</sub>	1018,469	0,458	1201,179	490,336
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O	1018,469	0,458	698,634	447,802
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	9,800	0,002	1687,696	4,193
<b>Total</b>	<b>2047,9036</b>	<b>1</b>		<b>951,766</b>

$$\rho \text{ campuran} = 951,766 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Volume bahan dalam tangki (V}_L) = Q \times \tau = (m / \rho) \times \tau$$

$$V_L = \frac{2047,9036 \frac{kg}{jam}}{951,766} \times 1 \text{ jam} = 2,1516 \text{ m}^3$$

Faktor keamanan 20% maka : Volume reaktor ( $V_T$ ) = 1,2  $V_L$  (Peter, tabel 6, hal. 37)

Untuk faktor keamanan, volume reaktor ditambah 20% sehingga didapat volume reaktor ( $V_T$ ) = 1,2 x (2,1516)  $\text{m}^3$  = **2,5819  $\text{m}^3$**

## B. Penentuan Ukuran Diameter Tangki

Bentuk : Silinder

Bahan : *carbon steel* SA 167 grade 3 Type 304

Alasan : - Umum digunakan

- Tahan panas dan korosi (> 900 °F) (Brownell, hal.256)

### B.1. Penentuan diameter dalam (ID) dan tinggi reaktor (H)

➤ Diameter reaktor (ID)

Karena cairan solid *suspension*, maka  $H = D$  (Brownell, hal.39)

$$\text{Volume reaktor} = \pi/4 \times D^3$$

$$= 4 \times 4,617 \times 1^3 = 1,805 \text{ m}^3$$

$$\text{ID} = 71,066 \text{ in}$$

➤ Tinggi reaktor (H)

$$H = D = 71,066 \text{ in}$$

## B.2. Penentuan tebal reaktor ( $t_s$ )

- Tekanan desain

Tekanan operasi = 1 atm

Faktor keamanan 20% maka : Tekanan operasi =  $1,2 \times 1 = 1,2$  atm

$P_{\text{desain}} = 1,2 \text{ atm} = 17,6351 \text{ psia}$

$$\text{Tebal tangki } (t_s) = \frac{P \cdot ID}{2 \cdot (f \cdot E - 0,6P)} + C$$

(Brownell, pers : 14.34)

Dimana :  $P = \text{tekanan desain} = 1,2 \text{ atm} = 17,6351 \text{ psia}$

$ID = 71,066 \text{ in}$

$F = \text{allowable stress}$  dari bahan yang digunakan = 18.750psia

(Brownell, appendix D, untuk *carbon steel* SA 167 grade 3 Type 304)

$E = \text{joint efficiency}$  (effisiensi sambungan) = 0,8

(Brownell, tabel 13-2, hal. 254, untuk *double welded butt joint*)

$C = \text{faktpr korosi} = 0,125 \text{ in} / 10 \text{ tahun}$  (Peter, tabel 6, hal.524)

$$\text{Maka : } t_s = \frac{17,6351 \times 71,066}{2 \times ((18750 \times 0,8) - (0,6 \times 17,6351))} + 0,125 = 0,1485 \text{ in}$$

Dipilih tebal standar ( $t_s$ ) = **0,188 in** atau **1/5 in**

## B.3. Penentuan diameter tangki sesuai standart

- Diameter luar tangki (OD)

$$OD = ID + (2 \times t_s)$$

$$= 71,066 \text{ in} + (2 \times 0,188 \text{ in}) = 71,441 \text{ in} = 1,815 \text{ m}$$

Dipilih OD standar ( $OD_{std}$ ) = **96 in** (Brownell, tabel 5.7, hal. 90)

### C. Penentuan Ukuran *Head* Tangki

Bentuk : *Thorispherical dished head*

Alasan : Bisa digunakan untuk tangki vertikan pada tekana tinggi

(Bhattacharrya, hal. 41)

Bahan : *Stainless steel SA 167 grade 3 Type 304*

#### C.1. Tebal *head* reaktor ( $t_h$ )

Untuk OD = 96 in dan  $t_s = 0,188 \text{ in}$ ,

Sehingga didapat  **$r = 40 \text{ in}$  ;  $icr = 2 \frac{1}{2} \text{ in}$**  (Brownell, tabel 5.7, hal. 90)

Syarat penggunaan thorispherical :  $icr/r > 6\%$  (Brownell, hal 88)

$icr/r = 0,625$  (memenuhi syarat untuk digunakan)

$$W = \frac{1}{4} \left[ 3 + \left( \frac{r_c}{r_1} \right)^{0,5} \right] \quad (\text{Brownell, eq.7.77, hal. 138})$$

Dimana :  $w$  = faktor *stress* intensifikasi untuk *torispherical bottom*

$r_c = \text{radius of dish} = r = 40 \text{ in}$

$r_1 = \text{inside corner radius} = icr = 2 \frac{1}{2} \text{ in}$

$$w = \frac{\left[ 3 + \left( \frac{40}{2,5} \right)^{0,5} \right]}{4} = 1,761 \text{ in}$$

$$t_h = \frac{P \times r_c \times w}{(2 \times f \times E) - 0,2P} + C \quad (\text{Brownell, eq.7.77, hal. 138})$$

Dimana : P = tekanan desain = 1,2 atm = 17,6351 psia

F = allowable stress dari bahan yang digunakan = 18.750 psi

(Brownell, appendix D, untuk *carbon steel* SA 167 grade 3 Type

304)

E = *joint efficiency* (effisiensi sambungan) = 0,8

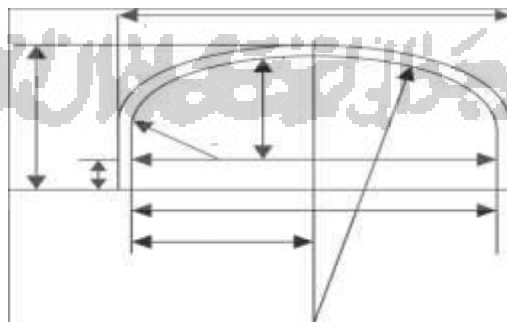
(Brownell, tabel 13-2, hal. 254, untuk *double welded butt joint*)

C = faktor korosi = 0,125 in / 10 tahun (Peter, tabel 6, hal. 524)

$$t_h = \frac{17,6351 \times 40 \times 1,7500}{((2 \times 18.750 \times 0,8) - (0,2 \times 17,6351))} + 0,125 = 0,323 \text{ in}$$

Dipilih tebal *head* standart ( $t_h$ ) = **0,750in = (3/4) in**

### C.2. Tinggi *head* reaktor (OA)



Gambar 1.1 dimensi pada tutup reaktor, *Brownell*, hal, 87

Untuk  $t_h = 3/4$  in diperoleh *sf* (*staighh flange*) standar = 1 1/2 s/d 3 1/2

Maka,  $sf$  yang dipilih = 3,500 in

(Brownell, tabel 5.8,

hal 93)

ID = 95,625 in ;  $icr = 2,5$  in ;  $r = 40$  in

Maka :

$$a = ID/2 = 47,813 \text{ in}$$

$$AB = a - icr = 41,938 \text{ in}$$

$$BC = r - icr = 90,125 \text{ in}$$

$$AC = \sqrt{(BC)^2 - (AB)^2} = 79,773 \text{ in}$$

$$b = r - AC = 40 \text{ in} - 33,1953 \text{ in} = 16,277 \text{ in}$$

tinggi *head* penutup reaktor,  $OA = t_h + b + sf$

$$OA = 20,477 \text{ in} = 0,520 \text{ m}$$

### C.3. Penentuan volume *head* ( $V_h$ )

Bentuk *head* yang dipilih *Flange and Dish Head (torispherical)*

➤ Bagian lengkung *torispherical head* ( $V_{h'}$ )

Dianggap  $icr/r = 6\%$  (tanpa bagian *straight flange*)

$$V_{h'} = 0,000049 \times ID^3 \quad (\text{Brownell, pers, 5.11, hal. 81})$$

$$= 0,000049 \times (95,625)^3 = 42,8460 \text{ in}^3$$

➤ Bagian *straight flange* ( $V_{sf}$ )

Volume torispherical head bagian *straight flange* ( $V_{sf}$ ) dihitung sebagai

bentuk suatu silinder dengan ketinggian ( $H$ ) =  $sf$



$$V_{sf} = \pi/4 \times ID^2 \times sf = (3,14/4) \times (95,625)^2 \times 2$$

$$= 14.356,08 \text{ in}^3$$

➤ Total volume *head* ( $V_h$ ) =  $V_{h'} + V_{sf} = 42,8460 + 14.356,08$

$$= 14.398,926 \text{ in}^3$$

$$= 0,2359 \text{ m}^3$$

## D. Penentuan Ukuran Tinggi Reaktor

### D.1. Penentuan Tinggi *shell* ( $H_{shell}$ )

$$V_T = V_{shell} + V_h$$

Dimana :  $V_T = \text{Volume reaktor} = 7,9617 \text{ m}^3$

$$V_{shell} = 4,6169 \text{ m}^3$$

$$V_{shell} = \pi/4 \times ID^2 \times H_{shell}$$

$$H_{shell} = 1,8051 \text{ m}$$

### D.2. Penentuan tinggi reaktor ( $H_t$ )

$$H_{total} = 2 \times (H_{shell} + OA) = 2 \times (1,8051 + 1,8051 \text{ m})$$

$$= 4,6504 \text{ m}$$

## 1.2 Perancangan Pengaduk

Digunakan pengaduk jenis turbine dengan 6 flat blades.

### A. Data pengaduk

$$D_i/D_t = 1/3 \quad L/D_i = 1/4 \quad E/D_i = 1$$

$$W/D_i = 1/5 \quad J/D_t = 1/12$$

#### Keterangan :

$D_t$  = Diameter Tangki       $L$  = Panjang Pengaduk

$D_i$  = Diameter Pengaduk       $W$  = Lebar Pengaduk

$J$  = Lebar Baffle Tangki       $E$  = Jarak Pengaduk Dari Dasar

#### Maka :

$$D_t = ID = 1,805 \text{ m}$$

$$D_i = D_t/3 = 0,602 \text{ m}$$

$$W = 0,2 \times D_i = 0,150 \text{ m}$$

$$L = 0,25 \times D_i = 0,120 \text{ m}$$

$$J = D_t/12 = 0,150 \text{ m}$$

$$E = D_i = 0,602 \text{ m}$$

## B. Menghitung Kecepatan Pengaduk

$$\frac{WELH}{2 Di} = \left( \frac{3,14 x Di x N}{600} \right)^2$$

Dengan : WELH = Water Equivalent Liquid Height

= Tinggi larutan dalam tangki x spesifik gravity larutan

N = Kecepatan putar pengaduk (rpm)

Diketahui :

$$H_{\text{larutan}} = 2,001 \text{ m}$$

$$\text{Specific Gravity} = 0,8147$$

$$WELH = H_{\text{larutan}} \times \text{specific gravity}$$

$$= 10,219 \text{ m}$$

$$N = \frac{600 \times (WELH/2xDi)^{0,5}}{\pi \times Di} = 282,0807 \text{ (rpm)} = 4,7013 \text{ (rps)}$$

## C. Menghitung Daya Motor Pengaduk

Mencari nilai  $N_{Re}$  larutan

$$N_{Re} \text{ larutan} = \frac{\rho \times N \times Di^2}{\mu} \quad (\text{Mc.Cabe, eq.9-17,}$$

hal. 241)

$$\text{Dengan : } \rho = \text{Densitas larutan} = 1416,299 \text{ kg/m}^3$$

$$N = \text{kecepatan pengaduk} = 4,7013 \text{ (rps)}$$

$$D_i = \text{diameter pengaduk} = 0,602 \text{ m}$$

$$\mu = \text{viskositas larutan} = 2,8959 \text{ Cp} = 0,0029 \text{ kg/m.s}$$

$$N_{Re} \text{ larutan} = 104.557,6946$$

- Karena nilai  $N_{Re}$  lebih dari 10.000, angka daya tergantung pada angka reynolds dan viskositas tidak merupakan faktor. Dalam daerah ini aliran sudah turbulen penuh dan persamaan untuk mencari daya pengaduk menjadi :

$$P = \frac{K_T \times n^3 \times D_i^5 \rho}{g_c}$$

Dimana :  $K_T = 6,3$  (untuk six flat blades turbin) (Mc.Cabe, eq.9-17, hal. 241)

$$P = \frac{6,3 \times (4,7013 \text{ rps})^3 \times (0,602 \text{ m})^5 \times 951,766 \text{ kg/m}^3}{9,8 \text{ m/s}^2}$$

$$= 0,152 \text{ Hp}$$

$$\text{efisiensi } 0,82 \quad P = 0,167 \text{ hp}$$

### 1.3. Perancangan Jaket Pendingin

Digunakan pendingin berupa air.

Jumlah panas yang diserap berdasarkan perhitungan neraca massa :

$$Q = 23820 \text{ kJ/jam}$$

$$T \text{ operasi} = 140 \text{ } ^\circ\text{C} = 284 \text{ } ^\circ\text{F}$$

Pendingin : Air

$$\text{Suhu masuk } (t_1) = 30 \text{ } ^\circ\text{C} = 86 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$\text{Suhu keluar } (t_2) = 40 \text{ } ^\circ\text{C} = 104 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$\Delta t \text{ LMTD} = \frac{(T-t_2)-(T-t_1)}{\ln(T-t_2)-(T-t_1)} \quad (\text{Kern, pers. 5.14, hal. 89})$$

$$= 188,8571 \text{ } ^\circ\text{F}$$

#### A. Menghitung Luas Tranfer Panas

Untuk fluida panas light organic dan fluida dingin air :

$$U_d = 75-150 \text{ btu/ft}^2 \cdot ^\circ\text{F} \cdot \text{Jam}$$

Diambil harga  $U_d = 75 \text{ btu/ft}^2 \cdot ^\circ\text{F} \cdot \text{Jam}$

$$Q = 23820,6721 \text{ kj/jam}$$

$$= 22581,9972 \text{ btu/jam}$$

Maka :

$$A = Q / (U_d \times \Delta t \text{ LMTD})$$

$$= 22581,9972 / (75 \times 188,8571)$$

$$= 1,5943 \text{ ft}^2$$

#### B. Menghitung Diameter Jacket

$$ID \text{ Jacket} = OD \text{ Shell} + 2 \cdot T_j$$

$$T_j = 2$$

$$OD \text{ Shell} = 96 \text{ in}$$

$$ID \text{ jacket} = 100 \text{ in}$$

Tebal jacket :

$$P \text{ design} = 176,4 \text{ psi}$$

$$R_i = 50 \text{ in}$$

Efisiensi pengelasan = 0,85

Tekanan maksimum yang diizinkan = 12650 psi

C factor korosi 0,25 in

$$t_s = \frac{p \cdot r_i}{f \cdot E - 0,60P} + C$$

maka  $t_s = 0,9534$

Tebal standart 1 in.



## LAMPIRAN B

### FORM KONSULTASI BIMBINGAN TA

**KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN**

Nama Mahasiswa : 14521058  
 No. MHS : M.Ananta swantika  
 Nama Mahasiswa : 14521270  
 No. MHS : M.Ahda saputra  
 Judul Prarancangan)\* : PRA RANGKANGAN PABRIK DIBUTYL PHTHALATE DARI PHTHALIC ANHYDRIDE DAN N-BUTANOL DENGAN KATALIS ASAM SULFAT KAPASITAS 15.000 TON/TAHUN  
 Mulai Masa Bimbingan : 04 Januari 2019  
 Batas Akhir Bimbingan : 03 Juli 2019

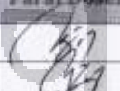


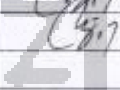
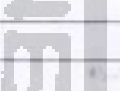
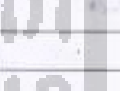
No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1	13 Feb 2019	Konsultasi Judul Prarancangan	[Signature]
2	30 Feb 2019	Konsultasi Bahan dan Produk	[Signature]
3	12 Mar 2019	Konsultasi Bab II	[Signature]
4	21 Mar 2019	Revisi Bab II	[Signature]
5	29 Mar 2019	Konsultasi Proses	[Signature]
6	4 April 2019	Revisi proses	[Signature]

**Disetujui Draft Penulisan:**  
 Yogyakarta, 11 Noverber 2019.  
 Pembimbing,  
 [Signature]  
 Tuasikal Muhammad Amin, Ir., M.Sn.

)\* Judul PraRancangan Ditulis dengan Huruf Balok  
 - Kartu Konsultasi Bimbingan dilampirkan pada Laporan PraRancangan  
 - Kartu Konsultasi Bimbingan dapat difotocopy

## KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN

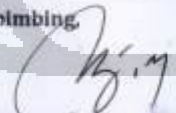
1. Nama Mahasiswa : M. Ananta Swantika  
No. MHS : 14521058
2. Nama Mahasiswa : M. Ahda Saputra  
No. MHS : 14521270
- Judul Prarancangan)\* : **PRA RANCANGAN PABRIK DIBUTYL PHTHALATE DARI PHTHALIC ANHYDRIDE DAN XI-BUTANOL DENGAN KATALIS ASAM SULFAT KAPASITAS 15.000 TON/TAHUN**
- Mulai Masa Bimbingan : 05 Oktober 2019  
Batas Akhir Bimbingan : 02 April 2020

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1	2 Oct 2019	Konsultasi Lokasi Pemilihan	
2	3 Oct 2019	Konsultasi Perancangan Utilitas	
3	9 Oct 2019	Konsultasi Revisi Utilitas	
4	18 Oct 2019	Konsultasi Evaluasi Ekonomi	
5	29 Oct 2019	Konsultasi Mengetahui bab 9.10	
6	8 NOV 2019	Konsultasi Revisi per bab	

Disetujui Draft Penulisan:

Yogyakarta, 11 November 2019.

Pembimbing

  
 Tuasikal Muhammad Amin, Ir., M.Sn.

)\* Judul PraRancangan Ditulis dengan Huruf Balok

- Kartu Konsultasi Bimbingan dilampirkan pada Laporan PraRancangan
- Kartu Konsultasi Bimbingan dapat difotocopy



## KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN

Nama Mahasiswa : 14521058  
 No. MHS : M.Ananta swantika  
 Nama Mahasiswa : 14521270  
 No. MHS : M.Ahda saputra  
 Judul Prarancangan )\* : PRA RANCANGAN PABRIK DIBUTYL PHTHALATE DARI PHTHALIC ANHYDRIDE DAN N-BUTANOL DENGAN KATALIS ASAM SULFAT KAPASITAS 15.000 TON/TAHUN  
 Mulai Masa Bimbingan : 04 Januari 2019  
 Batas Akhir Bimbingan : 03 Juli 2019

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1	15 Feb 2019	Konsultasi Kapasitas	<i>Ajeng</i>
2	22 Feb 2019	Penentuan Diagram Kuantitatif	<i>Ajeng</i>
3	15 Mar 2019	Konsultasi Neraca Massa	<i>Ajeng</i>
4	22 Mar 2019	Revisi Neraca Massa	<i>Ajeng</i>
5	5 April 2019	Penentuan Aiat	<i>Ajeng</i>
6	19 April 2019	Konsultasi Perancangan Reaktor	<i>Ajeng</i>
7	10 Mei 2019	Revisi Reaktor	<i>Ajeng</i>
8	24 Mei 2019	Konsultasi Reaktor dan Evaporator	<i>Ajeng</i>
9	9 Agustus 2019	Penentuan Aiat Kecil	<i>Ajeng</i>
10	23 Agustus 2019	Revisi Evaporator	<i>Ajeng</i>
11	30 Sep 2019	Revisi HE dan Cooler	<i>Ajeng</i>
12	19 Oct 2019	Penentuan Tangki dan Pompa	<i>Ajeng</i>

Disetujui Draft Penulisan:

Yogyakarta, \_\_\_\_\_

Pembimbing,

Ajeng Yulianti Dwi Lestari, S.T., M.T.

\* Judul PraRancangan Ditulis dengan Huruf Balok

\* Kartu Konsultasi Bimbingan dilampirkan pada Laporan PraRancangan  
 Kartu Konsultasi Bimbingan dapat difotocopy

## KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN

1. Nama Mahasiswa : M. Ananta Swantika  
No. MHS : 14521058

2. Nama Mahasiswa : M. Ahda Saputra  
No. MHS : 14521270

Judul Prarancangan)\* : PRA RANCANGAN PABRIK DIBUTYL PHTHALATE DARI  
PHTHALIC ANHYDRIDE DAN N-BUTANOL DENGAN KATALIS  
ASAM SULFAT KAPASITAS 10.000 TON / TAHUN.

Mulai Masa Bimbingan : 05 Oktober 2019

Batas Akhir Bimbingan : 02 April 2020

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1.	17 Okt 2019	Konsultasi Unitas	<i>dyang</i>
2.	24 Okt 2019	Revisi Unitas	<i>dyang</i>
3.	31 Okt 2019	Konsultasi Ekonomi	<i>dyang</i>
4.	1 Nov 2019	Evaluasi dan Revisi Ekonomi	<i>dyang</i>
5.	4 Nov 2019	Konsultasi PFD	<i>dyang</i>
6.	7 Nov 2019	Revisi PFD	<i>dyang</i>

Disetujui Draft Penulisan:

Yogyakarta, 9 November 2019

Pembimbing,

*dyang*  
Ajeng Yulianti D., I., S.T., M.T.

\* Judul PraRancangan Ditulis dengan Huruf Balok

- Kartu Konsultasi Bimbingan dilampirkan pada Laporan PraRancangan
- Kartu Konsultasi Bimbingan dapat difotocopy