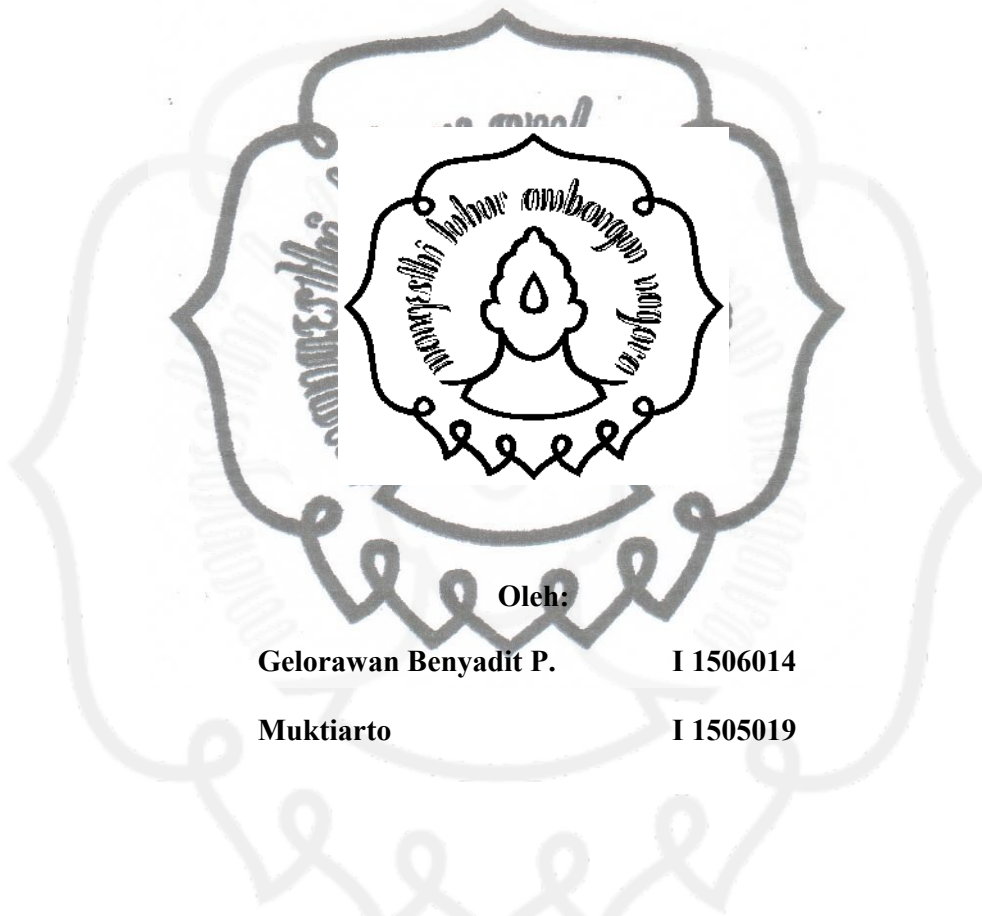


TUGAS AKHIR
PRARANCANGAN PABRIK N-BUTANOL
DENGAN PROSES HIDROGENASI N-BUTIL BUTIRAT
KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN



Oleh:

Gelorawan Benyadit P.

I 1506014

Muktiarto

I 1505019

PROGRAM STUDI S-1 NON REGULER TEKNIK KIMIA

JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SEBELAS MARET

SURAKARTA

2012

commit to user



DAFTAR ISI

| | |
|---|------|
| Halaman Judul..... | i |
| Lembar Pengesahan..... | ii |
| Kata Pengantar..... | iii |
| Daftar Isi..... | iv |
| Daftar Tabel..... | x |
| Daftar Gambar..... | xii |
| Intisari..... | xiii |
| BAB I PENDAHULUAN | |
| I.1. Latar Belakang..... | 1 |
| I.2. Kapasitas Perancangan..... | 2 |
| I.3. Pemilihan Lokasi Pabrik..... | 7 |
| I.4. Tinjauan Pustaka..... | 9 |
| I.4.1. Macam – macam Proses..... | 9 |
| I.4.2. Alasan Pemilihan Proses..... | 12 |
| I.4.3. Kegunaan Produk..... | 13 |
| I.4.4. Tinjauan Proses secara Umum..... | 14 |
| I.4.5. Sifat Fisis dan Kimia Bahan Baku dan Produk..... | 15 |
| BAB II DISKRIPSI PROSES | |
| II.1. Spesifikasi Bahan Baku dan Produk..... | 18 |
| II.1.1. Spesifikasi Bahan Baku..... | 18 |
| II.1.2. Spesifikasi Produk..... | 19 |

commit to user





| | | |
|-----------|---|----|
| II.1.3. | Spesifikasi Bahan Pembantu | 20 |
| II.2. | Konsep Proses..... | 20 |
| II.2.1. | Dasar Proses..... | 20 |
| II.2.2. | Tinjauan Termodinamika | 20 |
| II.3. | Tinjauan Kinetika | 23 |
| II.4. | Kondisi Operasi | 24 |
| II.5. | Diagram Alir Proses dan Tahapan Proses..... | 24 |
| II.5.1. | Diagram Alir Proses..... | 25 |
| II.5.2. | Tahapan Proses..... | 28 |
| II.5.2.1. | Tahap Penyimpanan Bahan Baku..... | 28 |
| II.5.2.2. | Tahap Penyiapan Bahan Baku..... | 28 |
| II.5.2.3. | Tahap Pembentukan Produk..... | 29 |
| II.5.2.4. | Tahap Pemurnian Produk..... | 29 |
| II.5.3. | Neraca Massa dan Neraca Panas..... | 30 |
| II.6. | Tata Letak Pabrik dan Peralatan..... | 37 |
| II.6.1. | Tata Letak Pabrik..... | 37 |
| II.6.2. | Tata Letak Peralatan..... | 41 |
| BAB III | SPESIFIKASI PERALATAN PROSES..... | 44 |
| III.1. | Reaktor..... | 44 |
| III.2. | Menara Distilasi 01..... | 45 |
| III.3. | Tangki..... | 46 |
| III.3.1. | Tangki Penyimpan Butil Butirat..... | 46 |
| III.3.2. | Tangki Penyimpan Produk Butanol..... | 47 |





| | |
|---------------------------------|----|
| III.4. Heat Exchanger..... | 48 |
| III.4.1. Heat Exchanger-01..... | 49 |
| III.4.2. Heat Exchanger-02..... | 49 |
| III.4.3. Heat Exchanger-06..... | 50 |
| III.5. Condensor..... | 51 |
| III.5.1. Condenser-03..... | 51 |
| III.5.2. Condensor-04..... | 52 |
| III.6. Reboiler-05..... | 53 |
| III.7. Accumulator..... | 54 |
| III.8. Pompa..... | 55 |
| III.8.1. Pompa-01..... | 55 |
| III.8.2. Pompa-02..... | 56 |
| III.8.3. Pompa-03..... | 57 |
| III.8.4. Pompa-04..... | 57 |
| III.8.5. Pompa-05..... | 58 |
| III.9. Compressor-01..... | 59 |
| III.10. Expansion Valve-01..... | 60 |

BAB IV UNIT PENDUKUNG PROSES DAN LABORATORIUM

| | |
|---|----|
| IV.1. Unit Pendukung Proses..... | 61 |
| IV.1.1. Unit Pengadaan Air..... | 62 |
| IV.1.1.1. Air Pemadam Kebakaran..... | 62 |
| IV.1.1.2. Air Umpan Boiler..... | 63 |
| IV.1.1.3. Air Konsumsi Umum dan Sanitasi..... | 64 |

commit to user





| | |
|--|----|
| IV.1.1.4. Pengolahan Air..... | 65 |
| IV.1.1.5. Kebutuhan Air..... | 70 |
| IV.1.2. Unit Pengadaan Steam..... | 71 |
| IV.1.3. Unit Pengadaan Udara Tekan..... | 72 |
| IV.1.4. Unit Pengadaan Listrik..... | 73 |
| IV.1.4.1. Listrik Untuk Keperluan Proses Dan Utilitas..... | 74 |
| IV.1.4.2. Listrik Untuk Penerangan..... | 75 |
| IV.1.4.3. Listrik Untuk AC..... | 77 |
| IV.1.4.4. Listrik Untuk Laboratorium dan Instrumentasi..... | 77 |
| IV.1.5. Unit Pengadaan Bahan Bakar..... | 78 |
| IV.2. Laboratorium..... | 80 |
| IV.2.1. Laboratorium Fisik..... | 81 |
| IV.2.2. Laboratorium Analitik..... | 82 |
| IV.2.3. Laboratorium Penelitian dan Pengembangan..... | 82 |
| IV.3. Unit Pengolahan Limbah..... | 83 |
| IV.4. Keselamatan dan Kesehatan Kerja..... | 85 |
| BAB V MANAJEMEN PERUSAHAAN | |
| V.1. Bentuk Perusahaan..... | 86 |
| V.2. Struktur Organisasi..... | 87 |
| V.3. Tugas dan Wewenang..... | 90 |
| V.3.1. Pemegang Saham..... | 90 |
| V.3.2. Dewan Komisaris..... | 91 |





| | |
|---|-----|
| V.3.3. Dewan Direksi..... | 91 |
| V.3.4. Staf Ahli..... | 93 |
| V.3.5. Penelitian dan Pengembangan (Litbang)..... | 93 |
| V.3.6. Kepala Bagian..... | 94 |
| V.3.7. Kepala Seksi..... | 97 |
| V.4. Pembagian Jam Kerja Karyawan..... | 98 |
| V.4.1. Karyawan <i>non shift</i> / harian..... | 98 |
| V.4.2. Karyawan <i>Shift / Ploog</i> | 98 |
| V.5. Status Karyawan dan Sistem Upah..... | 100 |
| V.5.1. Karyawan Tetap..... | 100 |
| V.5.2. Karyawan Harian..... | 100 |
| V.5.3. Karyawan Borongan..... | 101 |
| V.6. Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan, dan Gaji..... | 101 |
| V.6.1. Penggolongan Jabatan..... | 101 |
| V.6.2. Jumlah Karyawan dan Gaji..... | 102 |
| V.7. Kesejahteraan Sosial Karyawan..... | 105 |
| V.8. Manajemen Perusahaan..... | 106 |
| V.8.1. Perencanaan Produksi..... | 107 |
| V.8.2. Pengendalian Produksi..... | 109 |

BAB VI ANALISA EKONOMI

| | |
|--|-----|
| VI.1. Dasar Perhitungan..... | 110 |
| VI.2. Penaksiran Harga Peralatan | 111 |
| VI.3. Penentuan <i>Total Capital Investment</i> (TCI)..... | 113 |

commit to user





| | |
|---|-----|
| VI.3.1. <i>Fixed Capital Investment</i> (FCI)..... | 114 |
| VI.3.2. <i>Working Capital Investment</i> (WCI)..... | 115 |
| VI.3.3. <i>Total Capital Investment</i> (TCI)..... | 115 |
| VI.4. Penentuan <i>Manufacturing Cost</i> (TMC)..... | 115 |
| VI.4.1. <i>Direct Manufacturing Cost</i> (DMC)..... | 115 |
| VI.4.2. <i>Indirect Manufacturing Cost</i> (IMC)..... | 116 |
| VI.4.3. <i>Fixed Manufacturing Cost</i> (FMC)..... | 117 |
| VI.4.4. <i>Total Manufacturing Cost</i> (TMC)..... | 117 |
| VI.5. Penentuan <i>Total Production Cost</i> (TPC)..... | 117 |
| VI.5.1. <i>General Expense</i> (GE)..... | 117 |
| VI.5.2. <i>Total Production Cost</i> (TPC)..... | 118 |
| VI.6. <i>Profitability</i> | 118 |
| VI.7. Analisa Kelayakan..... | 119 |

Daftar Pustaka

Lampiran





BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Perkembangan industri sebagai bagian dari usaha pembangunan ekonomi jangka panjang diarahkan untuk menciptakan struktur ekonomi yang lebih kokoh dan seimbang yaitu struktur ekonomi dengan titik berat industri maju yang didukung oleh sektor – sektor lain yang tangguh. Seiring dengan perkembangan industri tersebut, terjadi pula peningkatan pada kebutuhan bahan baku dan bahan pembantu.

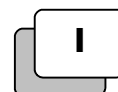
Dengan berkembangnya peradapan manusia, dunia industri dituntut untuk dapat lebih meningkatkan teknologi tersebut, baik dengan penemuan – penemuan baru maupun pengembangan teknologi sebelumnya.

Perkembangan industri di Indonesia, khususnya industri kimia terus meningkat baik industri yang menghasilkan bahan jadi maupun bahan baku untuk industri lain.

N-butanol merupakan bahan *intermediate* yang digunakan sebagai bahan baku industri hilir dalam industri tekstil, polimer, plastik, cat, *surface coating*, dan farmasi.

Kebutuhan *n*-butanol didalam negeri dan luar negeri terus meningkat setiap tahunnya, sedangkan penyediaan untuk kebutuhan dalam negeri masih dipenuhi dengan cara impor. Oleh karena itu pabrik *n*-butanol perlu didirikan di Indonesia untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri maupun untuk diekspor sehingga meningkatkan devisa negara, membuka lapangan kerja baru pada

commit to user





penduduk di sekitar wilayah industri yang akan didirikan, mendorong berdirinya pabrik – pabrik baru yang menggunakan bahan baku n-butanol.

I.2. Kapasitas Perancangan

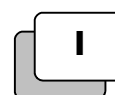
Ada beberapa pertimbangan dalam pemilihan kapasitas pabrik n-butanol. Penentuan kapasitas pabrik dengan pertimbangan – pertimbangan sebagai berikut:

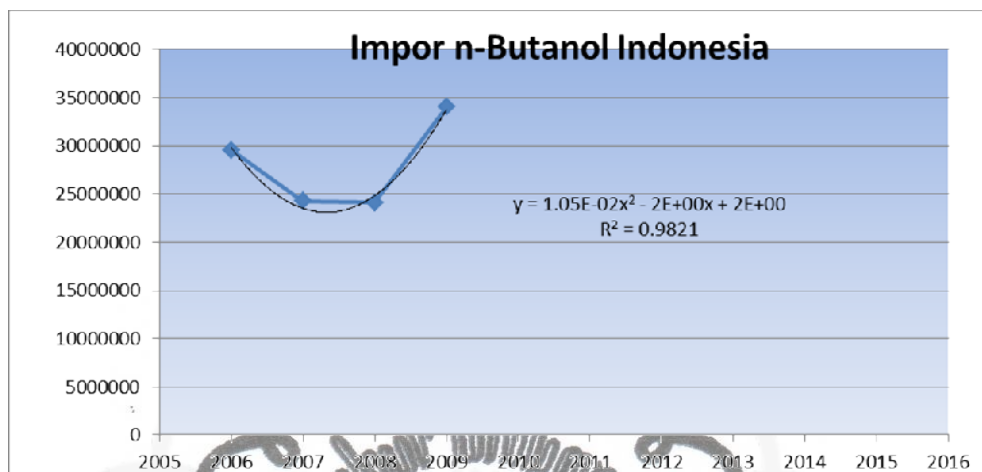
1. Kebutuhan dalam negeri

Meskipun n-butanol telah diproduksi di dalam negeri, namun hingga kini Indonesia masih mengimpor komoditi tersebut. Meski demikian, impor Indonesia akan komoditi tersebut cenderung meningkat. Data impor butanol di Indonesia sampai tahun 2009 dapat dilihat pada Tabel I.1

Tabel I.1. Kebutuhan Impor n - Butanol di Indonesia
(<http://data.un.org/komoditi/impor/butanol/indonesia.htm>)

| Tahun | Impor (kg) |
|-------|--------------|
| 2006 | 29.569.923 |
| 2007 | 24.265.608 |
| 2008 | 24.105.331 |
| 2009 | 34.014.528 |





Gambar I.1 Grafik impor n – butanol di Indonesia dari tahun 2006 – 2009

Dari Gambar I.1, bila dilakukan pendekatan regresi linier, akan diperoleh persamaan :

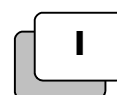
$$y = 0,0105x^2 - 2x + 2 \quad (I.1)$$

dengan : y = jumlah impor n – butanol

x = tahun ke –

Pada perancangan pabrik n-butanol yang direncanakan akan didirikan dan berproduksi di Indonesia pada tahun 2016, maka dari persamaan empiris hubungan antara kapasitas dan tahun adalah : 38.600 kg (\approx 38,6 ton). Sehingga kapasitas yang akan dirancang pada perancangan ini sebesar 50.000 ton/tahun. Kapasitas perancangan tersebut dapat mencukupi kebutuhan n-butanol dalam negeri dan sisanya akan diekspor ke negara – negara tetangga kawasan Asia Tenggara.

Data kebutuhan n-butanol dari negara – negara kawasan Asia Tenggara dapat dilihat pada Tabel I.2.





Tabel I.2. Data impor n – butanol di berbagai negara kawasan Asia Tenggara
(<http://data.un.org/komoditi/impor/butanol/asiatenggara.htm>)

| Negara | Tahun | Impor (kg) |
|-----------|-------|--------------|
| Philipina | 2007 | 615.660 |
| | 2008 | 762.539 |
| | 2009 | 747.109 |
| Thailand | 2007 | 8.395.104 |
| | 2008 | 7.617.327 |
| | 2009 | 9.112.467 |
| Singapura | 2007 | 6.501.504 |
| | 2008 | 10.081.481 |
| | 2009 | 11.635.341 |

2. Ketersediaan bahan baku

Bahan baku merupakan kelanjutan proses produksi sehingga harus terus ada agar proses produksi bisa berlanjut. Bahan baku n-butyl butirat untuk pabrik n-butanol diimpor dari Cina sedangkan hidrogen diperoleh dari P.T. Air Liquids Indonesia, Cilegon, dengan kapasitas produksi total hidrogen 1500 m³/jam.

Data pabrik yang memproduksi butyl butirat di negara Cina dan Amerika Serikat dapat dilihat pada Tabel I.3.

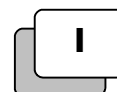




Table I.3. Pabrik produksi butil butirat di Cina dan Amerika Serikat
(<http://chemblink.com/prod/butylbutyrate-cina-usa.htm>)

| Produsen | Kapasitas | Lokasi |
|-----------------------------|-------------------|--------|
| Beijing Lys chemicals | 100.000 Ton/Tahun | Cina |
| Changzhou Sunsheng | 65.000 Ton/Tahun | Cina |
| Yixing Zhonggung Fine Chem. | 15.000 Ton/Tahun | Cina |
| Elan Chemical | 5.000 Ton/Tahun | USA |
| Santa Cruz Teknologi | 40.000 Ton/Tahun | USA |

3. Kapasitas pabrik yang sudah ada

Penentuan kapasitas minimal didasarkan pada kapasitas pabrik yang telah memproduksi dan layak untuk didirikan. Tabel I.4 menunjukkan kapasitas beberapa pabrik n-butanol di berbagai negara dan kapasitasnya.

Tabel I.4. Pabrik n-butanol yang telah beroperasi
(<http://icis.com/pricing/comodity/butanol.htm>)

| Produsen | Kapasitas | Lokasi |
|--------------|-------------------|------------------------|
| BASF | 240.000 Ton/Tahun | Texas, Amerika Serikat |
| | 450.000 Ton/Tahun | Ludwigshafen, Jerman |
| Dow Chemical | 270.000 Ton/Tahun | Taft, Amerika Serikat |
| | 255.000 Ton/Tahun | Texas, Amerika Serikat |
| Eastman | 130.000 Ton/Tahun | Texas, Amerika Serikat |
| Oxea | 230.000 Ton/Tahun | Bay City, AS |
| | 130.000 Ton/Tahun | Oberhausen, Jerman |





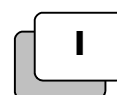
Tabel I.4. Pabrik n-butanol yang telah beroperasi (lanjutan)

(<http://icis.com/pricing/comodity/butanol.htm>)

| | | |
|-------------------|-------------------|--------------------------|
| Perstorp Oxo | 100.000 Ton/Tahun | Stenungsund, Swedia |
| Oxochimie | 150.000 Ton/Tahun | Lavera, Perancis |
| Sasol | 4.000 Ton/Tahun | Brunsbüttel, Jerman |
| | 10.000 Ton/Tahun | Lake Charles, Louisiana |
| Texmark Chemicals | 10.000 Ton/Tahun | Houston, Amerika Serikat |

Pabrik n-butanol yang sudah ada di Indonesia yaitu di P.T. Petro Oxo Nusantara, Gresik memproduksi sebesar 30.000 ton/tahun. Jika dilihat dari kebutuhan dalam negeri maka pada perancangan pabrik n-butanol ini direncanakan kapasitas 50.000 ton/tahun pada tahun 2016, dengan alasan :

1. Sasaran utama untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri sehingga ke tergantungan impor dapat dikurangi.
2. Sisa dari kebutuhan dalam negeri nantinya akan diekspor ke Thailand, Singapura, Philipina.
3. Dengan kapasitas produksi ini sudah memenuhi kapasitas yang sudah ada di dalam negeri sebesar 30.000 ton/tahun maupun kapasitas minimum dunia sebesar 4.000 ton/tahun.





I.3. Pemilihan Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik sangat penting dalam perancangan pabrik karena hal ini berhubungan langsung dengan nilai ekonomis dari pabrik yang akan dibangun. Pabrik n-butanol ini direncanakan akan dibangun di Cilegon, Banten. Ada beberapa faktor yang harus diperhatikan untuk menentukan lokasi pabrik yang akan dirancang agar secara teknis dan ekonomis menguntungkan. Adapun faktor – faktor yang harus diperhatikan yaitu :

1. Faktor Primer

a. Keberadaan bahan baku

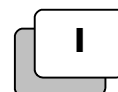
Kriteria penilaian dititik beratkan pada kemudahan memperoleh bahan baku. Bahan baku utama yaitu n-butil butirat diimpor dari Cina, sedangkan hidrogen diperoleh dari P.T. *Air Liquids* yang berlokasi di Cilegon, Banten.

b. Pemasaran produk dan sarana transportasi

Faktor yang perlu diperhatikan adalah letak wilayah pabrik yang membutuhkan n-butanol. Lokasi pabrik di daerah Cilegon, Banten sangat strategis dengan adanya pelabuhan laut serta jalan – jalan darat sehingga daerah pemasaran produksi dapat dijangkau.

c. Tenaga kerja

Tersedianya tenaga kerja yang terampil mutlak diperlukan untuk menjalankan mesin – mesin produksi. Banten, khususnya Cilegon merupakan kawasan industri yang sudah mapan. Untuk mendapatkan tenaga kerja yang ahli maupun tenaga kerja biasa dari daerah sekitar industri cukup mudah.





d. Penyediaan utilitas

Perlu diperhatikan sarana – sarana pendukung seperti tersedianya air, listrik, dan sarana lainnya, sehingga proses produksi dapat berjalan dengan baik. Selain itu, sebagai suatu kawasan industri yang telah di rencanakan dengan baik dan tempat industri berskala besar, Cilegon telah mempunyai sarana – sarana pendukung yang memadai.

2. Faktor sekunder

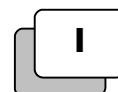
a. Karakteristik lokasi

Karakteristik lokasi ini menyangkut iklim didaerah tersebut, kemungkinan terjadinya banjir, serta kondisi sosial masyarakat. Dalam hal ini, Cilegon sebagai kawasan industri adalah daerah yang telah ditetapkan menjadi daerah industri sehingga pemerintah memberikan kelonggaran hukum untuk mendirikan suatu pabrik didaerah tersebut.

b. Faktor – faktor lain

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

Berdasarkan pertimbangan – pertimbangan dari faktor di atas, maka dipilih pabrik di daerah desa Gunung Sugih, Kecamatan Ciwandan, Kabupaten Cilegon, Banten.





Gambar I.2 Gambar Pemilihan Lokasi Pabrik

I.4 Tinjauan Pustaka

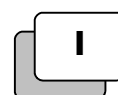
I.4.1. Macam-macam Proses

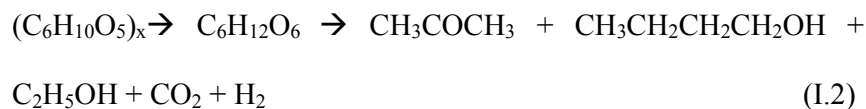
Ada beberapa proses yang dikenal dalam pembuatan *n*-butanol, yaitu :

1. Proses fermentasi

Bahan baku yang digunakan untuk menghasilkan *n*-butanol pada proses fermentasi adalah molase. Molase merupakan hasil samping dari industri gula yang diperoleh setelah sakarosa dikristalisasi dan disentrifusi dari sari gula tebu. Proses fermentasi molase menggunakan kultur bakteri. Bakteri ini dapat mengubah glukosa menjadi *n*-butanol dan gas CO₂. Reaksi fermentasi dapat dituliskan sebagai berikut :

commit to user



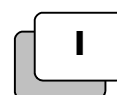
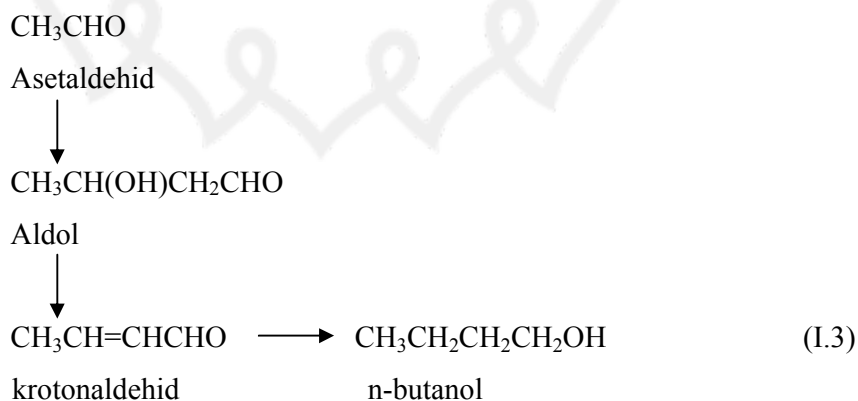


Selain *n*-butanol, proses ini juga menghasilkan aseton dan etanol. Tiap 1 galon (3,7854 liter) molase mengandung 2,7216 kg gula yang akan menghasilkan 0,6577 kg *n*-butanol, 0,1844 kg aseton, 0,032 kg campuran etanol, CO₂, dan hidrogen (Mc. Ketta, 1957).

2. Kondensasi aldol

Proses aldol merupakan proses pembuatan *n*-butanol secara sintetik. Bahan baku yang digunakan pada proses ini adalah etil alkohol atau asetilen. Etanol didehidrogenasi atau asetilen dihidrasi untuk menghasilkan asetaldehid dengan menggunakan katalis merkuri sulfat. Kemudian asetaldehid dikondensasi pada reaktor menjadi aldol pada temperatur 10 – 25 °C dan tekanan atmosferis, dengan menambahkan sejumlah kecil soda kaustik. Sebesar 60% asetaldehid akan terkonversi menjadi aldol. Krotonaldehid kemudian dihidrogenasi pada fase uap untuk menghasilkan *n*-butanol.

Persamaan reaksi :





Pada hidrogenasi, gas hidrogen dengan katalis, nikel-kromium bekerja pada temperatur 135 – 175 °C. Produk keluar kolom ini dengan kemurnian 80% n-butanol dan 20% n-butiraldehid (Mc. Ketta, 1957).

3. Proses hidrogenasi butiraldehid

Reaktor yang digunakan untuk reaksi hidrogenasi ini adalah *fixed bed multi tube reactor*. Pada reaktor terjadi reaksi hidrogenasi antara n-butiraldehid dan hidrogen. Untuk mempercepat mekanisme reaksi digunakan katalis cobalt pada permukaan alumina. Reaktor bekerja pada tekanan 35 atm, temperatur 100 – 200 °C. Reaksi hidrogenasi adalah reaksi eksoterm (Mc. Ketta, 1957).

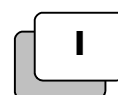
Persamaan reaksi :



(Mc. Ketta, 1957)

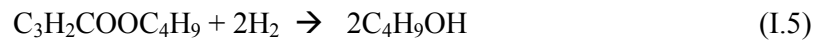
4. Proses hidrogenasi butil butirat

Butil butirat cair yang terdiri dari 99,8% n-butil butirat dan 0,2% air, diuapkan pada vaporizer, dan dikontakkan dengan gas hidrogen dengan kemurnian 100% dalam suatu reaktor hidrogenasi. Reaktor hidrogenasi ini merupakan *fixed bed multi tube reactor*. Pada reaktor terjadi reaksi hidrogenasi antara n-butil butirat dan hidrogen. Untuk mempercepat reaksi digunakan katalis Cu/ZnO/Al₂O₃. Reaktor bekerja pada tekanan 7 atm, temperatur 292 °C. Didapat konversi 98 % (Ju et al, 2010).





Persamaan reaksi :



n-butil butirat

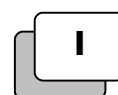
n-butanol

I.4.2. Alasan Pemilihan Proses

Dalam proses pembuatan n-butanol dipilih proses hidrogenasi butil butirate. Proses ini dipilih dengan alasan :

1. Proses hidrogenasi tidak membutuhkan pemisahan yang rumit, sehingga peralatan yang digunakan relatif lebih sederhana.
2. Kemurnian produk yang dihasilkan cukup tinggi, mencapai 99,5 %.
3. Konversi mencapai 98%.

Perbandingan proses-proses pembuatan n-butanol yang mencakup kelemahan dan kelebihan dapat dilihat pada Tabel I.5





Tabel I.5
KELEBIHAN DAN KEKURANGAN PEMILIHAN PROSES PEMBUATAN *n*-
BUTANOL

| No. | Macam Proses | Kelebihan | Kekurangan |
|-----|----------------------------|---|---|
| 1. | Fermentasi | Bahan baku murah (molasses) | <ol style="list-style-type: none"> 1. Proses batch, sehingga biasanya untuk kapasitas yang kecil. 2. Kompetisi perolehan bahan baku. 3. Melibatkan mikroorganisme sehingga kondisi operasi harus sangat di jaga. 4. Proses pemisahan rumit. |
| 2. | Hidrogenasi Butiraldehid | <ol style="list-style-type: none"> 1. Konversi tinggi (90 %) 2. Kemurnian produk tinggi 3. Proses pemisahan mudah | <ol style="list-style-type: none"> 1. Harga bahan baku mahal 2. Tekanan operasi tinggi (10 – 200 atm) |
| 3. | Hidrogenasi Butil Butirat* | <ol style="list-style-type: none"> 1. Konversi tinggi (98%) 2. Kemurnian produk tinggi. 3. Proses pemisahan mudah. | Bahan baku <i>n</i> -butil butirat yang masih impor |
| 4. | Proses Aldol | <ol style="list-style-type: none"> 1. Yield tinggi 90 % 2. Menghasilkan produk samping (butiraldehid) | Bahan baku mahal (asetaldehid). |

I.4.3 Kegunaan Produk

Kegunaan dari produk *n*-butanol antara lain :

1. Bahan pelarut (solvent)
2. Pembuatan pernis
3. Pembuatan minyak rem bahan ekstraksi
4. Pembuatan antibiotik, vitamin, dan hormon
5. Pembuatan bahan-bahan kimia seperti butil amina, butil stearat, butilena, asam butirat, dan dibutil anilin.

commit to user





6. Bahan baku pembuatan butil asetat, dibutil phthalat, butil metakrilat, butil akrilat (<http://chemicaland21.com/MSDS-n-butanol.htm>).

I.4.4 Tinjauan Proses Secara Umum

Pada perancangan *n*-butanol ini menggunakan proses hidrogenasi antara *n*-butil butirat dan gas hidrogen dengan menggunakan katalis Cu/ZnO/Al₂O₃. Bahan baku yang digunakan yaitu *n*-butil butirat cair dengan komposisi 99,8% *n*-butil butirat dan 0,2% air diuapkan pada vaporizer. Setelah bahan baku butil butirat tersebut diuapkan, kemudian dikontakkan dengan gas hidrogen murni pada suatu reaktor hidrogenasi. Reaktor tersebut adalah *fixed bed multi tube reactor*. Pada reaktor terjadi reaksi hidrogenasi antara bahan baku *n*-butil butirat dengan gas hidrogen. Untuk mempercepat reaksi digunakan katalis Cu/ZnO/Al₂O₃ dalam bentuk tablet. Kondisi reaksi hidrogenasi antara butil butirat dengan hidrogen dilakukan pada reaktor yang bekerja pada tekanan 7 atm, temperatur 292 °C. Konversi yang diperoleh sebesar 98% (*Ju et al*, 2010).

Produk yang dihasilkan kemudian melalui proses pemurnian yang dilakukan dalam kolom destilasi pada tekanan 1, atm dan suhu puncak 120,746 °C dan suhu bawah 156,8°C. Sehingga dihasilkan produk *n*-butanol dengan kemurnian 99,5 %.

Persamaan reaksi :



n-butil butirat *n*-butanol





I.4.5 Sifat-sifat Fisis dan Kimia Bahan Baku dan Produk

Bahan Baku

1. Butil Butirat

Sifat Fisis :

- Berat molekul : 114,114 g/mol
- Fase (1 atm, 35 °C) : cair
- Titik lebur (1 atm) : -91 °C
- Titik didih (1 atm) : 165,15 °C
- Densitas : 0,87 g/cm³ (20 °C)
- Temperatur kritis : 343 °C
- Tekanan kritis : 25,07 atm

(Perry, 1997)

Sifat Kimia :

- Butil butirat bereaksi dengan asam membentuk butil alcohol asam butirat.

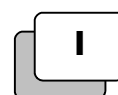
(Kirk, R.E. and Othmer, D.F., 1957)

2. Hidrogen (H₂)

Sifat Fisis :

- Berat molekul : 2,016 g/mol
- Fase (1 atm, 35 °C) : gas
- Titik lebur (1 atm) : - 254,2 °C
- Titik didih (1 atm) : - 252 °C
- Densitas cair : 0,071 g/cm³

commit to user



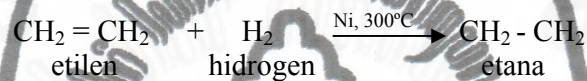


- Temperatur kritis : - 239,8 °C
- Tekanan kritis : 32,57 atm

(Perry, 1997)

Sifat Kimia

Hidrogen banyak digunakan dalam proses hidrogenasi, misalnya hidrogenasi etilen menjadi etana. Reaksinya sebagai berikut :



(Kirk, R.E. and Othmer, D.F., 1957)

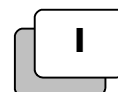
Produk

N-Butanol

Sifat Fisis :

- Berat molekul : 74,123 g/mol
- Fase (1 atm, 35 °C) : cair
- Titik lebur (1 atm) : - 89 °C
- Titik didih (1 atm) : 117,81 °C
- Densitas : 0,8109 g/cm³ (20 °C)
- Temperatur kritis : 289,93 °C
- Tekanan kritis : 43,55 atm

(Perry, 1997)

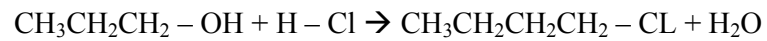




Sifat Fisis :

- Gugus OH pada *n*-butanol dapat diganti oleh atom halogen, misalnya

klor. Persamaan reaksi :

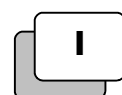


Butanol

n-klorobutana

- *n*-butanol dapat dioksidasi oleh sejumlah senyawa menjadi asam karboksilat. Senyawa yang biasa digunakan sebagai zat pengoksidasi adalah: KMnO_4 , dengan OH, HNO_3 pekat, atau H_2CrO_4

(Kirk, R.E. and Othmer, D.F., 1957)





BAB II

DISKRIPSI PROSES

II.1 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk.

II.1.1 Spesifikasi Bahan Baku

1. Butil Butirat

Sifat Fisis :

- Berat molekul : 114,114 g/mol
- Fase (1 atm, 35 °C) : cair
- Titik lebur (1 atm) : - 91 °C
- Titik didih (1 atm) : 165,15 °C
- Densitas : 0,87 g/cm³ (20 °C)
- Temperatur kritis : 343 °C
- Tekanan kritis : 25,07 atm
- Kelarutan : 0,05 g/L (20 °C)
- Kemurnian : 99,8 %
: 0,2 % air

(Zhonggung Co., 2010)

2. Hidrogen (H₂)

Sifat Fisis :

- Berat molekul : 2,016 g/mol
- Fase (1 atm, 35 °C) : gas
- Titik lebur (1 atm) : - 254,2 °C

commit to user





- Titik didih (1 atm) : - 252 °C
- Densitas cair : 0,071 g/cm³
- Temperatur kritis : - 239,8 °C
- Tekanan kritis : 32,57 atm
- Kemurnian : 100 % H₂

(P.T. Air Liquid, 2010)

II.1.2 Spesifikasi Produk

N-Butanol

Sifat Fisis :

- Berat molekul : 74,123 g/mol
- Fase (1 atm, 35 °C) : cair
- Titik lebur (1 atm) : - 89 °C
- Titik didih (1 atm) : 117,81 °C
- Densitas : 0,8109 g/cm³ (20 °C)
- Temperatur kritis : 289,93 °C
- Tekanan kritis : 43,55 atm
- Kemurnian : 99,5 %
: 0,2 % air
: 0,3 % n-butil butirat

(<http://chemicalland21.com/MSDS-n-butanol.htm>, 2010)

commit to user





II.1.3 Spesifikasi Bahan Pembantu

Katalis $Cu/ZnO/Al_2O_3$

- Bentuk : tablet
- Diameter : 0,05 cm
- Bulk density : 1,2 – 1,3 g/cm³
- Porositas : 0,27

(Javier A. Francesconi, Diego G., 2010)

II.2 Konsep Proses

II.2.1 Dasar Proses

Pembuatan *n*-butanol dengan bahan baku *n*-butil butirat berdasarkan reaksi hidrogenasi sebagai berikut :



Reaksi yang terjadi adalah reaksi hidrogenasi *n*-butil butirat menjadi *n*-butanol dengan menggunakan katalis $Cu/ZnO/Al_2O_3$. reaksi tersebut merupakan reaksi tunggal tanpa adanya reaksi samping dan bersifat eksotermis.

(In Bum Ju, Wonjin Jeon, 2010)

II.2.2 Tinjauan termodinamika

Untuk menentukan sifat reaksi (eksotermis/endotermis) dan arah reaksi (*reversible/irreversible*), maka perlu perhitungan dengan menggunakan panas pembentukan standar (ΔH_f°) pada 1 atm dan 25 °C dari reaktan dan produk.

commit to user



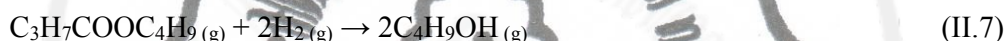


Tabel II.1 Harga ΔH_f° dan ΔG_f°

(Yaws, 1999)

| Komponen | ΔH_f° , kJ/mol | ΔG_f° , kJ/mol |
|--|-----------------------------|-----------------------------|
| H ₂ | 0 | 0 |
| n-C ₃ H ₇ COOC ₄ H ₉ | -524,90 | - 274,10 |
| n-C ₄ H ₉ OH | -274,43 | -150,07 |

Pada proses pembentukan *n*-butanol terjadi reaksi berikut :



Perhitungan panas reaksi standar dan konstanta kesetimbangan untuk reaksi diatas dapat dijelaskan sebagai berikut :

i. Panas reaksi standar (ΔH_R°) menurut perhitungan dengan data (Yaws, 1999)

$$\Delta H_R^\circ = \sum \Delta H_f^\circ \text{ produk} - \sum \Delta H_f^\circ \text{ reaktan} \quad (II.8)$$

$$\Delta H_R^\circ = (2.\Delta H_f^\circ C_4H_9OH) - (\Delta H_f^\circ C_3H_7COOC_4H_9 + 2.\Delta H_f^\circ H_2)$$

$$= (2 \times -274,43) - (-524,90 + 0)$$

$$= - 23,96 \text{ kJ/mol}$$

$$= - 23.960 \text{ J/mol}$$

Karena ΔH_R° bernilai negatif maka reaksi bersifat eksotermis.

ii. Konstanta kesetimbangan (K) pada keadaan standar

$$\Delta G_f^\circ = - RT \ln K \quad (II.9)$$

dimana :

ΔG_f° : Energi Gibbs pada keadaan standar (T = 25 °C, P = 1 atm), J/mol

ΔH_R° : Panas reaksi, J/mol

commit to user





- K : Konstanta Kesetimbangan
T : Suhu standar = 25 °C
R : Tetapan gas ideal = 8,314 J/mol.K

Sehingga ΔG° dari reaksi tersebut adalah :

$$\Delta G_f^\circ = \Delta G_f^\circ \text{ produk} - \Delta G_f^\circ \text{ reaktan} \quad (\text{II.10})$$

$$\begin{aligned} \Delta G_f^\circ &= (2 \cdot \Delta G \text{ C}_4\text{H}_9\text{OH}) - (\Delta G \text{ C}_3\text{H}_7\text{COOC}_4\text{H}_9 + 2 \cdot \Delta G \text{ H}_2) \\ &= (2 \cdot -150,07) - (-274,10 + 2 \cdot 0) \\ &= -26,04 \text{ kJ/mol} \\ &= -26040 \text{ J/mol} \end{aligned}$$

$$\ln K_{298} = -\frac{\Delta G_f^\circ}{RT} = \frac{-26040}{-8,314 \cdot 298} = 10,51$$

iii. Konstanta kesetimbangan (K) pada T = 292 °C

$$\ln \frac{K_1}{K_{298}} = \frac{-\Delta H_R^\circ}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right) \quad (\text{II.11})$$

dengan :

- K_{298} = Konstanta kesetimbangan pada 25 °C
 K_1 = Konstanta kesetimbangan pada suhu operasi
 t_1 = Suhu standar (25 °C)
 t_2 = Suhu operasi (292 °C)
R = Tetapan Gas Ideal = 8,314 J/mol.K
 ΔH_R° = Panas reaksi standar pada 25°C
= - 24.900 J/mol

(Ju et al, 2010)

commit to user





$$\ln K_{565\text{ K}} - \ln K_{298\text{ K}} = -\left(\frac{-24900}{8,314}\right)\left(\frac{1}{565} - \frac{1}{298}\right)$$

$$\ln K_{565\text{ K}} - 10,51 = -4,75$$

$$\ln K_{565\text{ K}} = 5,76$$

$$K_{565\text{ K}} = 317,348$$

II.3 Tinjauan Kinetika

Berdasarkan data percobaan *Ju at al*, 2010 dapat diketahui data konstanta kecepatan reaksi dengan persamaan Arrhenius sebagai berikut :

$$k = A e^{\frac{-E_a}{RT}}$$

Dengan :

$$A = 94.8 \text{ mol kPa}^{-(\alpha+\beta)}/\text{h.gat}$$

$$E_a = 62 \text{ kJ/mol}$$

Sehingga diketahui persamaan kecepatan reaksi :

$$-r = k P_{\text{BB}}^{\alpha} P_{\text{H}_2}^{\beta} = A e^{-E_a/RT} P_{\text{BB}}^{\alpha} P_{\text{H}_2}^{\beta}$$

Dengan :

$$T = 565 \text{ K}$$

$$\alpha = 0,67$$

$$\beta = 0,25$$

P_{BB} : tekanan parsial *n*-Butil Butirat, (atm)

P_{H_2} : tekanan parsial Hidrogen, (atm)

II.4 Kondisi Operasi

Hal yang paling penting dalam proses hidrogenasi adalah suhu dan tekanan, serta perbandingan antara butil butirat dan hidrogen yang digunakan. Selain itu pada proses hidrogenasi butil butirat digunakan katalis Cu/ZnO/Al₂O₃.

commit to user





Pada kondisi hidrogen yang dibuat berlebih, yaitu dengan perbandingan mol antara butil butirat dengan hidrogen adalah 1 : 22,5 konversi yang dicapai dapat meningkat hingga 98% terhadap reaktan butil butirat dan merupakan reaksi ke arah produk (*irreversible*). Berdasarkan hal tersebut maka perhitungan dalam pembuatan *n*-butanol dari butil butirat dan hidrogen dengan proses hidrogenasi dilakukan pada suhu 292 °C dan tekanan 7 atm (*Ju at al*, 2010).

II.5 Diagram Alir Proses dan Tahapan Proses

II.5.1 Diagram Alir Proses

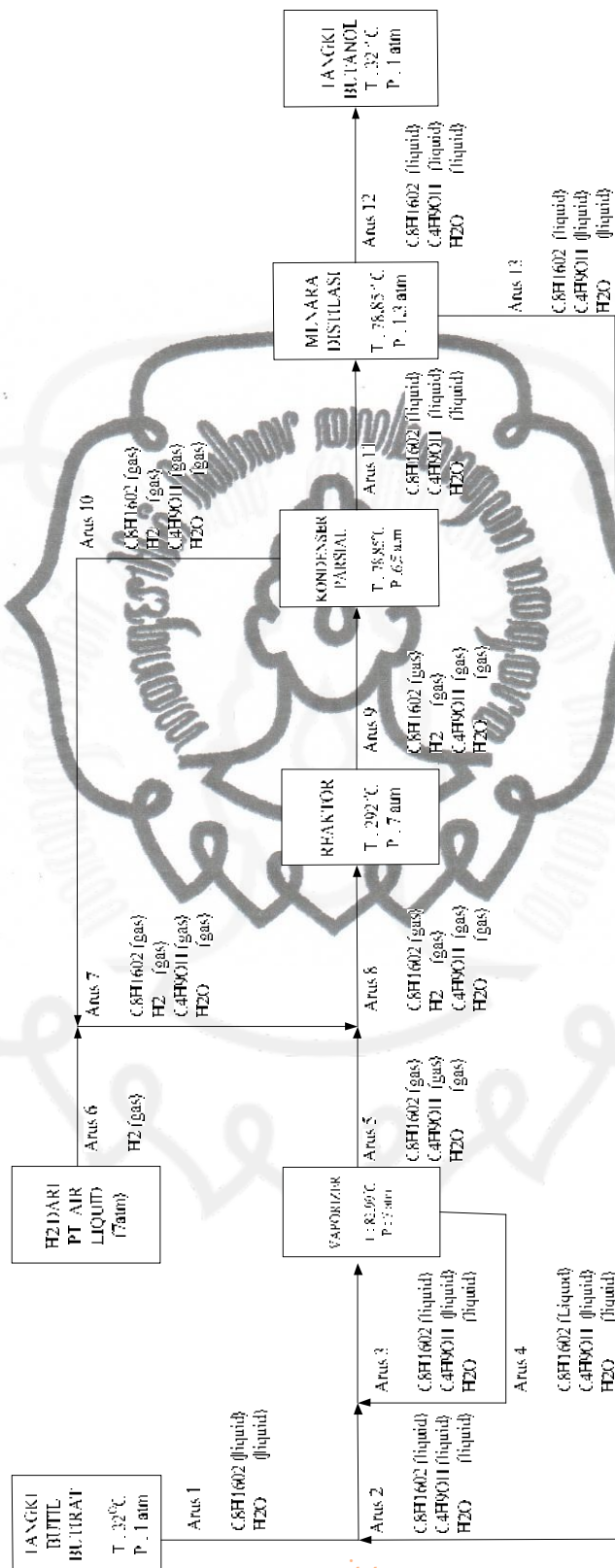
Diagram alir ada 3 macam, yaitu :

- a. Diagram alir *kualitatif* (gambar II.1)
- b. Diagram alir *kuantitatif* (gambar II.2)
- c. Diagram alir proses (gambar II.3)





Prarancangan Pabrik *N*-Butanol
Dengan Proses Hidrogenasi *N*-Butil Butirat
Kapasitas 50.000 ton/tahun



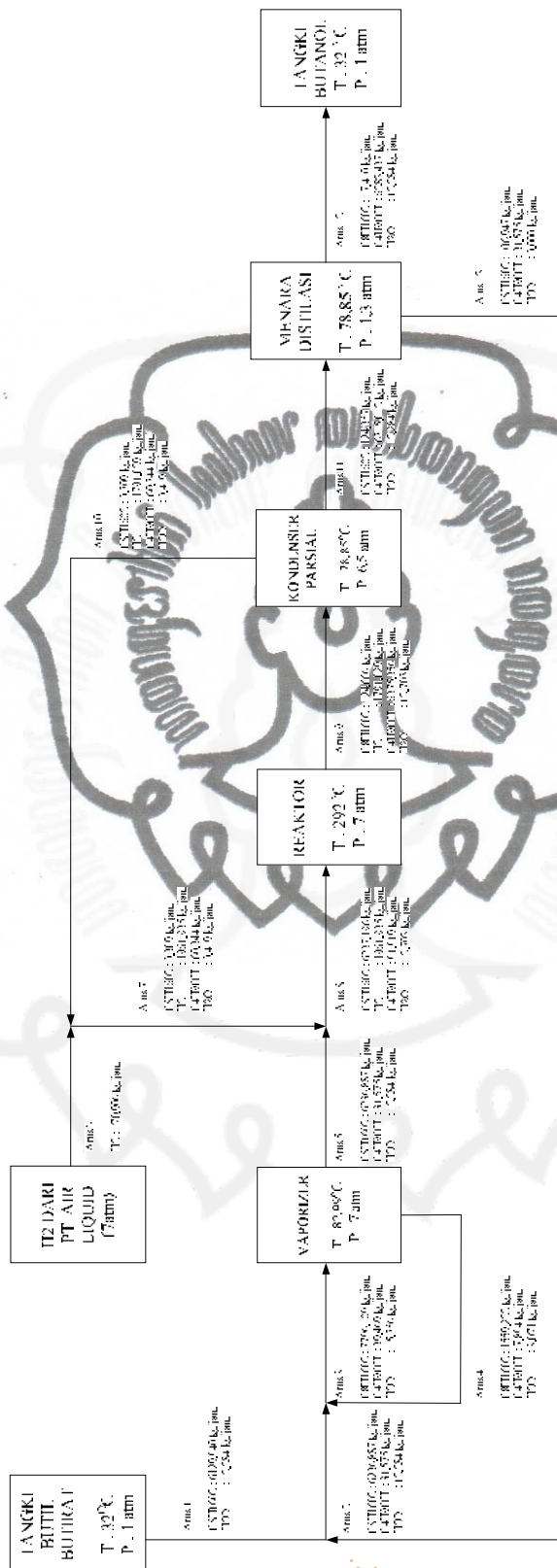
Gambar II.1 Diagram Alir Kualitatif

commit to user





Prarancangan Pabrik *N*-Butanol
Dengan Proses Hidrogenasi *N*-Butil Butirat
Kapasitas 50.000 ton/tahun



Gambar II.2 Diagram Alir Kuantitatif

commit to user





commit to user





II.5.2 Tahapan Proses

Secara umum proses pembentukan *n*-butanol dari butil butirat dan hidrogen dapat dibagi menjadi 4 tahap, yaitu :

1. Tahap penyimpanan bahan baku.
2. Tahap penyiapan bahan baku.
3. Tahap pembentukan produk.
4. Tahap pemurnian produk.

II.5.2.1 Tahap penyimpanan bahan baku

Bahan baku butil butirat yang terkandung disimpan dalam tangki butil butirat (TT-01) yang berbentuk silinder vertikal dengan *conical roof* pada kondisi cair dengan suhu 32 °C dan tekanan 1 atm. Sedangkan bahan baku hidrogen dipasok langsung dari P.T. Air Liquid dengan menggunakan pipa – pipa distribusi pada suhu 32 °C dan tekanan 7 atm.

II.5.2.2 Tahap penyiapan bahan baku

Umpan butil butirat pada suhu 32 °C dipompa dengan pompa (J-01) untuk menaikkan tekanannya dari 1 atm menjadi 7 atm. Kemudian bersama dengan *recycle* dari menara distilasi (T-01) pada suhu 156,8 °C dipompa dengan pompa (J-05) untuk menaikkan tekanannya lagi dari 1,4 atm menjadi 7 atm menuju *vaporizer* (FV-01) untuk diuapkan. Kemudian butil butirat umpan tersebut dialirkan menuju *preheater* (E-01) untuk dipanaskan sampai mencapai suhu 292°C dengan menggunakan *superheated steam* bersuhu 325°C. Kemudian umpan

commit to user





hidrogen pada tekanan 7 atm dan suhu 32 °C dari pipa distribusi P.T. Air Liquid dan hasil atas *condenser parsial* pada suhu 78,85 °C setelah dinaikkan tekanannya dari 6,5 atm menjadi 7 atm, dialirkan menuju *preheater* (E-02) untuk dipanaskan sehingga mencapai suhu 292°C. Untuk menggeser reaksi ke kanan (reaksi *irreversible*) dilakukan dengan penambahan reaktan Hidrogen secara berlebih. Perbandingan mol reaktan Butil butirat dan hidrogen 1 : 22,5 kemudian dialirkan menuju reaktor (R-01) yang beroperasi pada suhu 292°C dan tekanan 7 atm.

II.5.2.3 Tahap pembentukan produk

Reaksi terjadi pada fase gas pada suhu 292°C dan tekanan 7 atm dengan katalis $Cu/ZnO/Al_2O_3$. Reaksi yang terjadi bersifat *eksothermis* gas-gas dengan katalis padat karena itu digunakan *reaktor fixed bed multitube* dengan pendingin yang bersifat *non isothermal non adiabatis*. Produk keluar reaktor (R-01) pada suhu 300,8 °C dan tekanan 6,5 atm sehingga mencapai konversi 98%. Produk keluar berupa gas dengan komposisi n-butanol dan sisa reaktan.

II.5.2.4. Tahap pemurnian produk

Produk keluar reaktor pada suhu 300,8 °C dan tekanan 6,5 atm dialirkan menuju *vaporizer* sebagai *hot fluid vaporizer* sehingga suhu turun menjadi 181,7 °C. Kemudian produk dialirkan ke *condenser parsial* untuk mengkondensasikan gas serta memisahkan antara *condensable gas* dan *uncondensable gas*. Kemudian produk keluar *condenser parsial* pada suhu 78,85 °C dialirkan menuju *expansion valve* (EV-01) untuk diturunkan tekanannya menjadi 1,3 atm. Untuk selanjutnya

commit to user





produk dialirkan menuju menara destilasi (T-01) untuk memisahkan n-butanol dengan impuritas air dengan sisa reaktan yang masuk pada kondisi *subcooled* pada tekanan 1,3 atm. Hasil atas menara destilasi (T-01) adalah produk n-butanol dengan sedikit air sebagai impuritas. Hasil atas berupa uap pada suhu 120,8 °C dan tekanan 1 atm kemudian dialirkan menuju ke *condenser total* untuk mengkondensasikan produk untuk selanjutnya ditampung pada *accumulator*. Kondensat hasil atas ini dipompa dengan pompa (J-04) dan aliran terbagi menjadi dua, yaitu *refluk* menara distilasi (T-01) dan produk. Kemudian produk dialirkan menuju ke *cooler* (E-06) untuk menurunkan suhunya menjadi 32 °C. Produk keluar dari *cooler* dialirkan menuju ke tangki produk (TT-02) untuk disimpan pada suhu 32 °C dan tekanan 1 atm. Hasil bawah menara distilasi (T-01) berisi butyl butyrate, n-butanol dan air. Hasil bawah pada suhu 141,3 dan tekanan 1,4 atm di-*recycle* dan dipompa dengan pompa (J-05) menuju ke aliran campuran *fresh feed* dan *recycle* butil butirat, yaitu setelah pompa (J-01).

II.5.3 Neraca Massa dan Neraca Panas

| | |
|------------------------------|--------------------------|
| Produk | : n-Butanol 99,5 % berat |
| Basis perhitungan | : 1 jam produksi |
| Kapasitas perancangan | : 50.000 ton/tahun |
| Waktu operasi selama 1 tahun | : 330 hari |
| Waktu operasi selama 1 hari | : 24 jam |

commit to user





Neraca massa

Neraca massa total

Tabel II.2 Neraca Massa Total

| Komponen | Input (Kg/jam) | | Output (Kg/jam) |
|---|----------------|---------|-----------------|
| | Arus 1 | Arus 6 | Arus 12 |
| H ₂ | 0,000 | 170,906 | 0,000 |
| H ₂ O | 12,284 | 0,000 | 12,284 |
| C ₄ H ₉ OH | 0,000 | 0,000 | 6.283,437 |
| C ₈ H ₁₆ O ₂ | 6.129,940 | 0,000 | 17,410 |
| Total | 6.142,225 | 170,906 | 6.313,131 |
| | 6.313,131 | | 6.313,131 |

Neraca Massa Alat

1. Neraca massa di Tee-01

Tabel II.3 Neraca Massa Tee-01

| Komponen | Input (Kg/jam) | | Output (Kg/jam) |
|---|----------------|---------|-----------------|
| | Arus 1 | Arus 13 | Arus 2 |
| H ₂ | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| H ₂ O | 12,284 | 0,000 | 12,284 |
| C ₄ H ₉ OH | 0,000 | 31,575 | 31,575 |
| C ₈ H ₁₆ O ₂ | 6.129,940 | 106,947 | 6.236,887 |
| Total | 6.142,225 | 138,522 | 6.280,747 |
| | 6.280,747 | | 6.280,747 |

commit to user





2. Neraca massa di Tee-02

Tabel II.4 Neraca Massa Tee-02

| Komponen | Input (Kg/jam) | | Output (Kg/jam) |
|---|----------------|-----------|-----------------|
| | Arus 2 | Arus 4 | Arus 3 |
| H ₂ | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| H ₂ O | 12,284 | 3,071 | 15,356 |
| C ₄ H ₉ OH | 31,575 | 7,894 | 39,469 |
| C ₈ H ₁₆ O ₂ | 6.236,887 | 1.559,222 | 7.796,109 |
| Total | 6.280,747 | 1.570,187 | 7.850,934 |
| | 7.850,934 | | 7.850,934 |

3. Neraca massa di Tee-03

Tabel II.5 Neraca Massa Tee-03

| Komponen | Input (Kg/jam) | | Output (Kg/jam) |
|---|----------------|-----------|-----------------|
| | Arus 5 | Arus 7 | Arus 8 |
| H ₂ | 0,000 | 1.961,935 | 1.961,935 |
| H ₂ O | 12,284 | 0,419 | 12,703 |
| C ₄ H ₉ OH | 31,575 | 60,344 | 91,919 |
| C ₈ H ₁₆ O ₂ | 6.236,887 | 0,309 | 6.237,196 |
| Total | 6.280,747 | 2.023,007 | 8.303,754 |
| | 8.303,754 | | 8.303,754 |

4. Neraca massa di Tee-04

Tabel II.6 Neraca Massa Tee-04

| Komponen | Input (Kg/jam) | Output (Kg/jam) |
|----------|----------------|-----------------|
|----------|----------------|-----------------|

commit to user





| | Arus 6 | Arus 10 | Arus 7 |
|---|---------|-----------|-----------|
| H ₂ | 170,906 | 1.791,029 | 1.961,935 |
| H ₂ O | 0,000 | 0,419 | 0,419 |
| C ₄ H ₉ OH | 0,000 | 60,344 | 60,344 |
| C ₈ H ₁₆ O ₂ | 0,000 | 0,309 | 0,309 |
| Total | 170,906 | 1.852,101 | 2.023,007 |
| | | 2.023,007 | 2.023,007 |

5. Neraca massa di Vaporizer dan Separator 01

Tabel II.7 Neraca Massa Vaporizer dan Separator 01

| Komponen | Input (Kg/jam) | Output (Kg/jam) |
|---|----------------|-----------------|
| | Arus 2 | Arus 5 |
| H ₂ | 0,000 | 0,000 |
| H ₂ O | 12,284 | 12,284 |
| C ₄ H ₉ OH | 31,575 | 31,575 |
| C ₈ H ₁₆ O ₂ | 6.236,887 | 6.236,887 |
| Total | 6.280,747 | 6.280,747 |
| | 6.280,747 | 6.280,747 |

6. Neraca massa di Reaktor

Tabel II.8 Neraca Massa Reaktor

| Komponen | Input (Kg/jam) | Output (Kg/jam) |
|---|----------------|-----------------|
| | Arus 8 | Arus 9 |
| H ₂ | 1.961,935 | 179,029 |
| H ₂ O | 12,703 | 12,703 |
| C ₄ H ₉ OH | 91,919 | 6.375,356 |
| C ₈ H ₁₆ O ₂ | 6.237,196 | 124,666 |

commit to user





| | | |
|-------|-----------|-----------|
| Total | 8.303,754 | 8.303,754 |
| | 8.303,754 | 8.303,754 |

7. Neraca massa di kondensor parsial dan Separator 02

Tabel II.9 Neraca Massa kondensor parsial dan Separator 02

| Komponen | Input (Kg/jam) | Output (Kg/jam) | |
|---|----------------|-----------------|-----------|
| | Arus 9 | Arus 10 | Arus 11 |
| H ₂ | 179,029 | 1.791,029 | 0,000 |
| H ₂ O | 12,703 | 0,419 | 12,284 |
| C ₄ H ₉ OH | 6.375,356 | 60,344 | 6.315,012 |
| C ₈ H ₁₆ O ₂ | 124,666 | 0,309 | 124,357 |
| Total | 8.303,754 | 1.852,101 | 6.451,653 |
| | 8.303,754 | 8.303,754 | |

8. Neraca massa di Menara Distilasi

Tabel II.10 Neraca Massa Menara Distilasi

| Komponen | Input (Kg/jam) | Output (Kg/jam) | |
|---|----------------|-----------------|---------|
| | Arus 11 | Arus 12 | Arus 13 |
| H ₂ | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| H ₂ O | 12,284 | 12,284 | 0,000 |
| C ₄ H ₉ OH | 6.315,012 | 6.283,437 | 31,575 |
| C ₈ H ₁₆ O ₂ | 124,357 | 17,410 | 106,947 |
| Total | 6.451,653 | 6.313,131 | 138,522 |
| | 6.451,653 | 6.451,653 | |





Neraca Panas Alat

1. Neraca panas di Vaporizer

Tabel II.11 Neraca panas di vaporizer

| Keterangan | Input (kJ/jam) | Output (kJ/jam) |
|-----------------|-----------------|-----------------|
| Q umpan | 118.525,4489 | 0,0000 |
| Q heating | 0,0000 | 3.119.051,1366 |
| Q vaporizer | 0,0000 | 1.727.359,9535 |
| Q pemanas input | 10.726.011,3835 | 0,0000 |
| Q pemanas out | 0,0000 | 5.998.125,7424 |
| Total | 10.844.536,8324 | 10.844536.8324 |

2. Neraca panas di Reaktor

Tabel II.12 Neraca panas di Reaktor

| Keterangan | Input (kJ/jam) | Output (kJ/jam) |
|-------------|-----------------|-----------------|
| Q umpan | 10.904.605,3389 | 0,0000 |
| Q reaksi | -27.402,4609 | 0,0000 |
| Q produk | 0,0000 | 10773202,4395 |
| Q pendingin | 0,0000 | 104000,4386 |
| TOTAL | 10.877.202,8780 | 10877202,8780 |

3. Neraca panas di Kondensor parsial dan Separator 02

Tabel II.13 Neraca panas Kondensor parsial dan Separator 02

| Keterangan | Input (kJ/jam) | Output (kJ/jam) |
|---|----------------|-----------------|
| H ₂ | 2.002.863,9219 | 180.332,6729 |
| H ₂ O | 6,2166 | 2.302,5950 |
| C ₄ H ₉ OH | 956.566,8568 | 151.729,7312 |
| C ₈ H ₁₆ O ₂ | 18.594,4448 | 1.597.466,7971 |

commit to user





| | | |
|-----------|----------------|----------------|
| Pendingin | - | 1.046.199,6439 |
| Total | 2.978.031,4401 | 2.978.031,4401 |

4. Neraca panas di Menara Distilasi 01

Tabel II.14 Neraca panas di Menara Distilasi

| Keterangan | Input (kJ/jam) | Output (kJ/jam) |
|-------------------------|----------------|-----------------|
| Panas yang dibawa umpan | 267.126,7291 | 0,0000 |
| Panas distilat | 0,0000 | 868.084,7722 |
| Panas bottom | 0,0000 | 22.969,7868 |
| Q condenser | 0,0000 | 3.398.517,8857 |
| Q reboiler | 4.022.445,7156 | 0,0000 |
| Total | 4.289.572,4447 | 4.289.572,4447 |

5. Neraca panas di kompresor (JC-01)

Tabel II.15 Neraca panas di Kompresor (JC-01)

| Keterangan | Input (kJ/jam) | Output (kJ/jam) |
|-------------|----------------|-----------------|
| Q masuk | 1.386.902,9902 | 0,0000 |
| Q keluar | 0,0000 | 1.561.545,9077 |
| Beban panas | 174.642,9175 | 0,0000 |
| Total | 1.561.545,9077 | 1.561.545,9077 |

6. Neraca panas di *Heat Exchanger* 01

Tabel II.16 Neraca panas di *Heat Exchanger* 01

| Keterangan | Input (kJ/jam) | Output (kJ/jam) |
|-------------|----------------|-----------------|
| Q masuk | 2.700.064,4433 | 0,0000 |
| Q keluar | 0,0000 | 3.300.531,9932 |
| Beban panas | 600.467,5499 | 0,0000 |

commit to user





| | | |
|-------|----------------|----------------|
| Total | 3.300.531,9932 | 3.300.531,9932 |
|-------|----------------|----------------|

7. Neraca panas di *Heat Exchanger* 02

Tabel II.17 Neraca panas di *Heat Exchanger* 02

| Keterangan | Input (kJ/jam) | Output (kJ/jam) |
|-------------|----------------|-----------------|
| Q masuk | 1.441.974,9040 | 0,0000 |
| Q keluar | 0,0000 | 6.945.334,4084 |
| Beban panas | 5.503.359,5044 | 0,0000 |
| Total | 6.945.334,4084 | 6.945.334,4084 |

8. Neraca panas di *Heat Exchanger* 03

Tabel II.18 Neraca panas di *Heat Exchanger* 02

| Keterangan | Input (kJ/jam) | Output (kJ/jam) |
|-------------|----------------|-----------------|
| Q masuk | 1.378.130,8300 | 0,0000 |
| Q keluar | 0,0000 | 95.928,7430 |
| Beban panas | 0,0000 | 1.282.202,0870 |
| Total | 1.378.130,8300 | 1.378.130,8300 |

II.6 Tata Letak Pabrik dan Peralatan

II.6.1 Tata Letak Pabrik

Tata letak pabrik merupakan suatu pengaturan yang optimal dari seperangkat fasilitas-fasilitas dalam pabrik. Tata letak yang tepat sangat penting untuk mendapatkan efisiensi, keselamatan, dan kelancaran kerja para pekerja serta keselamatan proses.

commit to user





Untuk mencapai kondisi yang optimal, maka hal-hal yang harus diperhatikan dalam menentukan tata letak pabrik adalah :

1. Kemungkinan perluasan pabrik sebagai pengembangan pabrik di masa depan.
2. Faktor keamanan sangat diperlukan untuk bahaya kebakaran dan ledakan, maka perencanaan *lay out* selalu diusahakan jauh dari sumber api, bahan panas, dan dari bahan yang mudah meledak, juga jauh dari asap atau gas beracun.
3. Sistem konstruksi yang direncanakan adalah *out door* untuk menekan biaya bangunan dan gedung, dan juga karena iklim Indonesia memungkinkan konstruksi secara *out door*.
4. Harga tanah amat tinggi sehingga diperlukan efisiensi dalam pemakaian dan pengaturan ruangan / lahan.

(Vilbrant, 1959)

Secara garis besar *lay out* dibagi menjadi beberapa bagian utama, yaitu :

- a. Daerah administrasi / perkantoran, laboratorium dan ruang kontrol

Daerah administrasi berfungsi sebagai pusat kegiatan administrasi pabrik dan mengatur kelancaran operasi. Laboratorium dan ruang kontrol sebagai pusat pengendalian proses, kualitas dan kuantitas bahan yang akan diproses serta produk yang dijual.

- b. Daerah proses

Daerah tempat alat proses diletakkan dan proses berlangsung.

- c. Daerah penyimpanan bahan baku dan produk.

Daerah untuk tangki bahan baku dan produk.

- d. Daerah gudang, bengkel dan garasi.

commit to user



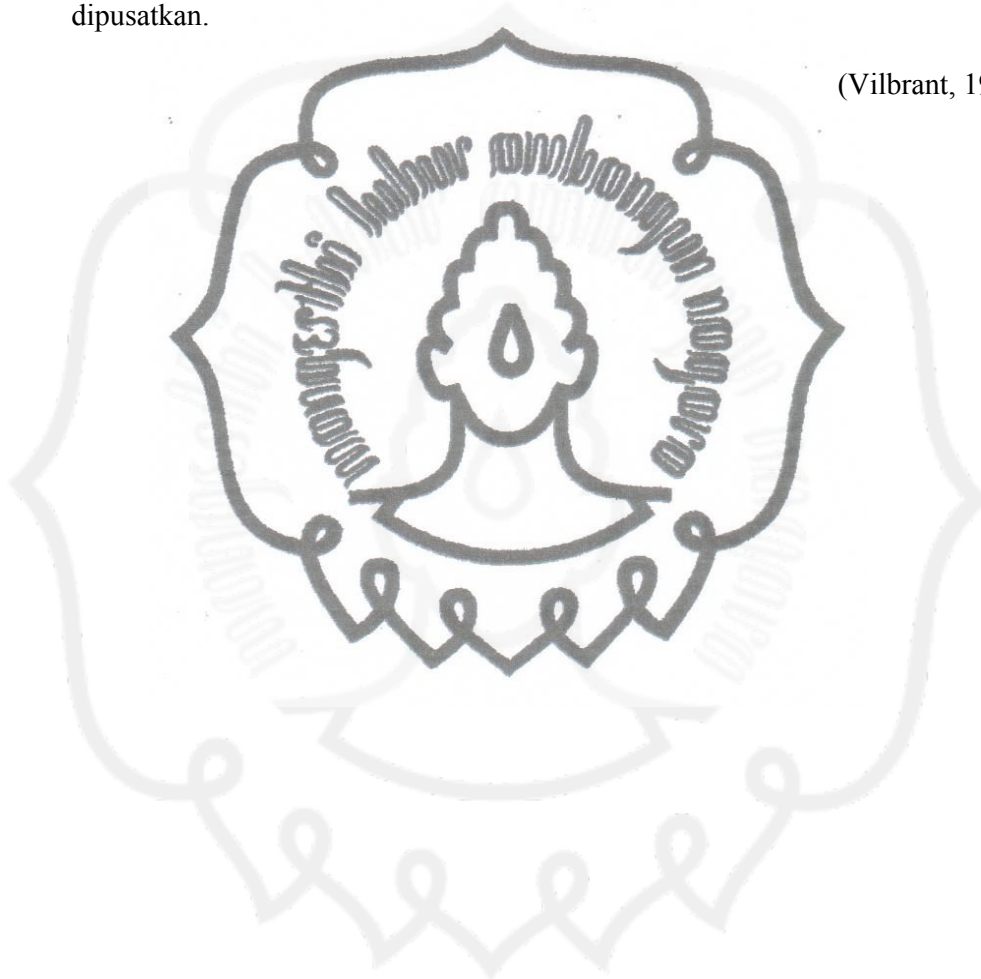


Daerah untuk menampung bahan-bahan yang diperlukan oleh pabrik dan untuk keperluan perawatan peralatan proses.

e. Daerah utilitas

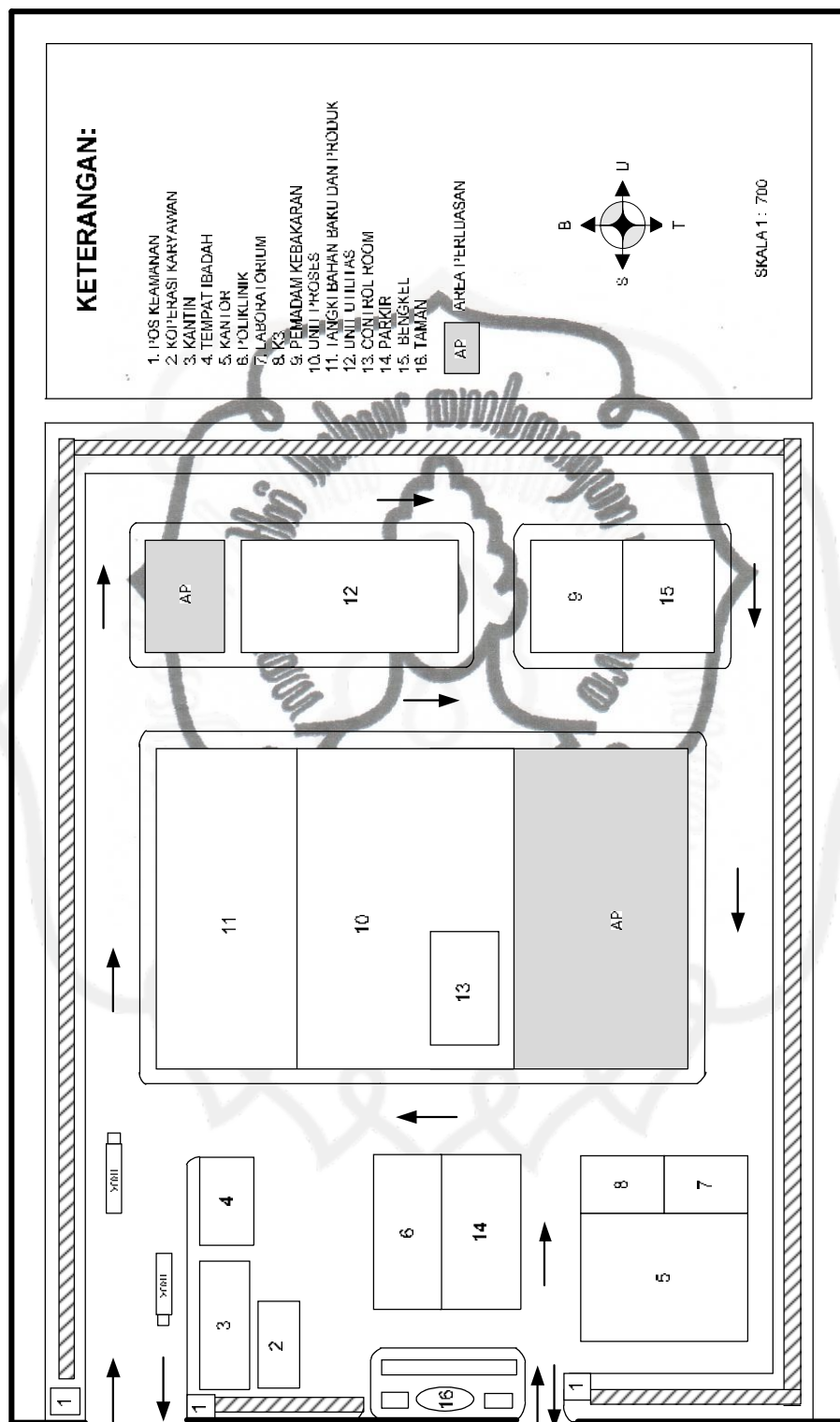
Daerah dimana kegiatan penyediaan bahan pendukung proses berlangsung dipusatkan.

(Vilbrant, 1959)





**Prarancangan Pabrik N-Butanol
Dengan Proses Hidrogenasi N-Butil Butirat
Kapasitas 50.000 ton/tahun**



Gambar II.4 Tata letak pabrik n - Butanol

commit to user





II.6.2 Tata Letak Peralatan

Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam menentukan *lay out* peralatan proses pada pabrik *n*-butanol, antara lain :

1. Aliran bahan baku dan produk

Pengaliran bahan baku dan produk yang tepat akan memberikan keuntungan ekonomi yang besar serta menunjang kelancaran dan keamanan produksi.

2. Aliran udara

Aliran udara di dalam dan di sekitar area proses perlu diperhatikan kelancarannya. Hal ini bertujuan untuk menghindari terjadinya stagnasi udara pada suatu tempat sehingga mengakibatkan akumulasi bahan kimia yang dapat mengancam keselamatan pekerja.

3. Cahaya

Penerangan seluruh pabrik harus memadai dan pada tempat-tempat proses yang berbahaya atau beresiko tinggi perlu adanya penerangan tambahan.

4. Lalu lintas manusia

Dalam perancangan *lay out* pabrik perlu diperhatikan agar pekerja dapat mencapai seluruh alat proses dengan cepat dan mudah. Hal ini bertujuan apabila terjadi gangguan pada alat proses dapat segera diperbaiki. Keamanan pekerja selama menjalani tugasnya juga diprioritaskan.

5. Pertimbangan ekonomi

commit to user





Dalam menempatkan alat-alat proses diusahakan dapat menekan biaya operasi dan menjamin kelancaran dan keamanan produksi pabrik.

6. Jarak antar alat proses

Untuk alat proses yang mempunyai suhu dan tekanan operasi tinggi sebaiknya dipisahkan dengan alat proses lainnya, sehingga apabila terjadi ledakan atau kebakaran pada alat tersebut maka kerusakan dapat diminimalkan.

(Vilbrant, 1959)

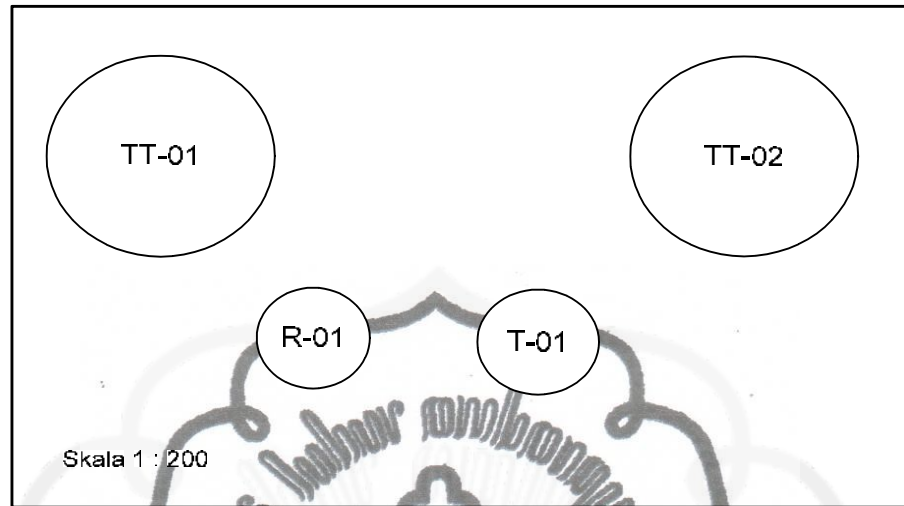
Tata letak alat-alat proses harus dirancang sedemikian rupa sehingga :

- Kelancaran proses produksi dapat terjamin.
- Dapat mengefektifkan luas lahan yang tersedia.
- Karyawan mendapat kepuasan kerja agar dapat meningkatkan produktifitas kerja disamping keamanan yang terjadi.





Prarancangan Pabrik *N*-Butanol
Dengan Proses Hidrogenasi *N*-Butil Butirat
Kapasitas 50.000 ton/tahun



Keterangan :

- TT-01 : Tangki *butyl butyrate*
- TT-02 : Tangki *n-butanol*
- T-01 : Menara Destilasi 01
- R : Reaktor

Gambar II.5 Tata Letak Peralatan Proses

commit to user





BAB III

SPEKIFIKASI PERALATAN PROSES

III.1 Reaktor

| | |
|------------------------|--|
| Kode | : R-01 |
| Tipe | : <i>Fixed bed multitube</i> |
| Fungsi | : Tempat berlangsungnya reaksi antara <i>n</i> -butil butirat dan hidrogen membentuk <i>n</i> -butanol |
| Bahan | : <i>Carbon Steel SA 285 Grade C</i> |
| Kondisi operasi : Suhu | : 292 °C |
| | Tekanan : 7 atm |
| Spesifikasi | |
| Diamete luar tube | : 0,0381 m |
| Diameter dalam tube | : 0,0312 m |
| Jumlah tube | : 1593 buah |
| Triangular Pitch | : 0,0476 m |
| Diameter dalam shell | : 2,1336 m |
| Tinggi | : 6,8161 m |
| Tebal Shell | : 0,0158 m |
| Tebal head | : 0,0254 m |
| Jarak baffle | : 0,5334 m |
| Waktu tinggal reaktor | : 1,0575 detik |
| Jumlah | : 1 |

commit to user





III.2 Menara Distilasi - 01

| | |
|-----------------|---|
| Kode | : T - 01 |
| Fungsi | : Untuk memisahkan <i>n</i> -butanol dan air dari <i>n</i> -butil butirat, kemudian di <i>recycle</i> . |
| Type | : <i>Tray Tower</i> dengan jumlah plate 37 buah |
| Jumlah | : 1 |
| Bahan | : <i>Carbon steel SA-283 Grade C</i> |
| Tekanan (P) | : 1,3 atm |
| Kondisi operasi | |
| Puncak | : 120,746 °C |
| Bawah | : 156,800 °C |
| Plate | |
| Jarak plate | : 0,4 m |
| Tebal plate | : 0,003 m |
| Kolom | |
| Diameter | : 1,1391 m |
| Tinggi | : 21,7708 m |
| Tebal shell | : 1,2192 m |
| Head | |
| Tipe | : <i>Torispherical dished head</i> |
| Tebal head | : 0,006 m |
| Tinggi head | : 0,2453 m |

commit to user





III.3 Tangki

III.3.1 Tangki Penyimpan Butil Butirat

| | |
|-----------------------|--|
| Kode | : T-01 |
| Tipe | : Silinder vertikal dengan <i>conical roof</i> dan <i>flat bottom</i> . |
| Fungsi | : Menyimpan <i>n</i> -butil butirat selama 30 hari |
| Bahan | : <i>Carbon steel SA 283 Grade C</i> |
| Kondisi Penyimpanan : | |
| Suhu | : 32 °C |
| Tekanan | : 1 atm |
| Spesifikasi : | |
| Diameter | : 12,192 m |
| Tebal shell | : <i>Course 1</i> : 0,022 m <i>Course 2</i> : 0,022 m <i>Course 3</i> : 0,019 m <i>Course 4</i> : 0,019 m <i>Course 5</i> : 0,016 m <i>Course 6</i> : 0,016 m |
| Tebal head | : 0,016 m |
| Tinggi head | : 2,219 m |
| Tinggi tangki | : 13,192 m |
| Jumlah | : 1 |

commit to user





III.3.2. Tangki Penyimpan Produk *n*-Butanol

| | |
|-----------------------|---|
| Kode | : T-02 |
| Tipe | : Silinder vertikal dengan <i>conical roof</i> dan <i>flat bottom</i> . |
| Fungsi | : Menyimpan <i>n</i> -butanol selama 30 hari |
| Bahan | : <i>Carbon steel SA 283 Grade C</i> |
| Kondisi Penyimpanan : | |
| Suhu | : 32 °C |
| Tekanan | : 1 atm |
| Spesifikasi : | |
| Diameter | : 12,192 m |
| Tebal shell | : <i>Course 1</i> : 0,022 m <i>Course 2</i> : 0,022 m <i>Course 3</i> : 0,019 m <i>Course 4</i> : 0,019 m <i>Course 5</i> : 0,019 m <i>Course 6</i> : 0,016 m <i>Course 7</i> : 0,016 m |
| Tebal head | : 0,016 m |
| Tinggi head | : 2,219 m |
| Tinggi tangki | : 15,021 m |
| Jumlah | : 1 |

commit to user





III.4. Heat Exchanger

III.4.1. Heat Exchanger - 01

Kode : E-01
Fungsi : Memanaskan bahan baku butil butirat sebagai umpan reaktor

Tipe : *Double Pipe Heat Exchanger (DPHE)*

Luas transfer : 16 m²

Inner Pipe :

Fluida : Panas (*steam*)

Kapasitas : 4307,515 kg/jam

Bahan : Carbon steel SA-285 Grade C

Delta P : $4,56 \times 10^{-5}$ atm

Suhu : T in : 250,92 °C

T out : 292 °C

IPS : 0,073 m

OD : 0,089 m

SN : 80

ID : 0,074 m

Panjang *hairpin* : 4,57 m

Jumlah *hairpin* : 6

Annulus :

Fluida : Dingin (umpan butil butirat)

Kapasitas : 6280,75 kg/jam

commit to user





| | |
|-------------|--|
| Bahan | : Carbon steel SA-283 Grade C |
| Delta P | : $2,005 \times 10^{-6}$ atm |
| Suhu : T in | : 325°C |
| T out | : 260°C |
| IPS | : 0,102 m |
| OD | : 0,114 m |
| SN | : 180 |
| ID | : 0,097 m |
| UC | : $149,732 \text{ Btu/j. ft}^2 \text{ }^{\circ}\text{F}$ |
| UD | : $97,6 \text{ Btu/j. ft}^2 \text{ }^{\circ}\text{F}$ |
| RD required | : $0,003 \text{ j. ft}^2 \text{ }^{\circ}\text{F/ Btu}$ |
| RD | : $0,0036 \text{ j. ft}^2 \text{ }^{\circ}\text{F/ Btu}$ |

III.4.2. Heat Exchanger - 02

| | |
|-----------------|---|
| Kode | : E-02 |
| Fungsi | : Memanaskan hidrogen sebagai umpan reaktor |
| Tipe | : <i>Shell and tube heat exchanger</i> |
| Bahan | : <i>Carbon steel SA 285 Grade C</i> |
| Luas transfer | : $152,528 \text{ m}^2$ |
| Kondisi operasi | : <i>Hot fluid</i> : $325^{\circ}\text{C} - 176^{\circ}\text{C}$ <i>Cold fluid</i> : $80,98^{\circ}\text{C} - 292^{\circ}\text{C}$ |

Spesifikasi

Shell side (fluida dingin) hidrogen umpan reaktor

commit to user





ID : 0,635 m

Baffle space : 0,03 m

Passes (n) : 1

Pressure drop : $1,8078 \times 10^{-6}$ atm

Tube side (fluida panas) steam

OD : 0,019 m

ID : 0,016 m

BWG : 16

Pitch : 0,025 m

Passes (n) : 2

Pressure drop : 0,00028 atm

Jumlah pipa (Nt) : 697

III.4.3. Heat Exchanger - 06

Kode : E-06

Fungsi : Mendinginkan n-butanol sebagai produk

Tipe : *Shell and tube heat exchanger*

Bahan : *Carbon steel SA 285 Grade C*

Luas transfer : 32,3887 m²

Kondisi operasi : *Hot fluid* : 120,80 °C – 32 °C

Cold fluid : 30 °C – 50 °C

Spesifikasi

Shell side (fluida panas) hasil atas MD

commit to user





ID : 0,0414 m

Baffle space : 0,031 m

Passes (n) : 1

Pressure drop : $8,9229 \times 10^{-5}$ atm

Tube side (fluida dingin) air pendingin

OD : 0,018 m

ID : 0,015 m

BWG : 16

Pitch : 0,048 m

Passes (n) : 2

Pressure drop : 0,0011 atm

Jumlah pipa (Nt) : 111

III.5. Kondensor

III.5.1. Kondensor - 03

Kode : E-03

Fungsi : Mengkondensasikan hasil reaktor.

Tipe : *Shell and tube heat exchanger*

Bahan : *Carbon steel 283 Grade C*

Luas transfer : 57,547 m²

Kondisi operasi : *Hot fluid* : 181,75 °C – 78,85 °C

Cold fluid : 30 °C – 50 °C

commit to user





Spesifikasi :

Shell side (fluida panas) hasil bawah reaktor

ID : 0,0414 m

Baffle space : 0,031 m

Passes (n) : 1

Pressure drop : 0,0065 atm

Tube side (fluida dingin) air

OD : 0,0018 m

ID : 0,0015 m

BWG : 16

Pitch : 0,024 m

Passes (n) : 2

Pressure drop : 0,0593 atm

Jumlah pipa (Nt) : 203

III.5.2. Kondensor - 04

Kode : E-04

Fungsi : Mengkondensasikan hasil atas menara distilasi.

Tipe : *Shell and tube heat exchanger*

Bahan : *Carbon steel 283 Grade C*

Luas transfer : 16,9281 m²

Kondisi operasi : *Hot fluid* : 120,8 °C – 120,7 °C

Cold fluid : 30 °C – 40 °C

commit to user





Spesifikasi

Shell side (fluida panas) hasil atas MD

ID : 0,0642 m

Baffle space : 0,0346 m

Passes (n) : 1

Pressure drop : 0,0088 atm

Tube side (fluida dingin) air

OD : 0,0024 m

ID : 0,0018 m

BWG : 10

Pitch : 0,0375 m

Passes (n) : 2

Pressure drop : 0,0137 atm

Jumlah pipa (Nt) : 58

III.6. Reboiler - 05

Kode : E-05

Fungsi : Menguapkan sebagian hasil bawah MD

Tipe : *Kettle Reboiler (shell and tube)*

Bahan konstruksi : *Carbon steel 285 Grade C*

Luas transfer : 8,0226 m²

Kondisi operasi : Suhu pemanas : 274 °C – 160 °C

Suhu yang dipanaskan : 141,15 °C – 156,80 °C

commit to user





Spesifikasi

Shell side (hasil bawah MD)

ID : 0,0462 m

Baffle space : 0,0347 m

Passes (n) : 1

Pressure drop : dapat diabaikan

Tube side (steam)

OD : 0,003 m

ID : 0,002 m

BWG : 10

Pitch : 0,004 m

Passes (n) : 2

Pressure drop : 0,1735 atm

Jumlah pipa (Nt) : 22

III.7. Accumulator - 01

Kode : TT-03

Fungsi : Untuk menampung distilat setelah dari E-04

Tipe : Horizontal *drum*

Bahan konstruksi : *Carbon steel*

Kondisi operasi : Suhu : 120,7 °C

Tekanan : 1 atm

Spesifikasi

commit to user





Diameter : 0,8859 m
 Tebal *shell* : 0,00045 m
 Tebal *head* : 0,0006 m
 Panjang tangki: 3,0452 m
 Jumlah : 1

III.8. Pompa

III.8.1 Pompa-01

Kode : J-01
 Fungsi : Mengalirkan butil butirat dari tangki-01 dan menaikkan dari 1 atm menjadi 7 atm ke vaporizer
 Tipe : *Single stage centrifugal pump*
 Jumlah : 1
 Bahan konstruksi : *Commercial steel*
 Kapasitas : 37,718 gpm
 Daya pompa : 3 Hp = 2,207 KW
 Daya motor : 3,5 Hp = 2,574 KW
 NPSH *required* : 23,263 ft
 NPSH *available* : 38,095 ft

Spesifikasi pipa

Nominal size : 0,048 m
 SN : 5S
 ID : 0,0057 m

commit to user





OD : 0,0054 m

III.8.2. Pompa-02

Kode : J-02

Fungsi : Mengalirkan butil butirat dari separator FG-01
menuju vaporizer

Tipe : *Single stage centrifugal pump*

Jumlah : 1

Bahan konstruksi : *Commercial steel*

Kapasitas : 13,138 gpm

Daya pompa : 0,25 Hp = 0,183 KW

Daya motor : 1 Hp = 0,736 KW

NPSH required : 13,73 ft

NPSH available : 20 ft

Spesifikasi pipa

Nominal size : 0,006 m

SN : 40 ST 40 S

ID : 0,0069 m

OD : 0,0059 m

commit to user





III.8.3. Pompa-03

| | |
|-----------------------|--|
| Kode | : J-03 |
| Fungsi | : Mengalirkan butanol dari EV-01 ke T-01 |
| Tipe | : <i>Single stage centrifugal pump</i> |
| Jumlah | : 1 |
| Bahan konstruksi | : <i>Commercial steel</i> |
| Kapasitas | : 44,791 gpm |
| Daya pompa | : 0,75 Hp = 0,552 KW |
| Daya motor | : 1 Hp = 0,736 KW |
| NPSH <i>required</i> | : 25,35 ft |
| NPSH <i>available</i> | : 343,12 ft |
| Spesifikasi pipa | |
| <i>Nominal size</i> | : 0,003 m |
| SN | : 80XS 50S |
| ID | : 0,0039 m |
| OD | : 0,003 m |

III.8.4. Pompa-04

| | |
|--------|--|
| Kode | : J-04 |
| Fungsi | : Mengalirkan butil butirat dari TT-03 ke refluk T-01 dan E-06 |
| Tipe | : <i>Single stage centrifugal pump</i> |
| Jumlah | : 1 |

commit to user





| | |
|-----------------------|---------------------------|
| Bahan konstruksi | : <i>Commercial steel</i> |
| Kapasitas | : 46,345 gpm |
| Daya pompa | : 0,75 Hp = 0,552 KW |
| Daya motor | : 1 Hp = 0,736 KW |
| NPSH <i>required</i> | : 25,786 ft |
| NPSH <i>available</i> | : 93,421 ft |
| Spesifikasi pipa | |
| <i>Nominal size</i> | : 0,006 m |
| SN | : 80XS 80S |
| ID | : 0,0069 m |
| OD | : 0,0056 m |

III.8.5. Pompa-05

| | |
|----------------------|--|
| Kode | : J-05 |
| Fungsi | : Mengalirkan hasil bawah T-01 dan menaikkan tekanannya dari 1,4 atm menjadi 7 atm |
| Tipe | : <i>Single stage centrifugal pump</i> |
| Jumlah | : 1 |
| Bahan konstruksi | : <i>Commercial steel</i> |
| Kapasitas | : 1,003 gpm |
| Daya pompa | : 0,25 Hp = 0,184 KW |
| Daya motor | : 0,5 Hp = 0,368 KW |
| NPSH <i>required</i> | : 3,794 ft |

commit to user





NPSH available : 18,690 ft

Spesifikasi pipa

Nominal size : 0,006 m

SN : 40ST 40S

ID : 0,0069 m

OD : 0,0059 m

III.9. Compressor – 01

Kode : JC-01

Fungsi : Menaikkan tekanan hidrogen umpan reaktor

Tipe : *Centrifugal single stage*

Jumlah : 1

Bahan konstruksi : *Low Alloy SA – 353*

Kondisi operasi :

- Tekanan masuk : 6,55 atm

- Suhu masuk : 79 °C

- Tekanan keluar : 7 atm

- Suhu keluar : 85,6 °C

Kerja : 163356,3127 kJ/jam

: 45,3767 KW

Power : 76,06 HP

: 56,2844 KW

Power : 76,06 HP

: 56,2844 KW

commit to user





III.10. Expansion Valve – 01

| | |
|------------------|---|
| Kode | : EV-01 |
| Fungsi | : Menurunkan tekanan produk keluaran <i>condenser</i> E-03 |
| Jumlah | : 1 |
| Bahan konstruksi | : <i>Low Alloy SA – 353</i> |
| Kondisi operasi | |
| - Tekanan masuk | : 6,5 atm |
| - Suhu masuk | : 78,85 °C |
| - Tekanan keluar | : 1,3 atm |
| - Suhu keluar | : 78,85 °C |

commit to user





BAB IV

UNIT PENDUKUNG PROSES DAN LABORATORIUM

IV.1. Unit Pendukung Proses

Unit pendukung proses atau yang lebih dikenal dengan sebutan utilitas merupakan bagian penting untuk menunjang proses produksi dalam pabrik. Utilitas di pabrik *n*-butanol yang dirancang meliputi unit pengadaan air, unit pengadaan steam, unit pengadaan udara tekan, unit pengadaan listrik dan unit pengadaan bahan bakar.

1. Unit pengadaan air

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

- a. Air pemadam kebakaran.
- b. Air pendingin dan air umpan boiler.
- c. Air konsumsi umum dan sanitasi.

2. Unit pengadaan *steam*

Unit ini bertugas untuk menyediakan kebutuhan *steam* sebagai media pemanas *heater*.

3. Unit pengadaan udara tekan

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

commit to user



4. Unit pengadaan listrik

Unit ini bertugas menyediakan listrik sebagai tenaga penggerak untuk peralatan proses, keperluan pengolahan air, peralatan-peralatan elektronik atau listrik AC, maupun untuk penerangan. Listrik di-supply dari PLN dan dari *generator* sebagai cadangan bila listrik dari PLN mengalami gangguan.

5. Unit pengadaan bahan bakar

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

IV.1.1. Unit Pengadaan Air

Air konsumsi umum, air sanitasi, air pendingin dan air pemadam kebakaran yang digunakan adalah air yang diperoleh dari PT Krakatau Tirta Industri (PT KTI).

IV.1.1.1. Air Pemadam Kebakaran

Air pemadam kebakaran yang digunakan adalah air baku yang diperoleh dari PT KTI yang terletak tidak jauh dari lokasi pabrik. Air dari PT KTI ini bisa langsung digunakan sebagai air pemadam kebakaran karena dari PT KTI air tersebut sudah diproses sehingga sudah memenuhi persyaratan dari air yang akan digunakan sebagai pemadam kebakaran.



IV.1.1.2. Air Umpan Boiler

Untuk kebutuhan air umpan *boiler*, sumber air yang digunakan adalah air dari PT KTI. Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam penanganan air umpan *boiler* adalah sebagai berikut :

a. Kandungan yang dapat menyebabkan korosi

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

b. Kandungan yang dapat menyebabkan kerak (*scale forming*)

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

c. Kandungan yang dapat menyebabkan pembusaan (*foaming*)

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

Pengolahan air umpan boiler

Air yang berasal dari PT KTI belum memenuhi persyaratan untuk digunakan sebagai umpan *boiler*, sehingga harus menjalani proses pengolahan terlebih dahulu. Air umpan *boiler* harus memenuhi persyaratan tertentu agar tidak menimbulkan masalah-masalah seperti :

- Pembentukan kerak pada *boiler*
- Terjadinya korosi pada *boiler*

commit to user



- Pembentukan busa di atas permukaan dalam drum *boiler*

Tahapan pengolahan air agar dapat digunakan sebagai air umpan *boiler* meliputi :

- a. Filtrasi.
- b. Demineralisasi.
- c. Deaerasi.

IV.1.1.3. Air Konsumsi Umum dan Sanitasi

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

Syarat fisik :

- Suhu di bawah suhu udara luar.
- Warna jernih.
- Tidak mempunyai rasa dan tidak berbau.

Syarat kimia :

- Tidak mengandung zat organik.
- Tidak beracun.

Syarat bakteriologis :

- Tidak mengandung bakteri–bakteri, terutama bakteri *pathogen*.



IV.1.1.4. Pengolahan Air

Pengolahan air untuk kebutuhan pabrik meliputi pengolahan secara fisik dan kimia, penambahan desinfektan maupun penggunaan *ion exchanger* sebagaimana terlihat pada gambar IV.1.

Pengolahan air untuk konsumsi dan sanitasi, pendingin pada alat penukar panas, umpan *boiler*, melalui beberapa tahapan :

a. Clarifier

Air baku (*treated water*) yang diambil dari PT KTI diklarifikasikan di dalam *clarifier* untuk mengurangi materi yang mengendap.

b. Sand Filter

Air yang mengalir berlebihan (*over flow*) dari *clarifier* dialirkan ke *filter* yang berjenis *gravity sand filter* dengan menggunakan pasir kasar dan halus. Air yang telah disaring selanjutnya ditampung ke bak penampung air sementara (*Filtered Water Basin*) untuk kemudian dipompakan ke tangki air konsumsi dan sanitasi umum (*Drinking Water Tank*) dan dipompakan juga ke unit *Demineralizer unit*.

c. Demineralizer unit

Unit ini berfungsi untuk menghilangkan mineral-mineral yang terkandung dalam air seperti Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Fe^{2+} , Al^{3+} , HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- dan lain-lain dengan bantuan resin. Air yang diperoleh adalah air bebas mineral yang sebagian akan diproses lebih lanjut menjadi air umpan *boiler* dan sisanya sebagai air pendingin. Demineralisasi diperlukan karena air umpan *boiler* dan air pendingin membutuhkan syarat-syarat sebagai berikut :

commit to user



- Tidak menimbulkan kerak pada *boiler* maupun pada *tube* alat penukar panas jika *steam* digunakan sebagai pemanas. Kerak akan mengakibatkan turunnya efisiensi alat.
- Bebas dari semua gas-gas yang mengakibatkan terjadinya korosi, terutama gas O_2 dan gas CO_2 .

Air diumpankan ke *kation exchanger* yang berfungsi untuk menukar ion-ion positif/ kation (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Fe^{2+} , Al^{3+}) yang ada di air umpan. Alat ini sering disebut *softener* yang mengandung resin jenis *hydrogen-zeolite* dimana kation-kation dalam umpan akan ditukar dengan ion H^+ yang ada pada resin. Akibat tertukarnya ion H^+ dari kation-kation yang ada dalam air umpan, maka air keluaran *kation exchanger* mempunyai pH rendah (3,7) dan *Free Acid Material* (FMA) yaitu $CaCO_3$ sekitar 12 ppm. FMA merupakan salah satu parameter untuk mengukur tingkat kejenuhan resin. Pada operasi normal FMA stabil sekitar 12 ppm, apabila FMA turun berarti resin telah jenuh sehingga perlu diregenerasi dengan H_2SO_4 dengan konsentrasi 4%.

Air keluaran *kation exchanger* kemudian diumpankan ke *degassifier*, untuk menghilangkan gas CO_2 dengan cara menggelembungkan udara ke dalam air menggunakan *blower*. Air kemudian diumpankan ke *anion exchanger*. *Anion exchanger* berfungsi sebagai alat penukar anion-anion (HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , NO_3^- dan CO_3^{3-}) yang terdapat di dalam air umpan. Di dalam *anion exchanger* mengandung resin jenis *Weakly Basic Anion Exchanger* (WBAE), dimana anion dalam air umpan ditukar dengan ion OH^- dari asam yang terkandung di dalam umpan *exchanger* menjadi bebas dan

commit to user



berikatan dengan OH^- yang lepas dari resin yang mengakibatkan terjadinya netralisasi sehingga pH air keluar *anion exchanger* kembali normal dan ada penambahan konsentrasi OH^- sehingga pH akan cenderung basa. Batasan yang diijinkan pH (8,8-9,1), kandungan $\text{Na}^+ = 0,08-2,5$ ppm. Kandungan silika pada air keluaran *anion exchanger* merupakan titik tolak bahwa resin telah jenuh (12 ppm). Resin digenerasi menggunakan larutan NaOH 4%. Air keluaran *cation* dan *anion exchanger* ditampung dalam tangki air demineralisasi sebelum dipakai sebagai air pendingin proses dan sebelum diproses lebih lanjut di unit deaerator.

d. Deaerator Unit

Air yang sudah diolah di *Demineralizer unit* masih mengandung sedikit gas-gas terlarut terutama O_2 . Gas tersebut dihilangkan dari unit deaerator karena menyebabkan korosi. Pada deaerator kadarnya diturunkan sampai kurang dari 5 ppm. Proses pengurangan gas-gas dalam unit deaerator dilakukan secara mekanis dan kimiawi. Proses mekanis dan kimiawi dilakukan dengan cara mengkontakkan air umpan boiler dengan uap tekanan rendah dan dengan menambahkan *Oxygen Scavenger*, mengakibatkan sebagian besar gas terlarut dalam air umpan terlepas dan dikeluarkan. *Oxygen Scavenger* yang digunakan yaitu *eliminax* dengan kondisi reaksi pada suhu kurang dari 150°C . Selanjutnya juga diinjeksikan *amine* untuk mengatur pH air umpan boiler (BFW) sehingga di dapat kriteria *air umpan boiler* :

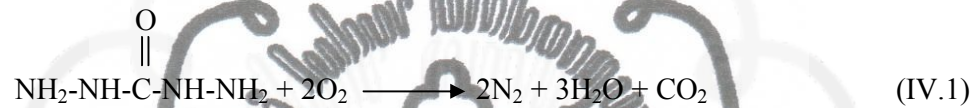
- pH : 8,5 – 9,5
- Kadar SiO_2 : maks 1,0 ppm

commit to user

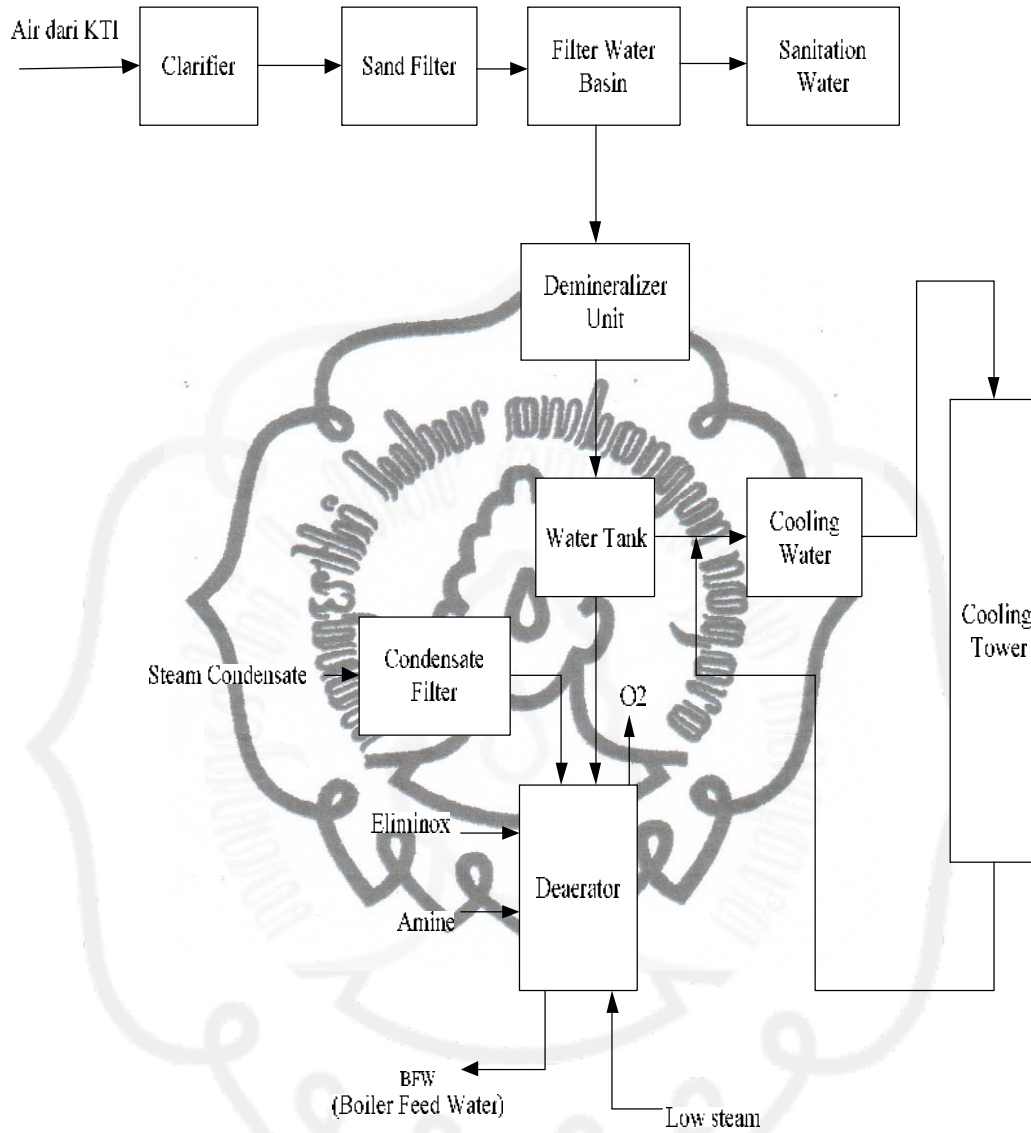


- Kadar PO_4^{3-} : 5 – 10 ppm
- Kadar Fe : maks 10 ppb
- Kadar O_2 : maks 7 ppb
- Padatan Terlarut : maks 0,2 ppm

Reaksi yang terjadi karena penambahan *eliminor* sebagai *Oxygen Scavenger* dapat dituliskan sebagai berikut :



(<http://BFWtreatment.com>, 2011)



Gambar IV.1 Skema Pengolahan Air

commit to user



IV.1.1.5. Kebutuhan Air

a. Kebutuhan Air Pendingin

Kebutuhan air pendingin dapat dilihat pada tabel IV.1

Tabel IV.1 Kebutuhan Air Pendingin

| No | Kode Alat | Alat | Kebutuhan (kg/jam) |
|----|-----------|------------------|--------------------|
| 1. | E-03 | <i>Condenser</i> | 12.502,3858 |
| 2. | E-04 | <i>Condenser</i> | 3.639,5659 |
| 3. | E-06 | <i>Cooler</i> | 849,3870 |

Jumlah air yang digunakan adalah sebesar 16.991,3387 kg/jam.

Diperkirakan air yang hilang sebesar 10% sehingga kebutuhan *make-up* air untuk pendingin = 1.699,1338 kg/jam.

b. Kebutuhan Air untuk *Steam*

Kebutuhan air untuk *steam* dapat dilihat pada tabel IV.2.

Tabel IV.2 Kebutuhan Air untuk *Steam*

| No | Kode Alat | Alat | Kebutuhan (kg/jam) |
|----|-----------|---------------|--------------------|
| 1. | E-01 | <i>Heater</i> | 4.307,5147 |
| 2. | E-02 | <i>Heater</i> | 2.478,9700 |

Jumlah air yang digunakan adalah sebesar 6.786,485 kg/jam.

Diperkirakan air yang hilang sebesar 20% sehingga kebutuhan *make-up* air untuk *steam* = 1.357,30 kg/jam.

c. Kebutuhan Air Konsumsi Umum dan Sanitasi



Kebutuhan air konsumsi umum dan sanitasi dapat dilihat pada tabel IV.3.

Tabel IV.3 Kebutuhan Air Konsumsi Umum dan Sanitasi

| No | Nama Unit | Kebutuhan (kg/hari) |
|------------|---------------|---------------------|
| 1. | Perkantoran | 9.750 |
| 2. | Laboratorium | 3.600 |
| 3. | Kantin | 3.000 |
| 4. | Hydrant/Taman | 1.635 |
| 5. | Poliklinik | 800 |
| Jumlah air | | 18.785 |

Kebutuhan air konsumsi umum dan sanitasi = 18.785 kg/hari
= 782,708 kg/jam

Total air yang disuplai dari PT KTI = air konsumsi + *make up water*
= 3.839,142 kg/jam

IV.1.2. Unit Pengadaan Steam

Steam yang diproduksi pada pabrik *n*-butanol ini digunakan sebagai media pemanas pada *heat exchanger*. Untuk memenuhi *steam* digunakan 1 buah boiler. *Steam* yang dihasilkan dari boiler ini mempunyai suhu 325 °C dan tekanan 9,13 atm.

Jumlah *steam* yang dibutuhkan sebesar 6.786,485 kg/jam. Untuk menjaga kemungkinan kebocoran *steam* pada saat distribusikan dan *make up* pada boiler,

commit to user



maka jumlah steam dlebihkan 10%. Jadi jumlah *steam* yang dibutuhkan adalah 7.485,133 kg/jam.

Spesifikasi boiler yang dibutuhkan :

Kode : B
 Fungsi : Memenuhi kebutuhan *steam*
 Jenis : *Water tube boiler*
 Jumlah : 1 buah
 Tekanan *steam* : 9,13 atm
 Suhu *steam* : 325 °C
 Bahan bakar : *Industrial Diesel Oil (IDO)*
 Efisiensi : 80 %
 Kebutuhan bahan bakar : 556,3850 Liter/jam

IV.1.3. Unit Pengadaan Udara Tekan

Kebutuhan udara tekan untuk prarancangan pabrik *n*-butanol ini diperkirakan sebesar 100 m³/jam, tekanan 6,8 atm dan suhu 35 °C. Alat untuk menyediakan udara tekan berupa kompresor yang dilengkapi dengan *dryer* yang berisi *silica gel* untuk menyerap kandungan air sampai maksimal 84 ppm.

Spesifikasi kompresor yang dibutuhkan :

Kode : C
 Fungsi : Memenuhi kebutuhan udara tekan
 Jenis : *Single Stage Reciprocating Compressor*
 Jumlah : 1 buah

commit to user



| | |
|--------------------------|---------------------------|
| Kapasitas | : 100 m ³ /jam |
| Tekanan <i>suction</i> | : 1 atm |
| Tekanan <i>discharge</i> | : 6,8 atm |
| Suhu udara | : 35 °C |
| Efisiensi | : 80 % |
| Daya kompresor | : 11 HP |

IV.1.4. Unit Pengadaan Listrik

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

- Tenaga listrik yang dihasilkan cukup besar.
- Tegangan dapat dinaikkan atau diturunkan sesuai kebutuhan.

Kebutuhan listrik di pabrik ini antara lain terdiri dari :

- Listrik untuk keperluan proses dan utilitas.
- Listrik untuk penerangan.
- Listrik untuk AC.
- Listrik untuk laboratorium dan instrumentasi.
- Listrik untuk alat-alat elektronik.

Besarnya kebutuhan listrik masing-masing keperluan di atas dapat diperkirakan sebagai berikut :

commit to user



IV.1.4.1. Listrik Untuk Keperluan Proses dan Utilitas

Kebutuhan listrik untuk keperluan proses dan keperluan pengolahan air dapat dilihat pada tabel IV.4.

Tabel IV.4 Kebutuhan Listrik untuk Keperluan Proses dan Utilitas

| Nama Alat | Jumlah | HP | Total HP |
|-----------|--------|------|----------|
| J-01 | 1 | 3,5 | 3,5 |
| J-02 | 1 | 0,5 | 0,5 |
| J-03 | 1 | 1 | 1 |
| J-04 | 1 | 1 | 1 |
| J-05 | 1 | 0,5 | 0,5 |
| PWT-01 | 1 | 0,5 | 0,5 |
| PWT-02 | 1 | 0,5 | 0,5 |
| PWT-03 | 1 | 0,5 | 0,5 |
| PWT-04 | 1 | 0,25 | 0,25 |
| PWT-05 | 1 | 1 | 1 |
| PWT-06 | 1 | 0,75 | 0,75 |
| PWT-07 | 1 | 1 | 1 |
| PU-01 | 1 | 0,33 | 0,33 |
| PU-02 | 1 | 0,33 | 0,33 |
| PU-03 | 1 | 0,5 | 0,5 |
| PU-04 | 1 | 0,5 | 0,5 |

commit to user



| | | | |
|--------|---|----|-------|
| C | 1 | 11 | 11 |
| Jumlah | | | 23,66 |

Jadi jumlah listrik yang dikonsumsi untuk keperluan proses dan utilitas sebesar 19,956 HP. Diperkirakan kebutuhan listrik untuk alat yang tidak terdiskripsikan sebesar $\pm 20\%$ dari total kebutuhan. Maka total kebutuhan listrik adalah 28,392 HP atau sebesar 20,882 kW.

IV.1.4.2. Listrik Untuk Penerangan

Untuk menentukan besarnya tenaga listrik digunakan persamaan :

$$L = \frac{a \cdot F}{U \cdot D}$$

dengan :

L : Lumen per outlet.

a : Luas area, ft².

F : *foot candle* yang diperlukan (Tabel 13 Perry 6th ed).

U : Koefisien utilitas (Tabel 16 Perry 6th ed).

D : Efisiensi lampu (Tabel 16 Perry 6th ed).



Tabel IV.5 Jumlah *Lumen* Berdasarkan Luas Bangunan

| Bangunan | Luas, m ² | Luas, ft ² | F | U | D | F/U.D |
|-----------------|----------------------|-----------------------|----|------|------|--------|
| Pos keamanan | 24 | 258,33 | 20 | 0,42 | 0,75 | 63,49 |
| Parkir | 680 | 7.319,28 | 10 | 0,49 | 0,75 | 27,21 |
| Musholla | 150 | 1.614,55 | 20 | 0,55 | 0,75 | 48,48 |
| Kantin | 150 | 1.614,55 | 20 | 0,51 | 0,75 | 52,29 |
| Kantor | 1.500 | 16.145,47 | 35 | 0,60 | 0,75 | 77,78 |
| Poliklinik | 300 | 3.229,09 | 20 | 0,56 | 0,75 | 47,62 |
| Ruang kontrol | 150 | 1.614,55 | 40 | 0,56 | 0,75 | 47,62 |
| Laboratorium | 300 | 3.229,09 | 40 | 0,56 | 0,75 | 95,24 |
| Proses | 4.087 | 43.991,03 | 30 | 0,59 | 0,75 | 67,80 |
| Utilitas | 1.400 | 15.069,11 | 10 | 0,59 | 0,75 | 22,60 |
| Ruang generator | 200 | 2.152,73 | 10 | 0,51 | 0,75 | 26,14 |
| Bengkel | 250 | 2.690,91 | 40 | 0,51 | 0,75 | 104,58 |
| Garasi | 350 | 3.767,28 | 10 | 0,51 | 0,75 | 26,14 |
| Gudang | 350 | 3.767,28 | 10 | 0,51 | 0,75 | 26,14 |
| Pemadam | 250 | 2.690,91 | 20 | 0,51 | 0,75 | 52,29 |
| Jalan dan taman | 15.509 | 166.933,43 | 5 | 0,55 | 0,75 | 12,12 |
| Area perluasan | 1.250 | 13.454,56 | 5 | 0,57 | 0,75 | 11,70 |
| Jumlah | 26.900 | 289.542,15 | | | | |

Jumlah *lumen* :

* untuk penerangan dalam ruangan = 6.170.563,008 lumen

* untuk penerangan bagian luar ruangan = 2.180.798,760 lumen

commit to user



Untuk semua area dalam bangunan direncanakan menggunakan lampu *fluorescent* 40 Watt dimana satu buah lampu *instant starting daylight* 40 W mempunyai 1.920 *lumen* (Tabel 18 Perry 6th ed.).

$$\begin{aligned} \text{Jadi jumlah lampu dalam ruangan} &= 6.170.563,008 / 1.920 \\ &= 3.214 \text{ buah} \end{aligned}$$

Untuk penerangan bagian luar ruangan digunakan lampu *mercury* 100 W, dimana *lumen output* tiap lampu adalah 3.000 *lumen* (Perry 6th ed., 1994).

$$\begin{aligned} \text{Jadi jumlah lampu luar ruangan} &= 2.180.798,760 / 3.000 \\ &= 724 \text{ buah} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total daya penerangan} &= (40 \text{ W} \times 3.214 + 100 \text{ W} \times 724) \\ &= 201.246,688 \text{ W} \\ &= 201,247 \text{ kW} \end{aligned}$$

IV.1.4.3. Listrik Untuk AC

Diperkirakan menggunakan tenaga listrik sebesar 15.000 W atau 15 kW.

IV.1.4.4. Listrik Untuk Laboratorium dan Instrumentasi

Diperkirakan menggunakan tenaga listrik sebesar 10.000 W atau 10 kW.



Tabel IV.6 Total Kebutuhan Listrik Pabrik

| No. | Kebutuhan Listrik | Tenaga listrik, kW |
|-----|--|-----------------------|
| 1. | Listrik untuk keperluan proses dan utilitas | 20,882 |
| 2. | Listrik untuk keperluan penerangan | 201,247 |
| 3. | Listrik untuk AC | 15 |
| 4. | Listrik untuk laboratorium dan instrumentasi | 10 |
| | Total | 247,129 |

Generator yang digunakan sebagai cadangan sumber listrik mempunyai efisiensi 80%, maka dipilih menggunakan *generator* dengan daya 500 kW, sehingga masih tersedia cadangan daya sebesar 55,168 kW.

Spesifikasi *generator* yang diperlukan :

Jenis : AC *generator*
 Jumlah : 1 buah
 Kapasitas / Tegangan : 500 kW ; 220/360 Volt
 Efisiensi : 80 %
 Bahan bakar : IDO

IV.1.5. Unit Pengadaan Bahan Bakar

Unit pengadaan bahan bakar mempunyai tugas untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar *generator*. Jenis bahan bakar yang digunakan adalah IDO (*Industrial Diesel Oil*). IDO diperoleh dari PT. PERTAMINA (PERSERO) dan distributornya. Pemilihan IDO sebagai bahan bakar didasarkan pada alasan :

commit to user



1. Mudah didapat.
2. Lebih ekonomis.
3. Mudah dalam penyimpanan.

Bahan bakar IDO yang digunakan mempunyai spesifikasi sebagai berikut :

Specific gravity : 0,8124

Heating Value : 39.027,954 J/gram °C

Efisiensi bahan bakar : 80%

Densitas : $5,057 \times 10^{-20}$ g/cm³

- Kebutuhan bahan bakar untuk *boiler*

Kapasitas boiler = 7.465,133 kg/jam

Kebutuhan bahan bakar = 556,3850 L/jam

- Kebutuhan bahan bakar untuk *generator*

Bahan bakar = $\frac{\text{Kapasitas alat}}{\text{eff} \cdot \rho \cdot h}$

Kapasitas *generator* = 500 kW

= 1.799.659.331 Joule/jam

Kebutuhan bahan bakar = 71,17 L/jam



IV.2. Laboratorium

Laboratorium memiliki peranan sangat besar di dalam suatu pabrik untuk memperoleh data – data yang diperlukan. Data – data tersebut digunakan untuk evaluasi unit - unit yang ada, menentukan tingkat efisiensi dan untuk pengendalian mutu.

Pengendalian mutu atau pengawasan mutu di dalam suatu pabrik pada hakikatnya dilakukan dengan tujuan mengendalikan mutu produk yang dihasilkan agar sesuai dengan standar yang ditentukan. Pengendalian mutu dilakukan mulai bahan baku, saat proses berlangsung dan juga pada hasil atau produk.

Pengendalian rutin dilakukan untuk menjaga agar kualitas dari bahan baku dan produk yang dihasilkan sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan. Dengan pemeriksaan secara rutin juga dapat diketahui apakah proses berjalan normal atau menyimpang. Jika diketahui analisa produk tidak sesuai dengan yang diharapkan maka dengan mudah dapat diketahui atau diatasi.

Laboratorium berada di bawah bidang teknik dan perekayasaan yang mempunyai tugas pokok, antara lain :

- a. Sebagai pengontrol kualitas bahan baku dan pengontrol kualitas produk.
- b. Sebagai pengontrol terhadap proses produksi.
- c. Sebagai pengontrol terhadap mutu air pendingin, air umpan *boiler* dan lain-lain yang berkaitan langsung dengan proses produksi.

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



1. Kelompok *Shift*

Kelompok ini melaksanakan tugas pemantauan dan analisa – analisa rutin terhadap proses produksi. Dalam melaksanakan tugasnya, kelompok ini menggunakan sistem bergilir, yaitu sistem kerja *shift* selama 24 jam dengan dibagi menjadi 3 *shift*. Masing – masing *shift* bekerja selama 8 jam.

2. Kelompok *Non-Shift*

Kelompok ini mempunyai tugas melakukan analisa khusus, yaitu analisa yang sifatnya tidak rutin dan menyediakan *reagent* kimia yang diperlukan di laboratorium. Dalam rangka membantu kelancaran pekerjaan kelompok *shift*, kelompok ini melaksanakan tugasnya di laboratorium utama dengan tugas antara lain :

- a. Menyediakan *reagent* kimia untuk analisa laboratorium.
- b. Melakukan analisa bahan pembuangan penyebab polusi.
- c. Melakukan penelitian atau percobaan untuk membantu kelancaran produksi.

Dalam menjalankan tugasnya, bagian laboratorium dibagi menjadi :

1. Laboratorium fisik.
2. Laboratorium analitik.
3. Laboratorium penelitian dan pengembangan.

IV.2.1. Laboratorium Fisik

Bagian ini bertugas mengadakan pemeriksaan atau pengamatan terhadap sifat-sifat bahan baku, produk dan air yang meliputi air baku, air pendingin dan air limbah. Pengamatan yang dilakukan meliputi *specific gravity* dan viskositas.

commit to user



IV.2.2. Laboratorium Analitik

Bagian ini mengadakan pemeriksaan terhadap bahan baku dan produk mengenai sifat-sifat kimianya.

Analisa yang dilakukan, yaitu :

- Analisa komposisi bahan baku.
- Analisa komposisi produk utama.
- Analisa air :
 - Air baku.
 - Air pendingin.
 - Air konsumsi umum.
 - Air sanitasi.
 - Air umpan boiler.
 - Air limbah.

IV.2.3. Laboratorium Penelitian dan Pengembangan

Bagian ini bertujuan untuk mengadakan penelitian, misalnya :

- Diversifikasi produk.
- Perlindungan terhadap lingkungan.

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

commit to user



Alat analisa penting yang digunakan antara lain :

1. *Gas Chromatography*, untuk menganalisa komposisi bahan baku dan produk.
2. *Water Content Tester*, untuk menganalisa kadar air di produk.
3. *Hidrometer*, untuk mengukur specific gravity.
4. *Viscometer*, untuk mengukur viscositas produk.

IV.3. Unit Pengolahan Limbah

Limbah yang dihasilkan dari pabrik *n-butanol* dapat diklasifikasi :

1. Buangan cair.
2. Buangan padatan.

Pengolahan limbah ini didasarkan pada jenis buangannya.

1. Pengolahan buangan cair

Air buangan dari pabrik *n-butanol* ini berupa :

- a. Unit Pengolahan Air Buangan

Air buangan sanitasi yang berasal dari seluruh toilet di kawasan pabrik dikumpulkan dan diolah dalam unit stabilisasi dengan menggunakan lumpur aktif, aerasi dan desinfektan *Calcium Hypoclorite*.

- b. Air Berminyak dari Mesin Proses

Air berminyak berasal dari buangan pelumas pada pompa dan alat lain. Pemisahan dilakukan berdasarkan perbedaan berat jenisnya. Minyak dibagian atas dialirkan ke penampungan minyak dan pengolahannya



dengan pembakaran di dalam tungku pembakar, sedangkan air di bagian bawah dialirkan ke penampungan akhir, kemudian dibuang.

c. Air Sisa Proses dan Utilitas

Limbah air sisa proses merupakan limbah cair yang dihasilkan dari kegiatan proses produksi, seperti air sisa regenerasi. Air sisa regenerasi dari unit penukar ion dan unit demineralisasi dinetralkan dalam kolam penetralan. Penetralkan dilakukan dengan menggunakan larutan H_2SO_4 jika pH buangnya lebih dari 7,0 dan dengan menggunakan larutan $NaOH$ jika pH buangnya kurang dari 7,0. Air yang netral dialirkan ke kolam penampungan akhir bersama-sama dengan aliran air dari pengolahan yang lain dan *blow down* dari *cooling tower*.

2. Pengolahan bahan buangan padatan

Limbah padat yang dihasilkan berasal dari limbah domestik dan IPAL. Limbah domestik berupa sampah-sampah dari keperluan sehari-hari seperti kertas dan plastik, sampah tersebut ditampung di dalam bak penampungan dan selanjutnya dikirim ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA). Limbah yang berasal dari IPAL ditimbun di dalam tanah yang dindingnya dilapisi dengan *clay* (tanah liat) agar bila limbah yang dipendam termasuk berbahaya tidak menyebar ke lingkungan sekitarnya.

3. Pengolahan bahan buangan gas

Limbah gas berasal dari gas hasil pembakaran bahan bakar boiler berupa CO_2 , H_2O , dan N_2 . Gas tersebut langsung dibuang ke udara bebas.



IV.4. Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Pedoman keselamatan kerja dibuat untuk memberikan informasi yang lengkap tentang tata tertib dalam bekerja yang baik dan benar, agar kesehatan dan keselamatan pekerja selama melakukan tugasnya terjamin sesuai dengan peraturan yang telah ditetapkan oleh pihak pabrik yang bekerja sama dengan departemen tenaga kerja.

Bahan-bahan yang digunakan dalam pabrik cukup berbahaya, oleh karena itu diperlukan disiplin kerja yang baik. Kesalahan akan dapat mengakibatkan kecelakaan bagi manusia dan peralatan pabrik, untuk itu setiap karyawan pabrik diberikan alat pelindung diri. Alat pelindung diri bukan merupakan alat untuk melenyapkan bahaya ditempat kerja, tetapi hanya merupakan usaha untuk mencegah dan mengurangi kontak antara bahaya dan tenaga kerja sesuai dengan standar yang diizinkan.

Keamanan kerja berkaitan erat dengan aktifitas suatu industri, sehingga perlu dipikirkan suatu sistem keamanan yang memadai, karena menyangkut keselamatan manusia, bahan baku, produk dan peralatan pabrik.



BAB V

MANAJEMEN PERUSAHAAN

V.1. Bentuk Perusahaan

Pabrik *n*-butanol yang akan didirikan mempunyai :

- Bentuk perusahaan : Perseroan Terbatas (PT)
- Lapangan Usaha : Industri *n*-butanol
- Lokasi Perusahaan : Cilegon, Banten

Alasan dipilihnya bentuk perusahaan ini didasarkan atas beberapa faktor, antara lain :

1. Mudah mendapatkan modal dengan cara menjual saham perusahaan.
2. Tanggung jawab pemegang saham bersifat terbatas, sehingga kelancaran produksi hanya dipegang oleh pemimpin perusahaan.
3. Pemilik dan pengusaha perusahaan terpisah satu sama lain, pemilik perusahaan adalah para pemegang saham dan pengurus perusahaan adalah direksi beserta stafnya yang diawasi oleh dewan komisaris.
4. Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin, karena tidak terpengaruh dengan berhentinya pemegang saham, direksi beserta stafnya, dan karyawan perusahaan.
5. Efisiensi dari manajemen

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

commit to user



6. Lapangan usaha lebih luas

Suatu Perseroan Terbatas dapat menarik modal yang sangat besar dari masyarakat, sehingga dengan modal ini PT dapat memperluas usahanya.

(Widjaja, 2003)

Ciri-ciri Perseroan Terbatas :

1. Perseroan Terbatas didirikan dengan akta dari notaris dengan berdasarkan kitab Undang-Undang Hukum Dagang.
2. Besarnya modal ditentukan dalam akta pendirian dan terdiri dari saham-sahamnya.
3. Pemiliknya adalah para pemegang saham.
4. Perseroan terbatas dipimpin oleh suatu direksi yang terdiri dari para pemegang saham.

Pembinaan personalia sepenuhnya diserahkan kepada Direksi dengan memperhatikan hukum-hukum perburuhan.

V.2. Struktur Organisasi

Struktur organisasi merupakan salah satu faktor penting yang dapat menunjang kelangsungan dan kemajuan perusahaan, karena berhubungan dengan komunikasi yang terjadi dalam perusahaan demi tercapainya kerjasama yang baik antar karyawan. Untuk mendapatkan sistem organisasi yang baik maka perlu diperhatikan beberapa azas yang dapat dijadikan pedoman, antara lain:

- a) Perumusan tujuan perusahaan dengan jelas.
- b) Tujuan organisasi harus dipahami oleh setiap orang dalam organisasi

commit to user



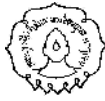
- c) Tujuan organisasi harus diterima oleh setiap orang dalam organisasi.
- d) Adanya kesatuan arah (*unity of direction*).
- e) Adanya kesatuan perintah (*unity of command*).
- f) Adanya keseimbangan antara wewenang dan tanggung jawab.
- g) Adanya pembagian tugas (*distribution of work*).
- h) Adanya koordinasi.
- i) Struktur organisasi disusun sederhana.
- j) Pola dasar organisasi harus relatif permanen.
- k) Adanya jaminan jabatan (*unity of tenure*).
- l) Balas jasa yang diberikan kepada setiap orang harus setimpal dengan jasanya.
- m) Penempatan orang harus sesuai keahliannya.

(Zamani, 1998)

Dengan berpedoman terhadap asas - asas tersebut, maka dipilih organisasi kerja berdasarkan Sistem *Line and Staff*. Pada sistem ini, garis wewenang lebih sederhana, praktis dan tegas. Demikian pula dalam pembagian tugas kerja seperti yang terdapat dalam sistem organisasi fungsional, sehingga seorang karyawan hanya akan bertanggung jawab pada seorang atasan saja. Untuk kelancaran produksi, perlu dibentuk staf ahli yang terdiri dari orang-orang yang ahli di bidangnya. Bantuan pikiran dan nasehat akan diberikan oleh staf ahli kepada tingkat pengawas demi tercapainya tujuan perusahaan.

Ada 2 kelompok orang yang berpengaruh dalam menjalankan organisasi kerja berdasarkan sistem garis dan staff ini, yaitu :

commit to user



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

(Zamani, 1998)

Dewan Komisaris mewakili para pemegang saham (pemilik perusahaan) dalam pelaksanaan tugas sehari-harinya. Tugas untuk menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh seorang Direktur Utama yang dibantu oleh Direktur Produksi dan Direktur Keuangan-Umum. Direktur Produksi membawahi bidang produksi dan teknik, sedangkan direktur keuangan dan umum membawahi bidang pemasaran, keuangan, dan bagian umum. Kedua direktur ini membawahi beberapa kepala bagian yang akan bertanggung jawab atas bagian dalam perusahaan, sebagai bagian dari pendelegasian wewenang dan tanggung jawab. Masing-masing kepala bagian akan membawahi beberapa seksi dan masing-masing seksi akan membawahi dan mengawasi para karyawan perusahaan pada masing-masing bidangnya. Karyawan perusahaan akan dibagi dalam beberapa kelompok regu yang dipimpin oleh seorang kepala regu dimana setiap kepala regu akan bertanggung jawab kepada pengawas masing - masing seksi (Widjaja, 2003).

Manfaat adanya struktur organisasi adalah sebagai berikut :

- a. Menjelaskan, membagi, dan membatasi pelaksanaan tugas dan tanggung jawab setiap orang yang terlibat di dalamnya
- b. Penempatan tenaga kerja yang tepat

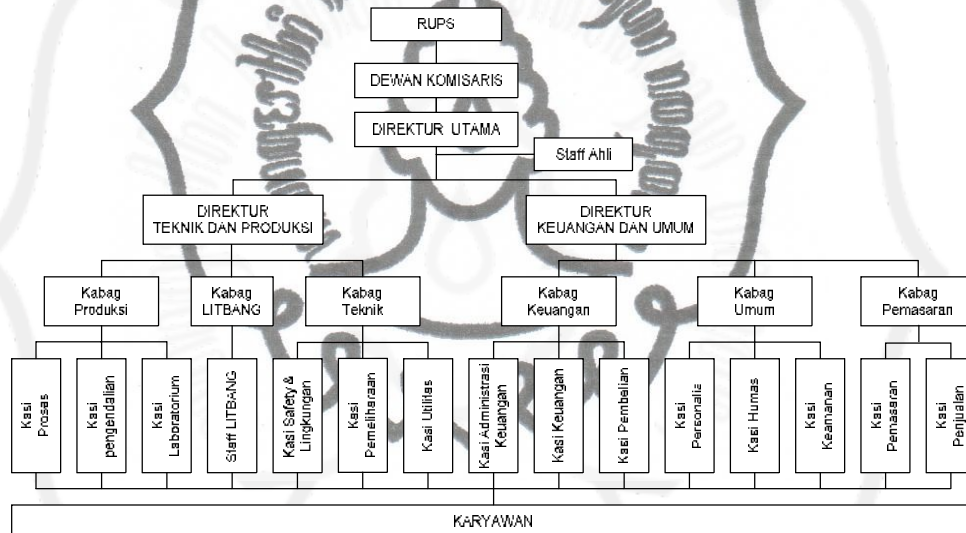
commit to user



*Prarancangan Pabrik N-Butanol
Dengan Proses Hidrogenasi N-Butil Butirat
Kapasitas 50.000 ton/tahun*

- c. Pengawasan, evaluasi dan pengembangan perusahaan serta manajemen perusahaan yang lebih efisien.
- d. Penyusunan program pengembangan manajemen
- e. Menentukan pelatihan yang diperlukan untuk pejabat yang sudah ada
- f. Mengatur kembali langkah kerja dan prosedur kerja yang berlaku bila terbukti kurang lancar.

Struktur organisasi pabrik n-butanol sebagai berikut :



Gambar V.1. Struktur Organisasi Pabrik n-Butanol

V.3. Tugas dan Wewenang

V.3.1. Pemegang Saham

Pemegang saham adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi perusahaan tersebut. Para pemilik saham adalah pemilik perusahaan. Kekuasaan tertinggi pada perusahaan

commit to user



yang mempunyai bentuk perseroan terbatas adalah Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS). Pada RUPS tersebut para pemegang saham berwenang :

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

(Widjaja, 2003)

V.3.2. Dewan Komisaris

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

Tugas-tugas Dewan Komisaris meliputi :

1. Menilai dan menyetujui rencana direksi tentang kebijakan umum, target perusahaan, alokasi sumber - sumber dana dan pengarahannya.
2. Mengawasi tugas - tugas direksi.
3. Membantu direksi dalam tugas - tugas penting.

(Widjaja, 2003)

V.3.3. Dewan Direksi

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



kebijakan yang telah diambil sebagai pimpinan perusahaan. Direktur utama membawahi Direktur Teknik dan Produksi, serta Direktur Keuangan dan Umum.

Tugas-tugas Direktur Utama meliputi :

1. Melaksanakan kebijakan perusahaan dan mempertanggung jawabkan pekerjaannya secara berkala atau pada masa akhir pekerjaannya pada pemegang saham.
2. Menjaga kestabilan organisasi perusahaan dan membuat kelangsungan hubungan yang baik antara pemilik saham, pimpinan, karyawan, dan konsumen.
3. Mengangkat dan memberhentikan kepala bagian dengan persetujuan rapat pemegang saham.
4. Mengkoordinir kerja sama dengan Direktur Teknik dan Produksi, dan Direktur Keuangan dan Umum.

Tugas-tugas Direktur Teknik dan Produksi meliputi :

1. Bertanggung jawab kepada direktur utama dalam bidang produksi, teknik, dan rekayasa produksi.
2. Mengkoordinir, mengatur, serta mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala-kepala bagian yang menjadi bawahannya.
3. Memimpin pelaksanaan kegiatan pabrik yang berhubungan dengan bidang teknik, produksi pengembangan, pemeliharaan peralatan dan laboratorium.

Tugas-tugas Direktur Keuangan dan Umum meliputi :

1. Bertanggung jawab kepada direktur utama dalam bidang pemasaran, keuangan, administrasi, dan pelayanan umum.

commit to user



2. Mengkoordinir, mengatur, dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala-kepala bagian yang menjadi bawahannya.

(Djoko, 2003)

V.3.4. Staf Ahli

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

Tugas dan wewenang staf ahli meliputi :

1. Mengadakan evaluasi bidang teknik dan ekonomi perusahaan.
2. Memberi masukan - masukan dalam perencanaan dan pengembangan perusahaan.
3. Memberi saran - saran dalam bidang hukum.

V.3.5. Penelitian dan Pengembangan (Litbang)

Litbang terdiri dari tenaga-tenaga ahli sebagai pembantu direksi dan bertanggung jawab kepada direksi. Litbang membawahi 2 departemen, yaitu Departemen Penelitian dan Departemen Pengembangan. Tugas dan wewenangnya meliputi :

1. Memperbaiki mutu produksi.
2. Memperbaiki dan melakukan inovasi terhadap proses produksi.
3. Meningkatkan efisiensi perusahaan diberbagai bidang.

commit to user



V.3.6. Kepala Bagian

Secara umum tugas kepala bagian adalah mengkoordinir, mengatur, dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan garis wewenang yang diberikan oleh pimpinan perusahaan. Kepala bagian dapat juga bertindak sebagai staf direktur. Kepala bagian bertanggung jawab kepada Direktur Utama yang terdiri dari :

1. Kepala Bagian Produksi

Bertanggung jawab kepada Direktur Teknik dan Produksi dalam bidang mutu dan kelancaran produksi serta mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya. Kepala bagian produksi membawahi seksi proses, seksi pengendalian, dan seksi laboratorium.

Tugas seksi proses, adalah :

- a) Mengawasi jalannya proses produksi
- b) Menjalankan tindakan seperlunya pada peralatan produksi yang mengalami kerusakan, sebelum diperbaiki oleh seksi yang berwenang.

Tugas seksi pengendalian :

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

Tugas seksi laboratorium, antara lain :

- a) Mengawasi dan menganalisa mutu bahan baku dan bahan pembantu
- b) Mengawasi dan menganalisa mutu produksi
- c) Mengawasi hal-hal tentang buangan pabrik
- d) Membuat laporan berkala kepada Kepala Bagian Produksi

commit to user



2. Kepala Bagian Teknik

Tugas Kepala Bagian Teknik, antara lain :

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

b) Mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya.

Kepala bagian teknik membawahi seksi pemeliharaan, seksi utilitas, dan seksi keselamatan kerja-penanggulangan kebakaran.

Tugas seksi pemeliharaan, antara lain :

a) Melaksanakan pemeliharaan fasilitas gedung dan peralatan pabrik

b) Memperbaiki kerusakan peralatan pabrik

Tugas seksi utilitas, antara lain :

Melaksanakan dan mengatur sarana utilitas untuk memenuhi kebutuhan proses, kebutuhan uap, air dan tenaga listrik.

Tugas seksi keselamatan kerja, antara lain :

a) Mengatur, menyediakan, dan mengawasi hal-hal yang berhubungan dengan keselamatan kerja.

b) Melindungi pabrik dari bahaya kebakaran.

3. Kepala Bagian Keuangan

Bertanggung jawab kepada Direktur Keuangan dan Umum dalam bidang administrasi dan keuangan dan membawahi 2 seksi, yaitu seksi administrasi dan seksi keuangan.

Tugas seksi administrasi antara lain :

commit to user



- a) Menghitung penggunaan uang perusahaan, mengamankan uang dan membuat ramalan tentang keuangan masa depan.
- b) Mengadakan perhitungan tentang gaji dan insentif karyawan.

(Djoko, 2003)

4. Kepala Bagian Pemasaran

Bertanggung jawab kepada Direktur Keuangan dan Umum dalam bidang bahan baku dan pemasaran hasil produksi, serta membawahi 2 seksi, yaitu seksi pembelian dan seksi pemasaran.

Tugas seksi pembelian, antara lain :

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

Tugas seksi pemasaran :

- a) Merencanakan strategi hasil penjualan produksi.
- b) Mengatur distribusi hasil produksi.

5. Kepala Bagian Umum

Bertanggung jawab kepada Direktur Keuangan dan Umum dalam bidang personalia, hubungan masyarakat, dan keamanan serta mengkoordinasi kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya. Kepala bagian ini membawahi seksi personalia, seksi humas dan seksi keamanan.

Tugas seksi personalia, antara lain :

commit to user



a) Membina tenaga kerja dan menciptakan suasana kerja yang sebaik mungkin antara pekerja dan pekerjaannya serta lingkungannya supaya tidak terjadi pemborosan waktu dan biaya.

b) Mengusahakan disiplin kerja yang tinggi dalam menciptakan kondisi kerja yang dinamis.

c) Melaksanakan hal-hal yang berhubungan dengan kesejahteraan karyawan.

Tugas seksi humas, antara lain :

Mengatur hubungan antara perusahaan dengan masyarakat di luar lingkungan perusahaan.

Tugas seksi keamanan, antara lain :

a) Menjaga semua bangunan pabrik dan fasilitas yang ada di perusahaan.

b) Mengawasi keluar masuknya orang-orang, baik karyawan maupun yang bukan dari lingkungan perusahaan.

c) Menjaga dan memelihara kerahasiaan yang berhubungan dengan intern perusahaan.

V.3.7. Kepala Seksi

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

commit to user



V.4. Pembagian Jam Kerja Karyawan

Pabrik n-butanol ini direncanakan beroperasi selama 330 hari dalam satu tahun dan proses produksi berlangsung 24 jam per hari. Sisa hari yang bukan hari libur digunakan untuk perawatan, perbaikan, dan *shutdown* pabrik. Sedangkan pembagian jam kerja karyawan digolongkan dalam dua golongan yaitu karyawan *shift* dan *non shift*

V.4.1. Karyawan *non shift* / harian

Karyawan *non shift* adalah para karyawan yang tidak menangani proses produksi secara langsung. Yang termasuk karyawan harian adalah Direktur, Staf Ahli, Kepala Bagian, Kepala Seksi serta bawahan yang ada di kantor.

Karyawan harian dalam satu minggu akan bekerja selama 5 hari dengan pembagian kerja sebagai berikut :

Jam kerja :

- Hari Senin – Kamis : Jam 07.30 – 16.30
- Hari jum'at : Jam 07.30 – 16.30

Jam Istirahat :

- Hari Senin – Kamis : Jam 12.00 – 13.00
- Hari Jum'at : Jam 11.00 – 13.00

V.4.2. Karyawan *Shift* / Ploog

Karyawan *shift* adalah karyawan yang secara langsung menangani proses produksi atau mengatur bagian-bagian tertentu dari pabrik yang mempunyai *commit to user*



*Prarancangan Pabrik N-Butanol
Dengan Proses Hidrogenasi N-Butil Butirat
Kapasitas 50.000 ton/tahun*

hubungan dengan masalah keamanan dan kelancaran produksi. Yang termasuk karyawan *shift* antara lain : operator produksi, sebagian dari bagian teknik, bagian gudang dan bagian-bagian keamanan.

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

- *Shift* Pagi : Jam 07.00 – 15.00
- *Shift* Sore : Jam 15.00 – 23.00
- *Shift* Malam : Jam 23.00 – 07.00

Untuk karyawan *shift* ini dibagi dalam 4 regu (A,B,C,D) dimana 3 regu bekerja dan 1 regu istirahat dan dikenakan secara bergantian. Tiap regu akan mendapat giliran 3 hari kerja dan 1 hari libur setiap *shift* dan masuk lagi untuk *shift* berikutnya. Untuk hari libur atau hari besar yang ditetapkan pemerintah, regu yang bertugas harus tetap masuk. Jadwal untuk tanggal selanjutnya berulang ke susunan awal.

Tabel V.1. Jadwal pembagian kelompok *shift*
(Pertamina, 2009)

| Tanggal Shift | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | dst |
|------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|-----|
| P | A | A | A | B | B | B | C | C | C | D | D | D | ... |
| S | C | D | D | D | A | A | A | B | B | B | C | C | ... |
| M | B | B | C | C | C | D | D | D | A | A | A | B | ... |

Keterangan : P = *Shift* Pagi

S = *Shift* Siang

commit to user



M = *Shift* Malam

Kelancaran produksi dari suatu pabrik sangat dipengaruhi oleh faktor kedisiplinan para karyawannya dan akan secara langsung mempengaruhi kelangsungan dan kemajuan perusahaan. Untuk itu kepada seluruh karyawan perusahaan dikenakan absensi. Disamping itu masalah absensi digunakan oleh pimpinan perusahaan sebagai salah satu dasar dalam mengembangkan karier para karyawan di dalam perusahaan (Djoko, 2003).

V.5. Status Karyawan dan Sistem Upah

Pada pabrik n-butanol ini sistem upah karyawan berbeda - beda tergantung pada status karyawan, kedudukan, tanggung jawab, dan keahlian. Menurut status karyawan dapat dibagi menjadi tiga golongan sebagai berikut :

V.5.1. Karyawan Tetap

Yaitu karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan Surat Keputusan (SK) direksi dan mendapat gaji bulanan sesuai dengan kedudukan, keahlian, dan masa kerjanya.

V.5.2. Karyawan Harian

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

commit to user



V.5.3. Karyawan Borongan

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

V.6. Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan, dan Gaji

V.6.1. Penggolongan Jabatan

1. Direktur Utama : Sarjana Ekonomi/Teknik/
Hukum
Pengalaman 10 tahun
2. Direktur Teknik dan Produksi : Sarjana Teknik Kimia
Pengalaman 10 tahun
3. Direktur Keuangan dan Umum : Sarjana Ekonomi/Akuntansi
Pengalaman 10 tahun
4. Kepala Bagian Produksi : Sarjana Teknik Kimia
Pengalaman 5 tahun
5. Kepala Bagian Litbang : Sarjana Teknik Kimia/Mesin/Elektro
Pengalaman 5 tahun
6. Kepala Bagian Teknik : Sarjana Teknik Kimia/Mesin/Elektro
Pengalaman 5 tahun
7. Kepala Bagian Keuangan : Sarjana Ekonomi/Akuntansi
Pengalaman 5 tahun
8. Kepala Bagian Umum : Sarjana Hukum
Pengalaman 5 tahun

commit to user



9. Kepala Bagian Pemasaran : Sarjana Teknik Kimia/Ekonomi
Pengalaman 5 tahun
10. Kepala Seksi : Sarjana Muda
Pengalaman 3 tahun
11. Karyawan : S1 atau D3
12. Sekretaris : Akademi Sekretaris
13. Dokter : Sarjana Kedokteran
14. Perawat : Akademi Perawat
15. Lain-lain : SD/SMP/Sederajat

V.6.2. Jumlah Karyawan dan Gaji

Jumlah Karyawan harus ditentukan dengan tepat, sehingga semua pekerjaan dapat diselenggarakan dengan baik dan efektif.

Tabel V.2. Jumlah Karyawan Menurut Jabatan

| No. | Jabatan | Jumlah |
|-----|------------------------------|--------|
| 1 | Direktur Utama | 1 |
| 2 | Direktur Teknik dan Produksi | 1 |
| 3 | Direktur Keuangan dan Umum | 1 |
| 4 | Staff Ahli | 3 |
| 5 | Litbang | 3 |
| 6 | Sekretaris | 9 |
| 7 | Kepala Bagian Produksi | 1 |

commit to user



*Prarancangan Pabrik N-Butanol
Dengan Proses Hidrogenasi N-Butil Butirat
Kapasitas 50.000 ton/tahun*

| | | |
|----|------------------------------------|----|
| 8 | Kepala Bagian LITBANG | 1 |
| 9 | Kepala Bagian Teknik | 1 |
| 10 | Kepala Bagian Umum | 1 |
| 11 | Kepala Bagian Keuangan | 1 |
| 12 | Kepala Bagian Pemasaran | 1 |
| 12 | Kepala Seksi Proses | 1 |
| 14 | Kepala Seksi Pengendalian | 1 |
| 15 | Kepala Laboratorium | 1 |
| 16 | Kepala Seksi Safety dan Lingkungan | 1 |
| 17 | Kepala Seksi Pemeliharaan | 1 |
| 18 | Kepala Seksi Utilitas | 1 |
| 19 | Kepala Seksi Administrasi Keuangan | 1 |
| 20 | Kepala Seksi Keuangan | 1 |
| 21 | Kepala Seksi Pembelian | 1 |
| 22 | Kepala Seksi Personalia | 1 |
| 23 | Kepala Seksi Humas | 1 |
| 24 | Kepala Seksi Keamanan | 1 |
| 25 | Kepala Seksi Pemasaran | 1 |
| 26 | Kepala Seksi Penjualan | 1 |
| 27 | Karyawan Proses | 40 |
| 28 | Karyawan Pengendalian | 10 |
| 29 | Karyawan Laboratorium | 8 |

commit to user



*Prarancangan Pabrik N-Butanol
Dengan Proses Hidrogenasi N-Butil Butirat
Kapasitas 50.000 ton/tahun*

| | | |
|--------------|-----------------------|------------|
| 30 | Karyawan Pemeliharaan | 10 |
| 31 | Karyawan Utilitas | 15 |
| 32 | Karyawan Administrasi | 6 |
| 33 | Karyawan Keuangan | 6 |
| 34 | Karyawan Pembelian | 6 |
| 35 | Karyawan Personalia | 4 |
| 36 | Karyawan Humas | 4 |
| 37 | Karyawan Keamanan | 15 |
| 38 | Karyawan Pemasaran | 6 |
| 39 | Karyawan Penjualan | 6 |
| 40 | Dokter | 4 |
| 41 | Perawat | 4 |
| 42 | Sopir | 10 |
| 43 | Pesuruh | 6 |
| TOTAL | | 198 |

Tabel V.3. Perincian golongan dan gaji karyawan

| Gol. | Jabatan | Gaji/Bulan |
|------|----------------|-------------------|
| I | Direktur Utama | Rp. 30.000.000,00 |
| II | Direktur | Rp. 20.000.000,00 |
| III | Staff Ahli | Rp. 9.000.000,00 |
| IV | Litbang | Rp. 7.000.000,00 |

commit to user



| | | |
|------|----------------|----------------------|
| V | Kepala Bagian | Rp. 6.000.000,00 |
| VI | Kepala Seksi | Rp. 4.500.000,00 |
| VII | Sekretaris | Rp. 3.000.000,00 |
| VIII | Karyawan Biasa | s/d Rp. 3.000.000,00 |

V.7. Kesejahteraan Sosial Karyawan

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

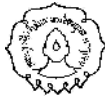
1. Tunjangan

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

2. Cuti

- Cuti tahunan diberikan kepada setiap karyawan selama 12 hari kerja dalam satu tahun.
- Cuti sakit diberikan kepada karyawan yang menderita sakit berdasarkan keterangan dokter.
- Cuti hamil diberikan kepada karyawan yang hendak melahirkan, masa cuti berlaku selama 1 bulan sebelum melahirkan sampai 2 bulan sesudah melahirkan.

commit to user



3. Pakaian Kerja

Diberikan kepada setiap karyawan setiap tahun sejumlah tiga pasang.

4. Pengobatan

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

5. Asuransi Tenaga Kerja

Asuransi tenaga kerja diberikan oleh perusahaan bila jumlah karyawan lebih dari 10 orang atau dengan gaji karyawan lebih besar dari Rp. 1.000.000,00 per bulan.

V.8. Manajemen Perusahaan

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

Manajemen produksi meliputi manajemen perancangan dan pengendalian produksi. Tujuan perencanaan dan pengendalian produksi mengusahakan perolehan kualitas produk sesuai target dalam jangka waktu tertentu. Dengan

commit to user



meningkatnya kegiatan produksi maka selayaknya diikuti dengan kegiatan perencanaan dan pengendalian agar penyimpangan produksi dapat dihindari.

Perencanaan sangat erat kaitannya dengan pengendalian dimana perencanaan merupakan tolak ukur bagi kegiatan operasional sehingga penyimpangan yang terjadi dapat diketahui dan selanjutnya dikembalikan pada arah yang sesuai.

V.8.1. Perencanaan Produksi

Dalam menyusun rencana produksi secara garis besar ada direktur keuangan dan umum. Hal yang perlu dipertimbangkan yaitu faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal adalah kemampuan pabrik sedangkan faktor eksternal adalah faktor yang menyangkut kemampuan pasar terhadap jumlah produk yang dihasilkan. Dipengaruhi oleh keandalan dan kemampuan mesin yaitu jam kerja efektif dan beban yang diterima.

1. Kemampuan Pasar

Dapat dibagi menjadi 2 kemungkinan, yaitu :

- Kemampuan pasar lebih besar dibandingkan kemampuan pabrik, maka rencana produksi disusun secara maksimal.
- Kemampuan pasar lebih kecil dari kemampuan pabrik.

Ada tiga alternatif yang dapat diambil :

- Rencana produksi sesuai kemampuan pasar atau produksi diturunkan sesuai dengan kemampuan pasar, dengan mempertimbangkan untung dan rugi.



- Rencana produksi tetap dengan mempertimbangkan bahwa kelebihan produksi disimpan dan dipasarkan tahun berikutnya.
- Mencari daerah pemasaran baru.

2. Kemampuan Pabrik

Pada umumnya kemampuan pabrik ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain

- Bahan Baku

Dengan pemakaian yang memenuhi kualitas dan kuantitas, maka akan mencapai jumlah produk yang diinginkan.

- Tenaga kerja

Kurang terampilnya tenaga kerja akan menimbulkan kerugian, sehingga diperlukan pelatihan agar kemampuan kerja keterampilannya meningkat dan sesuai dengan yang diinginkan.

- Peralatan (Mesin)

Ada dua hal yang mempengaruhi kehandalan dan kemampuan mesin, yaitu jam kerja mesin efektif dan kemampuan mesin. Jam kerja mesin efektif adalah kemampuan suatu alat untuk beroperasi pada kapasitas yang diinginkan pada periode tertentu. Kemampuan mesin adalah kemampuan mesin dalam memproduksi.

V.8.2. Pengendalian Produksi

Setelah perencanaan produksi disusun dan proses produksi dijalankan, perlu adanya pengawasan dan pengendalian produksi agar proses berjalan baik.

Kegiatan proses produksi diharapkan menghasilkan produk dengan mutu sesuai *commit to user*



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

a. Pengendalian Kualitas

Penyimpangan kualitas terjadi karena mutu bahan baku tidak baik, kerusakan alat, dan penyimpangan operasi. Hal - hal tersebut dapat diketahui dari monitor atau hasil analisis laboratorium.

b. Pengendalian Kuantitas

Penyimpangan kuantitas terjadi karena kesalahan operator, kerusakan mesin, keterlambatan bahan baku serta perbaikan alat yang terlalu lama. Penyimpangan perlu diketahui penyebabnya, baru dilakukan evaluasi. Kemudian dari evaluasi tersebut diambil tindakan seperlunya dan diadakan perencanaan kembali dengan keadaan yang ada.

c. Pengendalian Waktu

Untuk mencapai kuantitas tertentu perlu adanya waktu tertentu pula.

d. Pengendalian Bahan Proses

Bila ingin dicapai kapasitas produksi yang diinginkan maka bahan proses harus mencukupi sehingga diperlukan pengendalian bahan proses agar tidak terjadi kekurangan.



BAB VI

ANALISA EKONOMI

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

Evaluasi kelayakan pendirian pabrik *n*-butanol dengan kapasitas 50.000 ton/tahun :

VI.1. Dasar Perhitungan

Kapasitas produksi : 50.000 ton/tahun

Satu tahun operasi : 330 hari

Pabrik berdiri : 2015

Harga bahan baku butyl butyrate: US \$ 2.76 / kg

Harga bahan baku hidrogen : US \$ 1.39 / kg

(<http://alibaba.com/supplier.htm>)

commit to user



Katalis Cu/ZnO/Al₂O₃ : US \$ 1.15 / kg
(<http://platynumtoday.com/catalist-pricing.htm>)

Harga n-Butanol : US \$ 5.16 / kg
(<http://icis.com/pricing/comodity/butanol.htm>)

VI.2. Penafsiran Harga Peralatan

Harga peralatan proses tiap alat tergantung pada kondisi ekonomi yang sedang terjadi. Untuk mengetahui harga peralatan yang pasti setiap tahun sangat sulit sehingga diperlukan suatu metode atau cara untuk memperkirakan harga suatu alat dari data peralatan serupa tahun-tahun sebelumnya. Penentuan harga peralatan dilakukan dengan menggunakan data indeks harga.

Tabel VI.1. Indeks Harga Alat

(Tabel 6-2 Peters & Timmerhaus, 2002)

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

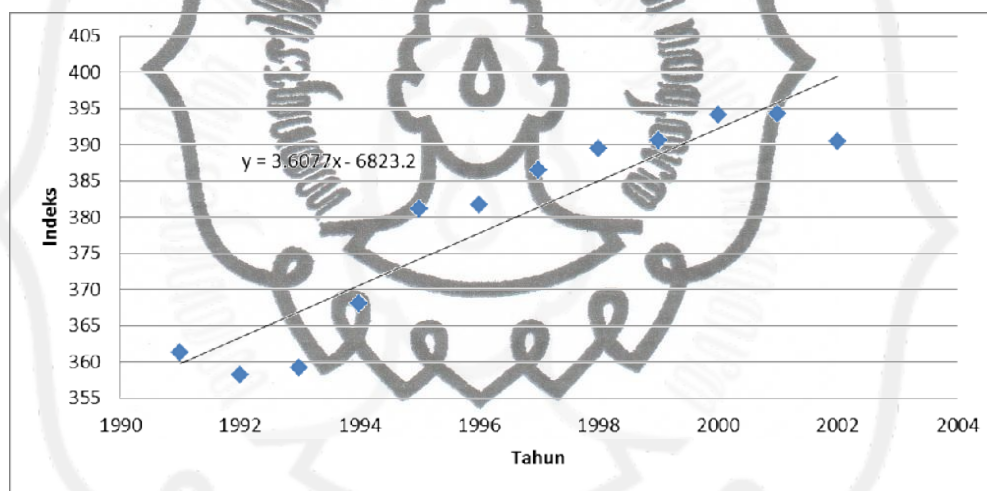
commit to user



Tabel VI.1. Indeks Harga Alat (lanjutan)

(Tabel 6-2 Peters & Timmerhaus, 2002)

| | |
|------|-------|
| 2000 | 394,1 |
| 2001 | 394,3 |
| 2002 | 390,4 |



Gambar VI.1. *Chemical Engineering Cost Index*

Dengan asumsi kenaikan indeks linear, maka dapat diturunkan persamaan *least square* sehingga didapatkan persamaan berikut :

$$Y = 3,6077 X - 6832,2 \quad (VI.1)$$

Jika $X = 2015$ maka Y (indeks tahun 2015) adalah 446,32. Harga alat dan yang lainnya diperkirakan pada tahun evaluasi (2015) dan dilihat dari grafik pada

commit to user



referensi. Untuk mengestimasi harga alat tersebut pada masa sekarang digunakan persamaan :

$$E_x = E_y \cdot \frac{N_x}{N_y}$$

E_x = Harga pembelian pada tahun 2015

E_y = Harga pembelian pada tahun referensi

N_x = Indeks harga pada tahun 2015

N_y = Indeks harga pada tahun referensi

(Peters & Timmerhaus, 2002)

VI.3. Penentuan *Total Capital Investment* (TCI)

Capital Investment adalah banyaknya pengeluaran - pengeluaran yang diperlukan untuk fasilitas - fasilitas produktif dan untuk menjalankannya.

Capital Investment meliputi : *Fixed capital investment* dan *working capital investment*

Asumsi - asumsi dan ketentuan yang digunakan dalam analisa ekonomi :

1. Proses yang dijalankan adalah proses kontinyu
2. Kapasitas produksi adalah 50.000 ton/tahun
3. Jumlah hari kerja adalah 330 hari per tahun
4. *Shut down* pabrik dilaksanakan selama 30 hari dalam satu tahun untuk perbaikan alat-alat pabrik
5. Modal kerja yang diperhitungkan selama 1 bulan
6. Umur alat - alat pabrik diperkirakan 9 tahun

commit to user



7. Nilai rongsokan (*Salvage Value*) adalah nol
8. Situasi pasar, biaya dan lain - lain diperkirakan stabil selama pabrik beroperasi
9. Kurs rupiah yang dipakai Rp. 9000,00

VI.3.1. Fixed Capital Investment (FCI)

Fixed Capital Investment (Modal tetap) adalah investasi yang digunakan untuk mendirikan fasilitas produksi dan pembantunya.

Tabel VI.2. *Fixed Capital Investment*

| No | Jenis | Rp. |
|----------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|
| 1 | Purchase equipment cost (PEC) | 4.828.734.335,37 |
| 2 | Instalasi | 174.789.196.548,89 |
| 3 | Pemipaan | 7.959.563.870.137,77 |
| 4 | Instrumentasi | 33.526.393.081,66 |
| 5 | Isolasi | 28.780.083.440,83 |
| 6 | Listrik | 29.020.489.844,44 |
| 7 | Bangunan | 1.030.313.158,33 |
| 8 | tanah dan perbaikan | 7.946.469.035,28 |
| 9 | Utilitas | 5.073.137.617,75 |
| Physical Plant Cost | | 8.244.558.687.200,32 |
| 10. | <i>Engineering & Construction</i> | 1.648.911.737.440,06 |
| Direct Plant Cost | | 9.893.470.424.640,38 |
| 11. | <i>Contractor's fee</i> | 395.738.816.985,62 |

commit to user



| | | |
|--|--------------------|------------------------------|
| 12. | <i>Contingency</i> | 989.347.042.464,04 |
| <i>Fixed Capital Investment (FCI)</i> | | 11.278.556.284.090,00 |

VI.3.2. Working Capital Investment (WCI)

Working Capital (Modal Kerja) adalah bagian yang diperlukan untuk menjalankan usaha atau modal dalam operasi dari suatu pabrik selama waktu tertentu dalam harga lancar.

Diestimasi = Rp 1.815.143.313.039,49

VI.3.3. Total Capital Investment (TCI)

$$\begin{aligned} \text{TCI} &= \text{FCI} + \text{WCI} \\ &= \text{Rp } 13.093.699.597.129,50 \end{aligned}$$

VI.4. Penentuan Manufacturing Cost (TMC)

Total Manufacturing Cost (Biaya pengeluaran) merupakan jumlah *direct manufacturing cost*, *indirect manufacturing cost*, dan *fixed manufacturing cost* yang bersangkutan dengan produk.

VI.4.1. Direct Manufacturing Cost (DMC)

Direct Manufacturing Cost merupakan pengeluaran yang bersangkutan langsung dalam pembuatan produk.



Tabel VI.3. *Direct Manufacturing Cost*

| No. | Jenis | Rp. |
|---|-----------------------------|-----------------------------|
| 1. | Harga Bahan Baku | 1.293.446.101.229,53 |
| 2. | Gaji Pegawai | 1.656.000.000 |
| 3. | Supervisi | 1.344.000.000 |
| 4. | <i>Maintenance</i> | 676.713.377.045,40 |
| 5. | <i>Plant Supplies</i> | 101.507.006.556,81 |
| 6. | <i>Royalty & Patent</i> | 116.065.977.889,31 |
| 7. | Utilitas | 247.336.760.616,01 |
| <i>Direct Manufacturing Cost</i> | | 2.438.069.223.337,06 |

VI.4.2. Indirect Manufacturing Cost (IMC)

Indirect Manufacturing Cost adalah pengeluaran sebagai akibat pengeluaran tidak langsung dari operasi pabrik.

Tabel VI.4. *Indirect Manufacturing Cost*

| No. | Jenis | Rp. |
|---|-------------------------------|-----------------------------|
| 1. | <i>Payroll Overhead</i> | 248.400.000 |
| 2. | <i>Laboratory</i> | 165.600.000 |
| 3. | <i>Plant Overhead</i> | 828.000.000 |
| 4. | <i>Packaging and Shipping</i> | 150.885.771.2561,03 |
| <i>Indirect Manufacturing Cost</i> | | 1.510.099.712.561,03 |

commit to user



VI.4.3. Fixed Manufacturing Cost (FMC)

Fixed Manufacturing Cost merupakan harga yang berkenaan dengan *fixed capital* dan pengeluaran yang bersangkutan dengan *fixed capital* dimana harganya tetap, tidak tergantung waktu maupun tingkat produksi.

Tabel VI.5. *Fixed Manufacturing Cost*

| No. | Jenis | Rp. |
|--|---------------------|-----------------------------|
| 1. | Depresiasi | 902.284.502.727,20 |
| 2. | <i>Property Tax</i> | 112.785.562.840,90 |
| 3. | Asuransi | 112.785.562.840,90 |
| <i>Fixed Manufacturing Cost</i> | | 1.127.855.628.409,00 |

VI.4.4. Total Manufacturing Cost (TMC)

$$\begin{aligned} \text{TMC} &= \text{DMC} + \text{IMC} + \text{FMC} \\ &= \text{Rp. } 5.076.024.564.307,09 \end{aligned}$$

VI.5. Penentuan Total Production Cost (TPC)

Total Production Cost (TPC) adalah biaya total *Manufacturing Cost* dan *General Expense*

VI.5.1. General Expense (GE)

General Expense (Biaya pengeluaran umum) adalah pengeluaran yang tidak berkaitan dengan produksi tetapi berhubungan dengan operasional perusahaan secara umum.

commit to user



Tabel VI.6. *General Expense*

| No. | Jenis | Rp. |
|-----------------------------|-----------------|---------------------------|
| 1. | Administrasi | 2.540.000.000 |
| 2. | <i>Sales</i> | 232.131.955.778,62 |
| 3. | <i>Research</i> | 232.131.955.778,62 |
| 4. | <i>Finance</i> | 225.571.125.681,80 |
| General Expense (GE) | | 689.835.037.239,04 |

VI.5.2. Total Production Cost (TPC)

$$\begin{aligned} TPC &= TMC + GE \\ &= \text{Rp. } 5.765.859.601.546,13 \end{aligned}$$

VI.6. Profitability

Profitability (keuntungan) adalah selisih antara total penjualan produk dengan total biaya produksi yang dikeluarkan. *Profitability* sebelum pajak dapat diketahui dengan perhitungan dibawah ini :

$$\begin{aligned} \textit{Profitability} &= \text{Total penjualan produk} - \text{Total biaya produksi} \\ \textit{Profitability} &= \text{Rp. } 11.606.597.788.931 - \text{Rp. } 5.765.859.601.546,13 \\ &= \text{Rp. } 5.840.738.187.384,85 \end{aligned}$$

(Peters & Timmerhaus, 2002)

Jika pajak sebesar 25% dari *profitability* sebelum pajak maka akan didapat *profitability* setelah pajak sebesar Rp. 4.380.553.640.538,64

commit to user



VI.7. Analisis Kelayakan

1. % Profit on Sales (POS)

Adalah persen keuntungan penjualan produk terhadap harga jual produk itu sendiri.

$$\text{POS} = \frac{\text{Keuntungan}}{\text{Penjualan tahunan}} \times 100\%$$

Besarnya POS pabrik *n*-butanol ini adalah :

$$\text{POS sebelum pajak} = 50,32 \%$$

$$\text{POS setelah pajak} = 37,74 \%$$

2. % Return on Investment (ROI)

Adalah tingkat pengembalian modal dari pabrik ini, dimana untuk *industrial chemical* yang tergolong *high risk*, mempunyai batasan ROI minimum sebelum pajak sebesar 44 % (Aries Newton,1954).

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

$$\text{ROI sebelum pajak} = 51,79 \%$$

$$\text{ROI setelah pajak} = 38,84 \%$$

3. Pay Out Time (POT)

Adalah waktu yang diperlukan untuk pengembalian *capital investment* dari keuntungan yang diperoleh sebelum dikurangi depresiasi. Besarnya POT untuk pabrik yang beresiko tinggi sebelum pajak adalah kurang dari 2 tahun.

commit to user



$$POT = \left(\frac{FCI}{\text{Profit} + \text{Depresiasi}} \right) \times 100\%$$

Besarnya POT untuk pabrik *n*-butanol yang akan didirikan ini adalah :

POT sebelum pajak = 1,67 tahun

POT setelah pajak = 2,13 tahun

4. Break Event Point (BEP)

Adalah besarnya kapasitas produksi minimum yang diperlukan agar pabrik tetap dapat beroperasi dan tidak mengalami kerugian. Besarnya BEP yang lazim untuk suatu pabrik adalah 40 – 60 %.

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

Fixed Manufacturing Cost (Fa) = Rp. 1.127.855.628.409

a. Variable Cost (Va)

Tabel VI.7. *Variable Cost*

| NO | JENIS | HARGA (Rp) |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|
| 1. | Raw material | 1.293.446.101.229,53 |
| 2. | Packaging and Transport | 1.508.857.712.561,03 |
| 3. | Utilitas | 247.336.760.616,01 |
| 4. | Royalti | 116.065.977.889,31 |
| Variable Cost (Va) | | 3.165.706.552.296 |

commit to user



b. Regulated Cost (Ra)

Tabel VI.8. *Regulated Cost*

| NO | JENIS | HARGA (Rp) |
|----------------------------|------------------|--------------------------|
| 1. | Labor | 1.656.000.000,00 |
| 2. | Supervisi | 1.344.000.000,00 |
| 3. | Payroll overhead | 248.400.000,00 |
| 4. | Plant overhead | 828.000.000,00 |
| 5. | Laboratorium | 165.600.000,00 |
| 6. | General Expense | 689.835.037.239,04 |
| 7. | Maintenance | 676.713.377.045,40 |
| 8. | Plant supplies | 101.507.006.556,81 |
| Regulated Cost (Ra) | | 1.472.297.420.841 |

Sales Annual Cost (Sa)= Rp. 11.606.597.788.931

Besarnya BEP untuk pabrik n-butanol ini adalah 53,18

5. Shut Down Point (SDP)

Adalah besarnya kapasitas produksi yang diperlukan agar pabrik bisa tetap melakukan operasi meski mengalami kerugian sebesar biaya *fixed manufacturing cost*.

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

Sehingga didapat SDP untuk pabrik n-butanol yang akan didirikan ini adalah sebesar 30,96 %.

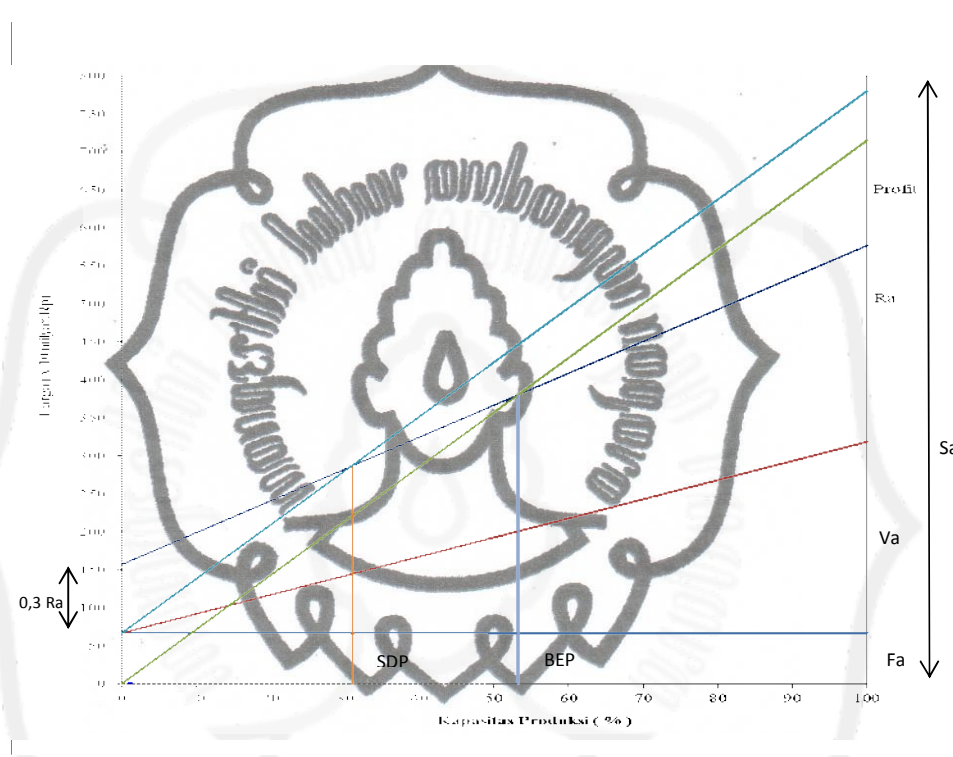
commit to user



6. Discounted Cash Flow (DCF)

Adalah perbandingan besarnya persentase keuntungan yang diperoleh terhadap *capital investment* dibandingkan dengan tingkat bunga yang berlaku di bank.

dari perhitungan DCF diperoleh nilai $i = 30,24 \%$.



Gambar VI.2. Grafik Analisa Kelayakan

Keterangan :

Fa = Fixed manufacturing cost

Va = Variabel cost

Ra = Regulated cost

Sa = Penjualan (sales)

SDP = Shut down point

BEP = Break even point

commit to user



Tabel VI.9. Analisis Kelayakan

| Keterangan | Perhitungan | Batasan |
|--|-------------|--|
| 1. Persen Return of Investment (% ROI) | | |
| ROI sebelum pajak | 51,79 % | min. 44 % (resiko tinggi) (Aries, Newton) |
| ROI setelah pajak | 38,84 % | |
| 2. Pay Out Time (POT) | | |
| POT sebelum pajak, | 1,67 | maks. 2 tahun (resiko tinggi) (Aries, Newton) |
| POT setelah pajak | 2,13 | |
| 3. Break Even Point (BEP) | 53,18 % | 40 - 60 % |
| 4. Shut Down Point (SDP) | 30,96 % | - |
| 5. Discounted Cash Flow (DCF) | 30,24 % | di atas bunga pinjaman bank di Indonesia (14 %) |

Dari analisis ekonomi yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa pendirian pabrik *n*-butanol dengan kapasitas 50.000 ton per tahun layak dipertimbangkan untuk direalisasikan pembangunannya.