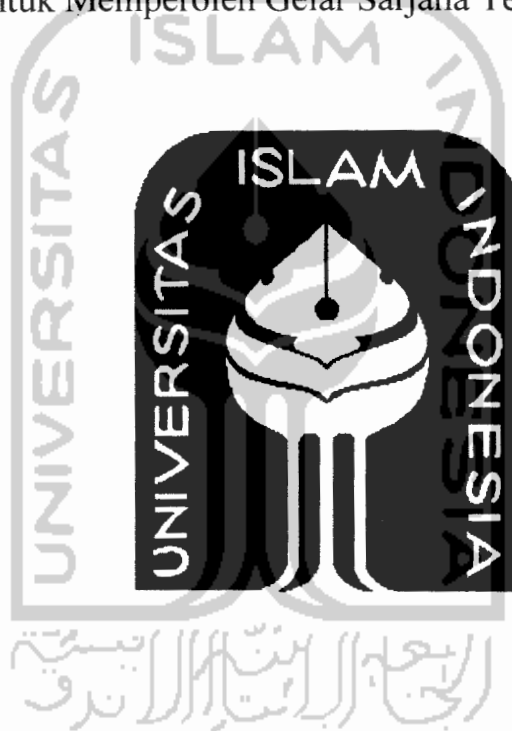


**PRA RANCANGAN
PABRIK BENZYL ALKOHOL DARI
BENZYL KLORIDA DAN NATRIUM KARBONAT
KAPASITAS 5.000 TON / TAHUN**

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia



Disusun Oleh :

Anggi Wahyuni

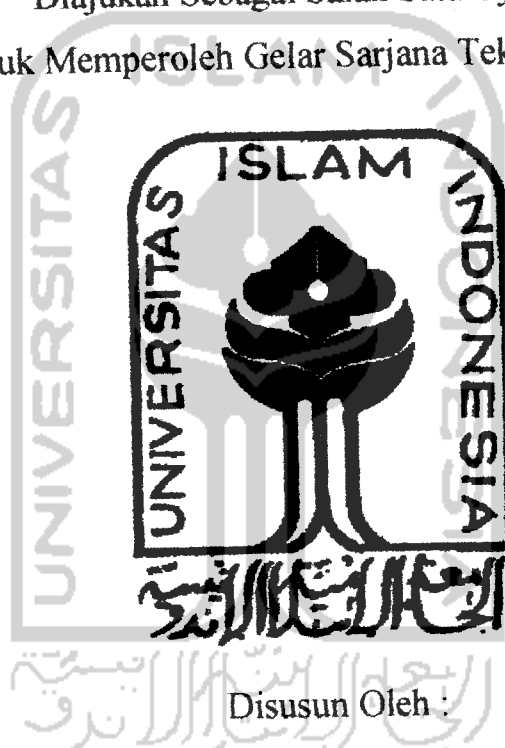
03 521 121

**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2007**

**PRA RANCANGAN
PABRIK BENZYL ALKOHOL DARI BENZYL
KLORIDA DAN NATRIUM KARBONAT
KAPASITAS 5.000 TON / TAHUN**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia



Disusun Oleh :

Anggi Wahyuni 03 521 121

Harry Siddik S 03 521 196

**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2007**

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

PRA RANCANGAN PABRIK BENZYL ALKOHOL DARI BENZYL KLORIDA DAN NATRIUM KARBONAT KAPASITAS 5.000 TON / TAHUN

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia

Disusun Oleh :

Nama : Anggi Wahyuni

No.Mhs : 03 521 121

Yogyakarta, November 2007

Dosen Pembimbing I



(Dra. Hj. Kamariah Anwar, Msc)

Dosen Pembimbing II



(Ir. H. Muhadi Ayub Washito, M.Eng)

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI
PABRIK BENZYL ALKOHOL DARI BENZYL KLORIDA
DAN NATRIUM KARBONAT
KAPASITAS 5.000 TON / TAHUN

TUGAS AKHIR

oleh:

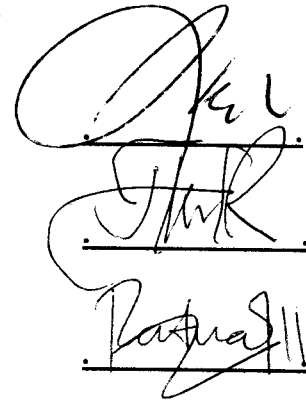
Anggi Wahyuni
NIM. 03 521 121

Telah dipertahankan di depan Sidang Penguji sebagai salah satu syarat untuk memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, November 2007

Tim Penguji,

1. Dra. Hj. Kamariah Anwar, MS.
Ketua
2. Faisal RM, Drs.Ir.,MSIE.,Ph.D
Anggota I
3. Ratna Sri Harjanti, ST
Anggota II



Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



Dra. Hj. Kamariah Anwar, MS.

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL TUGAS AKHIR
PRA RANCANGAN
PABRIK BENZYL ALKOHOL DARI BENZYL KLORIDA DAN
NATRIUM KARBONAT
KAPASITAS 5.000 TON / TAHUN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini,

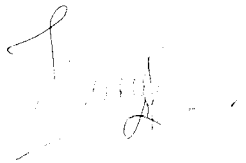
Anggi Wahyuni
NIM. 03 521 121

Harry Siddik S
NIM. 03 521 196

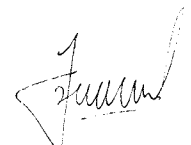
Menyatakan bahwa seluruh hasil **prarancangan** pabrik saya ini adalah karya saya sendiri. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa ada beberapa bagian dari karya saya ini adalah bukan hasil karya saya sendiri, maka saya siap menanggung resiko dan konsekuensi apapun.

Demikian pernyataan ini saya buat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

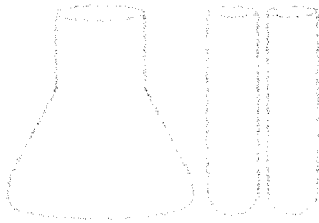
Yogyakarta, Desember 2007



(Anggi Wahyuni)



(Harry Siddik S)



“Allah pasti akan mengangkat orang-orang yang beriman dan berpengetahuan beberapa tingkat lebih tinggi”

“Hai orang-orang yang beriman, mintalah pertolongan (kepada Allah) dengan sabar dan (mengerjakan) shalat, sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar”. (Q.S. Al-Baqarah : 153)

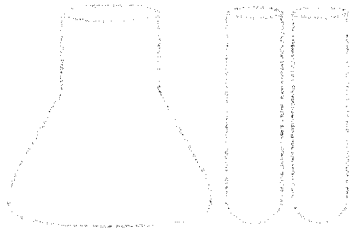
“Tak ada yang sulit di dunia ini asalkan kita berani untuk mencoba dan jangan malu akan kegagalan, karena kegagalan awal sebuah kesuksesan”

HALAMAN PERSEMBAHAN

TUGAS AKHIR INI KUPERSEMBAHKAN KEPADA:

- ✚ Allah SWT Rabb Semesta Alam
- ✚ Junjungan Nabi Besar Muhammad SAW,
- ✚ Kedua orang tuaku
- ✚ Adik-adikku Tercinta (Alm. Aden, Resti dan Rio)
- ✚ Keluarga besarku di Bangka
- ✚ Almamater





terima kasih atas segala nikmat yang telah Engkau limpahkan kepada Hamba-Mu ini.

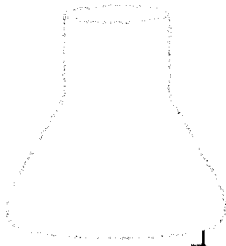
yang telah mengantarkan seluruh umat manusia pada dunia nyata yang penuh rahmat dan kedamaian kasih sayang sehingga kita mampu menikmati kemerdekaan yang selama ini kita rasakan.

Makasih ya Bapak Ayub dan Ibu Kamariah telah memberikan ilmu dan waktunya untuk membimbing dengan penuh kesabaran. Hanya Allah SWT yang dapat membalas apa yang telah Bapak dan ibu berikan.

Yang selalu mendukung ku, memberikan ku kasih sayang yang tiada bisa tergantikan dengan apapun.

AK Yuni yakin suatu saat adikku Resti dan Rio yang paling kusayang ini akan rajin dalam beribadah dan belajar n jangan lupa, Doakan abang Aden terus serta jangan buat kecewa orang tua kite....

Abang Reza, AK Irma (makasi atas semangat dan doa e), adek kiki, adek aga, bang heri, andi, yudi, adek diyat dan adek nisa Kalian selalu memberikan keceriaan dalam keluarga besar kite. Love u.....



➡ Harry, partner TA ku.....

Makasi banyak y ty atas segalanya yang telah hary lakukan untuk Yuni, dan untuk keluarga hary. makasi banyak y telah membantu Yuni selama ini. Hanya Allah SWT yang bisa ngobales setiap kebaikan Hary dan keluarga Hary.

➡ Temen2ku di kampus (mpok eka, mpok lin and mpok sof, vivi)

Pengen banget ngumpul bareng lagi. Tetap semangat ya friends n thanks banget atas persahabatannya selama Yuni mencari ilmu di kampus ITI dan makasi banget dah jadi tempat curhat Yuni selama ini. Untuk cici, makasi banget dah ngasi doa dan semangat untuk Yuni, kenangan Kp m penelitian ga akan terlupakan.

➡ Anak Kos lama (Wisma gading): Esti (makasi ya ti dah mau nemeni

Yuni kemana-mana), Gina (ayo semangat Gin, tetap berusaha dan yakinlah selalu ada jalan keluar), Lisa (makasi ya sa atas pinjaman laptopnya), Ima, Adek rifa, adek Lia, adek Rohmi, dan adek saras (yang rajin kuliahnya, jangan suka bolos ya), for all thanks ya atas doanya, semangatnya, persahabatannya dan rasa kekeluargaan yang tinggi dari kalian semua. Semoga kita tetap menjadi sodara.

➡ Anak kos baru (griya annisa) : Vita, Mbak Tika, Tika, Rafimi

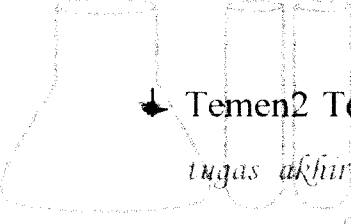
makasi ya dah memberikan semangat dan persahabatan untuk Yuni.

➡ Temen2 ku di Mentok

Rohani, Eca, Muna, Heni dan teteh Rika thanks banget yo atas doa dan dukungannya. Makaci!!!! banget.

➡ Temen-temen SMA ku (Agung, Regathia, Zefri, Joko, n Novita)

Makasi banyak atas doa serta supportnya, keep our friendship okey



↳ **Temen2 Tekkim 03** : *to deden, makasi banyak y den selama ngerjain tugas akhir ini deden dah mau direpotin ma Yuni dan Harry, dah menyempatkan waktunya untuk ngajarin Yuni dan makasi banget atas nasehat nasehatnya n for all tekim 03, tetep semangat. keep our frienship, ayo buruan lulus.....*

↳ **Semua orang yang telah membantu dalam menyusun TA ini yang gak dapat disebutkan namanya satu persatu.**



KATA PENGANTAR



Segala puji bagi Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Shalawat dan salam semoga selalu tercurahkan atas junjungan kita Nabi Muhammad SAW, sahabat serta para pengikutnya.

Penyusunan tugas akhir yang berjudul **“PRA RANCANGAN PABRIK BENZYL ALKOHOL DARI BENZYL KLORIDA DAN NATRIUM KARBONAT KAPASITAS 5.000 TON / TAHUN”**, merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta.

Atas terselesaikannya laporan Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan ini kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Ir. Fathul Wahid MSc., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri.
2. Ibu Dra. Kamariah Anwar MS, selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia, dan selaku dosen pembimbing I, semoga bekal yang ibu berikan dapat jauh lebih berguna lagi nantinya bagi saya.
3. Bapak Ir. Muhadi Ayub Washito, M. Eng., selaku dosen pembimbing II yang dengan kesabaran dan kebijaksanaan dalam membimbing hingga kami dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Seluruh civitas akademika di lingkungan jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

5. Semua pihak yang telah membantu penulis hingga terselesaikannya laporan ini.

Penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan tugas akhir ini, karena penyusun sadar masih banyak kekurangan yang terdapat pada tugas akhir ini untuk diperbaiki. Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua. Amin.

Jogjakarta, November 2007.

Anggi Wahyuni
(03 521 121)



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PENGUJI.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL TUGAS AKHIR.....	iv
MOTTO.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vi
UCAPAN TERIMA KASIH.....	vii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Tinjauan Pustaka.....	3
BAB II. PERANCANGAN PRODUK	
2.1. Spesifikasi Produk.....	7
2.2. Spesifikasi Bahan Baku.....	8
2.3. Pengendalian Kualitas.....	11
BAB III. PERANCANGAN PROSES	
3.1. Uraian Proses.....	13

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1. Neraca massa <i>overall</i>	79
Tabel 4.2. Neraca massa di sekitar reaktor	80
Tabel 4.3. Neraca massa di sekitar dekanter	80
Tabel 4.4. Neraca massa di sekitar menara distilasi-01	81
Tabel 4.5. Neraca massa di sekitar menara distilasi-02	82
Tabel 4.6. Neraca panas di sekitar reaktor	84
Tabel 4.7. Neraca panas di sekitar menara distilasi-01	85
Tabel 4.8. Neraca panas di sekitar menara distilasi-02	85
Tabel 4.9. Jadwal kerja masing-masing regu	119
Tabel 4.10. Jabatan, pengalaman dan prasyarat	120
Tabel 4.11. Jumlah karyawan	123
Tabel 4.12. Penggolongan jabatan, jumlah karyawan dan gaji	125
Tabel 4.13. Harga indeks	132
Tabel L.1. Kecepatan volumetri umpan	149
Tabel L.2. Harga indeks Aries Newton	153
Tabel L.3. Perhitungan harga reaktor	154
Tabel L.4. Neraca massa di reaktor dengan konversi $X_{A1} = 0,72$	157
Tabel L.5. Data perhitungan panas umpan masuk reaktor	158
Tabel L.6. Data perhitungan panas umpan keluar reaktor	158
Tabel L.7. Neraca panas reaktor	160

Tabel L.8. Neraca Massa di menara destilasi	180
Tabel L.9. Data Konstanta Antoine	181
Tabel L.10. Kondisi operasi umpan	181
Tabel L.11. Kondisi operasi atas	182
Tabel L.12. Kondisi operasi bawah	182



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 3.1. Diagram alir kualitatif	17
Gambar 4.1. Tata letak pabrik	74
Gambar 4.2. Tata letak alat proses	77
Gambar 4.3. Diagram alir kuantitatif	83
Gambar 4.4. Diagram pengolahan air	94
Gambar 4.5. Struktur organisasi perusahaan	107
Gambar 4.6. Grafik hubungan kapasitas produksi dengan biaya	144
Gambar L.1. Gambar satu reaktor	152
Gambar L.2. Penampang head reaktor	162
Gambar L.3. Penampang pengaduk RATB	166
Gambar L.4. Reaktor RATB	179
Gambar L.5. Menara Distilasi	203

ABSTRACT

Preliminary design of Benzyl Alcohol with capacity 5,000 ton/year is plant to be built in industry area Gresik-East Java, in the area of land 50000 m². This chemical plant will be operated for 330 day/year or 24 hours a day with 150 employees.

Raw material neededs is Benzyl Chloride 0.7781 ton/hour, Sodium Carbonat 0.4479 ton/hour, and Water 0.6719 ton/hour. The production process will be operated at temperature 100°C, at pressure about of 1 atm using Continuous Steared Tank Reaktor (CSTR) with convesion 72% . The utiliy consist of 11,145.68 kg/hour of cooling water, 806.2285 kg/hour of processing water, 3504.167 kg/hour of housing water, 121.8459 kg/hour of steam, 214.2159 m³/hour of fuel while the power of electricity of about 114.664 kwh provided by PLN. This chemical plant also use generator set as reserve.

An economic analysis shows thats this chemical plant need to be covered by fixed capital of about Rp.179,430,684,521.36 working capital of about Rp.51,298,627,745.51. The profit before tax is Rp.39,731,020,047.53 while the profit after tax is Rp.19,865,510,024. Percentage of return on investemen (ROI) before tax is 22.1428% while after tax is 11.0714%. Pay out time (POT) after tax is 3.1111 years while after tax is 4,7458 years. The value of break even point (BEP) for about 40.6890% and shut down point (SDP) of about 14.5106%. Based on the economic analysis, It is concluded that plant design of Benzyl Alcohol with capacity 5,000 ton/years visible to be built.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

1.1.1 Latar Belakang Masalah

Dengan semakin berkembangnya zaman, kebutuhan suatu negara di berbagai sektor semakin meningkat baik dari sektor pangan, perdagangan, pendidikan maupun industri. Kebijakan yang diambil oleh pemerintah adalah mendukung seluruh sektor sehingga dapat berjalan seimbang dan mencukupi kebutuhan hidup bangsa, serta mengejar ketinggalan dari negara lain.

Pada saat ini kebutuhan Benzyl alkohol dalam negeri masih diimpor dari luar negeri seperti Jepang, Taiwan, China, Australia, Belanda dan Perancis. Benzyl alkohol merupakan senyawa yang banyak digunakan sebagai bahan dasar dalam pembuatan obat-obatan, parfum, kosmetik, solven, tekstil, fotografi, dan sebagai bahan dasar industri kimia yang lain. (Kirk Othmer, 1954)

Di Indonesia juga banyak terdapat jenis pabrik yang memerlukan benzyl alkohol sebagai bahan dalam proses pabrik. Harga benzyl alkohol di Indonesia cukup mahal, sedangkan kebutuhan akan benzyl alkohol di Indonesia semakin meningkat, hal ini ditandai dengan jumlah impor benzyl alkohol yang semakin meningkat yang disebabkan oleh pesatnya industri kosmetik, obat-obatan, parfum dan tekstil dengan semakin banyaknya industri di Indonesia, khususnya industri kimia maka diperkirakan kebutuhan benzyl alkohol pada masa yang akan datang juga akan semakin meningkat. Pendirian pabrik Benzyl alkohol merupakan suatu jalan keluar untuk mengurangi ketergantungan Indonesia yang selalu mengimpor

Benzyl Alkohol dari negara lain. Selain itu, dengan semakin membaiknya perekonomian di Indonesia yang juga menjadi dasar pertimbangan dalam mendirikan Pabrik Benzyl alkohol dengan kapasitas 5000 ton/tahun diharapkan dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri.

Dengan demikian, keuntungan didirikan pabrik benzyl alkohol dari benzyl klorida dan natrium karbonat bagi pembangunan Negara antara lain :

1. Dengan didirikan pabrik benzyl alkohol di Indonesia maka akan mengurangi jumlah impor benzyl alkohol dari luar negeri sehingga dapat menghemat biaya dalam negeri.
2. Dengan semakin banyaknya pendirian pabrik benzyl alkohol berarti dapat menambah lapangan kerja dan mengurangi pengangguran.
3. Dapat menjadi tolak awal perkembangan industri yang menggunakan bahan baku benzyl alkohol antara lain industri obat-obatan, industri kosmetik, tekstil, dan industri parfum.

1.1.2. Penentuan Kapasitas Pabrik

Penentuan kapasitas perancangan pada Pra rancangan Pabrik Benzyl Alkohol dari Benzyl klorida dan Natrium karbonat berdasarkan pada pertimbangan sebagai berikut :

Kebutuhan Benzyl alkohol di Indonesia berdasarkan data yang diperoleh dari tahun 2001 sampai 2004 dapat dilihat dalam tabel berikut

Tabel 1. Kebutuhan benzyl alkohol di Indonesia dari data impor tahun 2001-2004.

No	tahun	jumlah benzyl alkohol yang diimpor (ton/tahun)
1	2001	597.338
2	2002	654.773
3	2003	944.291
4	2004	1384.728

Gambar 1. Grafik kebutuhan benzyl alkohol

Dari data tersebut didapatkan persamaan linier sebagai berikut :

$$Y = 265.17X - 530105$$

$$X = 2015$$

Dimana

$$X = \text{tahun}$$

$$Y = \text{kapasitas pabrik (ton)}$$

sehingga kapasitas pabrik tahun 2015 adalah 4212.55 ton/tahun. Untuk memenuhi kebutuhan pasar, maka kapasitas pabrik benzyl alkohol ini adalah 5000 ton/tahun.

1.2 Pemilihan Proses

Benzyl alkohol dikenal pula sebagai *alpha-hidroxy toluene* atau *phenyl methanol*, atau *phenyl carbinol*. Benzyl alkohol merupakan aromatik yang paling sederhana mempunyai rumus molekul $C_6H_5CH_2OH$.

Benzyl alkohol mempunyai ciri-ciri :

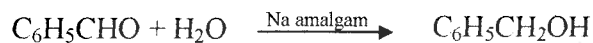
Rumus molekul	: $C_6H_5CH_2OH$
Berat molekul	: 108.140 kg/kgmol
Wujud pada 15°C, 1 atm	: cairan (Kirk Othmer, 1954).
Densitas	: 1,107 kg/liter
Titik didih, 1 atm	: 204,7 °C
Titik beku, 1 atm	: -15,3 °C
Viskositas, 25 °C	: 5,651 cP
Kapasitas panas	: 223,25 Jaule/(mol °K)
Kelarutan dalam air	: 5,1 gr air larut dalam 100 gr Benzyl Alkohol

Kegunaan benzyl alkohol :

- Benzyl alkohol digunakan sebagai campuran parfum seperti melati, tuberose dan sebagai solven untuk sintetik.
- Bahan dasar dalam pembuatan obat-obatan (bius lokal)
- Industri kosmetik menggunakan benzyl alkohol dalam bentuk bentuk emulsi, obat salep, dan lotion untuk mengurangi iritasi akibat gigitan serangga.
- Solvent untuk pewarna, lilin, gelatin, selulosa ester dll
- Dalam industri tekstil, benzyl alkohol digunakan untuk pewarnaan serat nilon.
- Fotografi
- Sebagai bahan dasar industri kimia yang lain (bahan antara untuk benzyl ester dan eter) (Kirk Othmer, 1954)

1.2.1. Proses Pembuatan Benzyl Alkohol

Untuk pertama kali benzyl alkohol dibuat secara reduksi katalis dengan benzaldehyde. Reduksi dapat diperoleh menggunakan raney nickel atau sodium amalgam dan air. Bahan pereaksi yang ekivalen dengan benzaldehyde bisa menggunakan asam benzoat atau turunan asam benzoat. Persamaan reaksinya sebagai berikut:



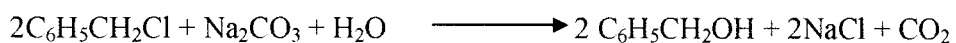
Untuk memperoleh benzyl alkohol dapat pula dilakukan dengan reaksi Cannizaro, dimana formal dehide sebagai agen pereduksi. Persamaan reaksinya sebagai berikut :



Dalam reaksi Cannizaro ini hanya setengah dari aldehyde yang tereduksi menjadi alkohol, dan setengahnya lagi teroksidasi menjadi asam. (Arthur I Vogel) Gridnard juga menemukan cara pembuatan benzyl alkohol dengan menggunakan reaksi bromobenzene dan formaldehyde (Monik J.A 1968).

Secara komersial benzyl alkohol diperoleh dengan cara hidolisa yaitu hidrolisa antara benzyl klorida dengan larutan Natrium karbonat.

Persamaan reaksinya sebagai berikut :



Untuk skala industri dari beberapa proses diatas dipilih proses hidrolisa dengan pertimbangan bahan baku pada proses pembuatan benzyl alkohol dengan cara hidrolisa lebih murah dibandingkan dengan proses lain yang lebih mahal bahan bakunya. Ditinjau dari segi ekonominya maka hal ini menguntungkan. Selain itu konversi reaksinya sekitar 70-72%.



BAB II

PERANCANGAN PRODUK

2.1 Spesifikasi Produk

2.1.1 Benzyl Alkohol

Rumus molekul	: $C_6H_5CH_2OH$
Berat molekul	: 108,140 kg/kgmol
Bentuk, 1 atm	: Cairan bening tidak berwarna
Densitas	: 1,107 kg/liter
Titik didih, 1 atm	: 204,7 °C
Titik beku, 1 atm	: -15,3 °C
Temperatur kritis	: 403,85 °C
Tekanan kritis	: 45,50 bar
Viskositas, 25 °C	: 5,651 cP
Kapasitas panas	: 223,25 Jaule/(mol °K)
Kelarutan dalam air	: 5,1 gr air larut dalam 100 gr Benzyl

Alkohol

2.1.2 Natrium klorida

Rumus molekul	: NaCl
Berat molekul	: 58,442 kg/kgmol
Densitas	: 2,165 gr/l
Bentuk	: Padat tidak berwarna
Titik didih, 1 atm	: 1465 °C
Titik beku, 1 atm	: 800,8 °C

Temperatur kritis	: 3.126,85 °C
Tekanan kritis	: 355 bar
Kelarutan	: 35,7 g/ 100 r air

2.1.3 Karbon Dioksida

Rumus molekul	: CO ₂
Berat molekul	: 44,010 kg/kgmol
Densitas, 25 °C	: 0,713 kg/ltr
Temperatur Kritis	: 304,19 °K
Tekanan Kritis	: 72,85 atm
Titik didih	: 194,67 °K
Titik beku	: 216,58 °K
Kelarutan dalam air	: 1,713 (0 °C) ; 0,759 (25 °C) Pada suhu diatas 80 °C, CO ₂ tidak dapat larut

2.2 Spesifikasi Bahan Baku dan Bahan Pembantu

2.2.1 Benzyl klorida

Rumus molekul	: C ₆ H ₅ CH ₂ Cl
Berat molekul	: 126,585 kg/kgmol
Bentuk, pada 30°C dan 1 atm	: Cairan bening tidak berwarna
Komposisi	: 99,6 % benzyl klorida 0,04 % Impuritis (tidak bereaksi)
Densitas	: 1,107 kg/liter
Titik didih normal	: 452,55 °K

Titik beku	: 234,15 ⁰ K
Temperatur Kritis	: 686 ⁰ K
Tekanan Kritis	: 39,10 bar
Kapasitas panas	: 187,41 Jaule/(mol ⁰ K)
Impuritis	: Toluene

2.2.2 Natrium Karbonat

Rumus molekul	: Na ₂ CO ₃
Berat molekul	: 105,99 kg/kgmol
Bentuk, 1 atm	: Bubuk putih
Titik lebur, 1 atm	: 851 ⁰ C
Densitas	: 2,53 kg/liter
Kemurnian	: 99 %
Berat jenis	: 2,533 kg/liter
Kelarutan	: 7,80 gram / 100 gram air (273 ⁰ K) 58,5 gram / 100 gram air (373 ⁰ K)
Impuritis	: H ₂ O

2.2.3 Air

Rumus molekul	: H ₂ O
Berat molekul	: 18.015 kg/kgmol
Bentuk	: Cairan bening
Berat jenis	: 1 kg/liter
Titik didih	: 373 ⁰ K

ΔH Peleburan	: 6,009 kJ/gmol
Suhu kritis	: 647,4 $^{\circ}$ K
Tekanan kritis	: 218,3 atm
Kapasitas panas	: 75,55 Jaule/(mol $^{\circ}$ K)
Viskositas, 25 $^{\circ}$ C	: 0,911 cP
Densitas	: 1,027 kg/liter
Kemurnian	: 100%

2.2.4 Toluene

Rumus molekul	: $C_6H_5CH_3$
Berat molekul	: 92,141 kg/kgmol
Fase	: Cair
Komposisi	: 99,6 % benzyl klorida 0,04 % Impuritis (tidak bereaksi)
Densitas	: 0,865 kg/liter
Titik didih pada 760 mmHg	: 110,63 $^{\circ}$ C
Temperatur Kritis	: 320,6 $^{\circ}$ C
Tekanan Kritis	: 40,6 atm
Kapasitas panas	: 157,49 Jaule/(mol $^{\circ}$ K)
Viskositas, 25 $^{\circ}$ C	: 0,584 cP

2.3 Pengendalian Kualitas

2.3.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Sebelum dilakukan proses produksi, dilakukan pengujian terhadap kualitas bahan baku utama dan bahan pembantu. Pengujian ini dilakukan dengan tujuan agar bahan baku yang akan digunakan sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan. Adapun parameter yang akan diukur adalah :

- 1) Kemurnian dari bahan baku benzyl klorida, natrium karbonat.
- 2) Kadar air.

2.3.2 Pengendalian Kualitas Proses

Untuk memperoleh mutu produk standar maka diperlukan pengawasan serta pengendalian terhadap proses yang ada. Pengendalian dan pengawasan jalannya produksi dilakukan dengan *Automatic Control* yang di-*setting* pada nilai tertentu. Beberapa alat kontrol yang digunakan adalah :

1) *Flow control*

Merupakan alat yang ditempatkan atau dipasang pada aliran proses. *Flow control* ini dikondisikan pada harga tertentu. Bila aliran mengalami penyimpangan dari harga yang telah ditentukan, maka akan muncul isyarat yang merupakan perintah untuk mengembalikan ke kondisi semula.

2) *Temperature control*

Jika ada penyimpangan suhu yang telah ditetapkan, maka akan timbul isyarat yang berupa suara, nyala lampu dan lain-lain.

3) *Level control*

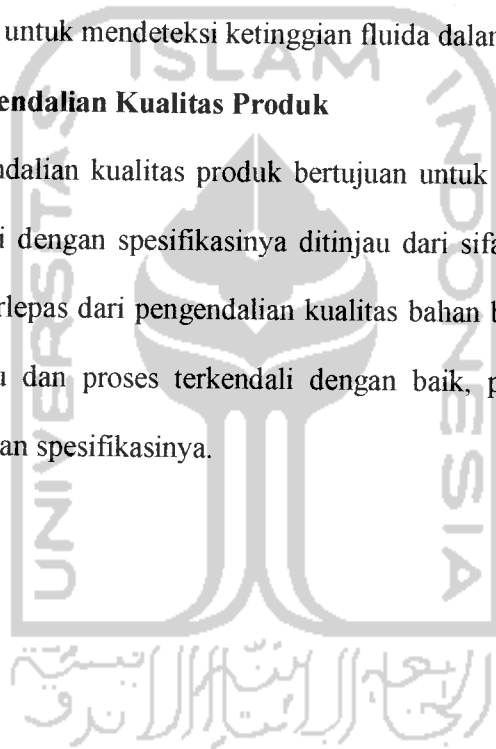
Merupakan alat yang dipasang pada alat proses yang berfungsi untuk mengontrol ketinggian fluida dalam alat proses (tangki proses). Jika ketinggian fluida di dalam alat proses tidak sesuai dengan dengan harga yang ditentukan, kran akan membuka atau menutup secara otomatis.

4) *Level indicator*

Merupakan alat yang dipasang pada tangki penyimpanan bahan baku atau produk untuk mendeteksi ketinggian fluida dalam tangki.

2.3.3 Pengendalian Kualitas Produk

Pengendalian kualitas produk bertujuan untuk menghasilkan benzyl alkohol yang sesuai dengan spesifikasinya ditinjau dari sifat fisik dan kimianya. Tujuan ini tidak terlepas dari pengendalian kualitas bahan baku dan proses. Jika kualitas bahan baku dan proses terkendali dengan baik, produk yang dihasilkan akan sesuai dengan spesifikasinya.



BAB III

PERANCANGAN PROSES

3.1 Uraian Proses

Pabrik Benzyl Alkohol dengan bahan baku Benzyl klorida dan natrium karbonat menggunakan proses yang dapat dibagi dalam 3 tahap, yaitu:

1. Unit penyiapan bahan baku
2. Unit reaksi
3. Unit finishing

3.1.1 Unit Penyiapan Bahan Baku

Unit penyiapan bahan baku meliputi beberapa hal, yaitu:

- *Penyiapan Natrium Karbonat (umpan segar)*

Natrium karbonat diangkut dari gudang penyimpanan (G-01) dengan menggunakan belt conveyor (BC), dan masuk ke dalam hopper dengan menggunakan bucket elevator (BE), kemudian dari hopper umpan masuk ke mixer (M-02) untuk dicampur dengan air pada suhu 30 °C dan tekanan 1 atm.

- *Penyiapan Air*

Air dari kation exchanger dipompa (P-03) ke mixer (M-02) untuk dicampur dengan natrium karbonat, kemudian dipompa (P-04) ke pemanas (HE-02) untuk dipanaskan dari suhu 30 °C menjadi 100 °C kemudian diumpankan ke dalam reaktor (R) sesuai suhu reaktor.

- *Penyiapan Benzyl klorida*

Benzyl klorida disimpan dalam tangki penyimpan (T-01), dialirkan dengan pompa (P-02) ke pemanas (HE-01) untuk dipanaskan dari suhu 30 °C menjadi

100 °C kemudian diumpankan ke mixer (M-01). Di dalam mixer (M-01) dicampur juga dengan hasil atas menara distilasi (MD-02). Larutan campuran yang keluar dari mixer (M-01) dipompa dengan pompa *centrifugal multistage* (P-05), kemudian diumpankan ke reaktor (R).

3.1.2 Unit Reaksi

Semua bahan baku baik dari umpan segar maupun dari *recycle* direaksikan di reaktor alir Tangki Berpengaduk (RATB). Reaksi berlangsung pada fase cair pada suhu 100 °C dan tekanan operasi 1 atm dengan waktu tinggal 5.62 jam. Reaksi bersifat eksotermis sehingga harus dialiri pendingin.

Persamaan reaksi yang terjadi dalam reaktor adalah sebagai berikut:



3.1.3 Unit Finishing

Larutan hasil reaksi sebelum dipisahkan di dalam dekanter (D) terlebih dahulu didinginkan dengan pendingin (C-01) sehingga suhunya turun dari 100 °C menjadi 40 °C. Di dalam dekanter cairan terpisah menjadi dua bagian yang dapat disebut sebagai *oil phase* dan *water phase*.

Water phase keluar sebagai hasil bawah dan ditampung dalam bak limbah untuk diuapkan cairannya sebelum dibuang. *Oil phase* yang keluar sebagai hasil atas yang akan diumpankan ke menara distilasi (MD-01) untuk memisahkan antara *air*, toluene dan *benzyl klorida*, *benzyl alkohol*. Sebelum larutan umpan masuk ke menara distilasi, larutan dipompa dengan pompa (P-07) hingga tekanan 1,1 atm dan diberikan pemanas (HE-03) sehingga suhunya naik dari 40 °C menjadi 152,2 °C.

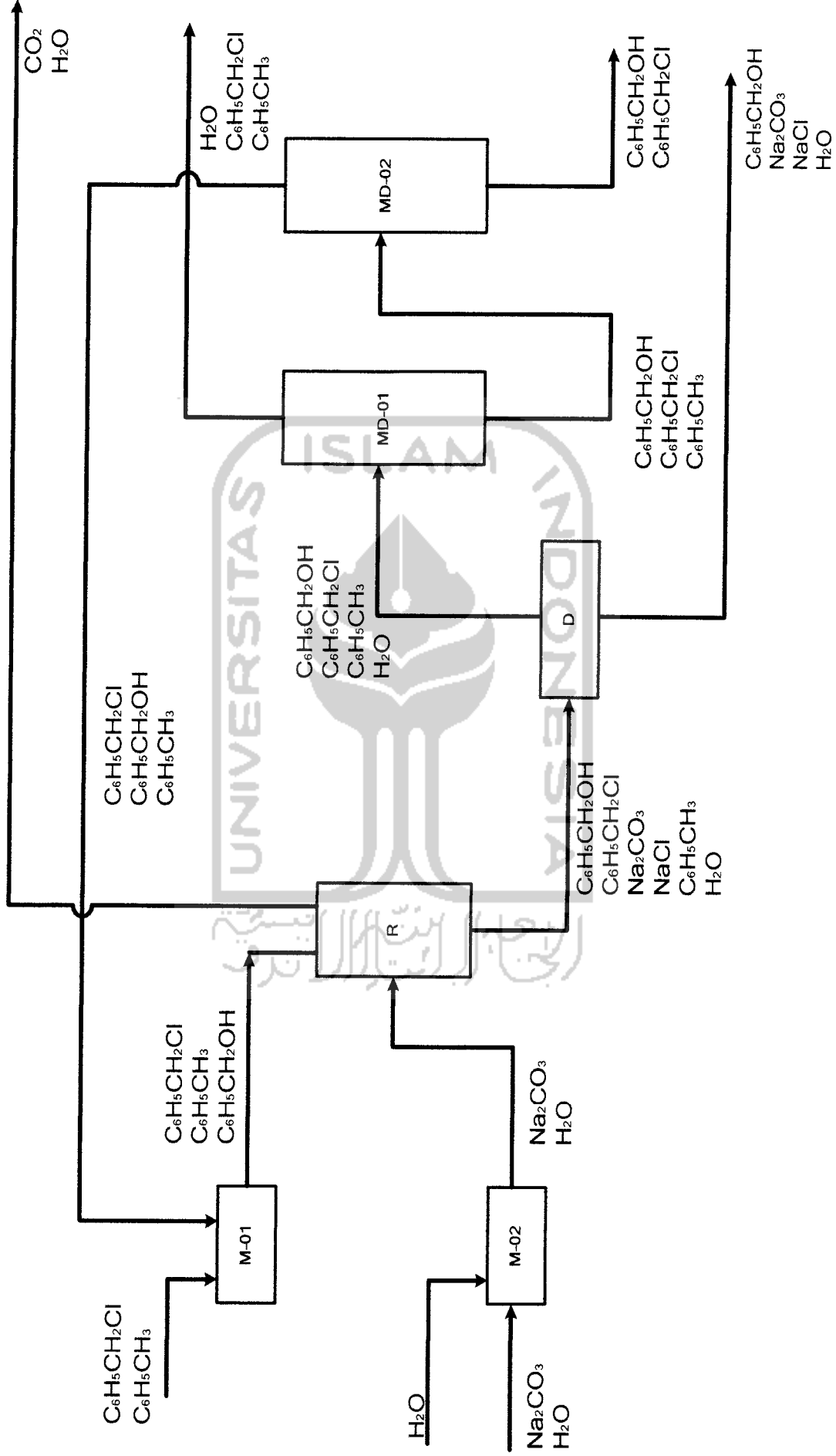
Pada puncak menara distilasi (MD-01) beroperasi pada tekanan 1 atm dan suhu 102,525 °C sedangkan di dasar menara bertekanan 1,15 atm dan suhunya 201,8810 °C. Hasil puncak menara berupa campuran C₆H₅Cl, H₂O dan C₆H₅OH didinginkan dan diembunkan dengan condenser (CD-01). Hasil pengembunan dari condensor ditampung di akumulator (ACC-01) dan dipompa (P-08) untuk sebagian dikembalikan ke puncak menara sebagai reflux dan sisanya akan dibuang ke UPL. Hasil bawah dari menara distilasi diuapkan dengan reboiler (RB-01). Uap dari *reboiler* dialirkan kembali ke menara distilasi (MD-01), dan cairannya (sebagai residu) dipompa (P-09) untuk diumpangkan ke menara distilasi (MD-02).

Pada menara distilasi (MD-02), benzyl alkohol dipisahkan dari campurannya, benzyl alkohol diambil sebagai hasil bawah menara distilasi dan benzyl klorida sebagai hasil atas. Bagian puncak menara distilasi (MD-02) beroperasi pada tekanan 1 atm dan suhu 180,81 °C, sedangkan dasar menara beroperasi pada tekanan 1,3 atm dan suhu 213,874 °C. Uap dari puncak menara diembunkan dengan kondenser (CD-02) dan kemudian ditampung dalam akumulator (ACC-02), selanjutnya dipompa (P-11) untuk sebagian *direflux* ke puncak menara (MD-02), dan sisanya akan *direcycle* ke mixer.

Hasil bawah menara distilasi (MD-02) diuapkan dengan reboiler (RB-02). Uap dari reboiler (RB-02) masuk ke menara distilasi (MD-02), dan sebagian lagi diambil sebagai produk, produk ini kemudian di alirkan ke Tangki penyimpanan (T-02) dengan menggunakan pompa (P-10) yang suhunya terlebih dahulu di

dinginkan dengan pendingin (C-03) dari suhu 213,9 °C menjadi 40 °C. Adapun diagram alir proses kualitatifnya adalah sebagai berikut:





Gambar 3.1. Diagram alir kualitatif

3.2 Spesifikasi Alat Proses dan Utilitas

3.2.1 Spesifikasi Alat Proses

1. Tangki penyimpanan Benzyl klorida.

Kode	: T-01
Fungsi	: Menyimpan bahan baku Benzyl klorida sebanyak 281.245,86 kg untuk keperluan produksi selama 15 hari.
Jenis	: Silinder tegak, <i>conical roof and flat bottom</i>
Bahan	: <i>Stainless steel SA 167</i>
Jumlah	: 1 buah
Spesifikasi	<ul style="list-style-type: none">▪ Diameter : 7,3315 m▪ Tinggi : 7,3315 m▪ Tebal <i>Shell</i> : 0,625 in▪ Volume : 309,3452 m³
Kondisi operasi	<ul style="list-style-type: none">▪ Tekanan : 1 atm▪ Suhu : 30 °C
Harga	: US \$ 192,832.4107

2. Gudang penyimpanan Natrium karbonat.

Kode	: G
Fungsi	: Menyimpan Natrium karbonat (Na ₂ CO ₃) padatan Sebanyak 322.491,4 kg untuk kebutuhan 1 bulan.
Jenis	: Gudang empat persegi panjang tertutup.

Jumlah : 1 buah

Spesifikasi

- Volume : 152,77919 m³
- Tinggi : 2,3350 m
- Lebar : 7,0051 m
- Panjang : 9,3402 m
- Tebal : 20 cm
- Luas : 65,4289 m²

Harga Gudang tiap m² luas : US \$ 100

3. Belt Conveyor.

Kode : BC

Fungsi : Mengangkut Na₂CO₃ sebanyak 447,9047 kg/j dari gudang menuju bucket elevator untuk dimasukkan ke dalam hopper.

Jenis : Belt Conveyor Continuous closed.

Jumlah : 1 buah

Dimensi Belt :

- Lebar : 14 in
- Panjang : 24,4036 ft
- Daya belt conveyor : 0,25 Hp

Harga belt conveyor : US \$ 7,235.5325

4. Bucket Elevator.

Kode : BE
Fungsi : Mengangkat Na_2CO_3 447.9047 kg/jam dari belt conveyor menuju hopper (H)
Jenis : Spaced bucket centrifugal discharge elevator.
Jumlah : 1 buah

Ukuran Bucket :

- Panjang : 6 in
- Lebar : 4 in
- Tinggi : 4,25 in
- Lebar belt : 7 in
- Kecepatan bucket : 127,5200 fpm
- Putaran Poros : 24,3705 rpm
- Efisiensi motor : 80 %
- Daya : 0,280 Hp
- Daya standar : 0,05 Hp

Harga Bucket : US \$ 2,787.5271

5. Mixer-01.

Kode : M-01
Fungsi : Mencampur Benzyl klorida dan Toluene dengan komponen yang di recycle.
Jenis : Tangki silinder tegak berpengaduk, *Torispherical*
Bahan : *Stainless steel SA 167 grade 11 type 316.*

Spesifikasi

- Diameter : 0,6026 m
- Tinggi : 1,2235 m
- Volume : 0,2946 m³
- Tebal *Shell* : 0,1875 in

Kondisi Operasi :

- Tekanan : 1 atm
- Suhu : 100 °C

Harga : US \$ 4,792.0253

6. Mixer-02.

Kode : M-02

Fungsi : Mencampur Na₂CO₃ dengan H₂O.

Jenis : Tangki silinder tegak berpengaduk, *Torispherical*

Bahan : *Stainless steell SA 167 grade 11 type 316.*

Spesifikasi

- Diameter : 0,7180 m
- Tinggi : 1,4262 m
- Volume : 0,4986 m³
- Tebal *Shell* : 0,1875 in

Kondisi Operasi :

- Tekanan : 1 atm
- Suhu : 30 °C

Harga : US \$ 3,795.8034

7. Tangki penyimpanan Benzyl alkohol.

Kode	: T-02
Fungsi	: Menyimpan Benzyl alkohol selama 7 hari produksi sebanyak 106.060,6061 kg
Jenis	: Silinder tegak, <i>conical roof and flat bottom</i>
Bahan	: <i>Stainless steel SA 167 grade 11 type 316.</i>
Jumlah	: 1 buah
Spesifikasi	
▪ Diameter	: 5,3991 m
▪ Tinggi	: 6,5731 m
▪ Volume	: 123,5504 m ³
▪ Tebal <i>Shell</i>	: 0,25 in
Kondisi Operasi	
▪ Tekanan	: 1.3 atm
▪ Suhu	: 40 °C
Harga	: US \$ 111,178.4216

8. Reaktor.

Kode	: R
fungsi	: Mereaksikan umpan masuk dari Mixer-01 dan Mixer-02 sebelum di umpankan lagi kedalam Decanter.
Jenis	: Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB).
Bahan konstruksi	: <i>Stainless steel SA 167 grade 11 type 316.</i>
Jumlah	: 1 buah.

Spesifikasi

- Inside Diameter : 2,1826 m
- Outside Diameter : 2,2860 m
- Tinggi : 3,2928 m
- Tebal shell : 0,1875 in
- Bentuk head : *Torispherical head*
- Tebal head : 0,1875 in
- Volume reaktor : 12,2422 m³

Kondisi operasi

- Suhu : 100 °C.
- Tekanan : 1 atm.
- Fase reaksi : cair

Harga : US \$ 85,351.1645

9. Decanter (D-01).

Fungsi : Memisahkan komponen organik dan komponen inorganik

Jenis : Vertikal decanter.

Bahan : *Stainless steel SA 167 grade 11 type 316.*

Jumlah : 1 buah

Spesifikasi :

- *Settling Velocity* : $U_d = 0,0005$ m/s
- Luas *Interface* : 0,5150 m²
- Diameter : 0,8099 m
- Tinggi : 2,4298 m

- Daerah terdispersi : 0,4050 m
- Tebal Dinding : 0,1875 in
- Head
 - Bentuk : *Torispherical*
 - Tebal *head* : 0,1875 in.
 - Tinggi *head* : 0,2008 m

Kondisi Operasi :

- Tekanan : 1 atm
- Suhu : 40 °C
- Harga : US \$ 1,683.5107

10. Menara Distilasi (MD-01).

Fungsi : Memisahkan benzyl alkohol dan benzyl klorida dari toluene dan air.

Type : Silinder tegak, *torispherical head*

Jumlah : 1 buah

Bahan : *Stainless steel SA 167*

Spesifikasi :

- Diameter *enriching* : 0,2104 m
- Tebal *enriching* : 0,1875 in
- Diameter *stripping* : 0,7561 m
- Tebal *stripping* : 0,1875 in
- Tebal *head* : 0,1875 in
- Tinggi menara : 6,2468 m

14. Kondensor (CD-01).

Tugas : Mengembunkan uap keluar top Menara Distilasi
(MD-01)

Type : *Shell and tube*

Jumlah : 1 buah

Alokasi fluida :

- Fluida dingin (Air) : *Shell*
- Fluida panas (uap dari puncak MD) : *Tube*

Spesifikasi *Tube* :

- OD : 0,75 in
- ID : 0,652 in
- *Pitch* : 1 in *square pitch*
- Jumlah : 68
- Panjang : 8 ft
- *Pressure Drop*: 0.3588 Psi

Spesifikasi *Shell* :

- ID : 12 in
- *Pressure Drop*: 0,0025 Psi

Harga : US \$ 3,491.6394

15. Kondensor (CD-02).

Fungsi : Mengembunkan hasil atas dari MD 02

Type : *Shell and tube*

Jumlah : 1 buah

Alokasi fluida :

- Fluida dingin (Air) : *Shell*
- Fluida panas (uap dari puncak MD) : *Tube*

Spesifikasi *Tube* :

- OD : 1 in
- ID : 0,902 in
- *Pitch* : 1,25 in *triangular pitch*
- Jumlah : 152
- Panjang : 8 ft
- *Pressure Drop*: 0,0163 Psi

Spesifikasi *Shell* :

- ID : 19,25 in
- *Pressure Drop*: 0,2385 Psi

Harga : US \$ 6,724.4969

16. Reboiler (RB-01).

Fungsi : Menguapkan bottom liquid Menara Distilasi (MD-01).

Type : *Horizontal Thermosyphon Reboiler*

Alokasi fluida :

- Fluida dingin (cairan dari dasar MD) : *Shell*

- Fluida panas (steam) : *Tube*

Spesifikasi *Tube* :

- OD : 0,75 in
- ID : 0,652 in
- *Pitch* : 1 in *tri angular pitch*
- Jumlah : 106
- Panjang : 8 ft

Spesifikasi *Shell* :

- ID : 13,25 in
- *Pressure Drop*: 0,0069 Psi

Harga : US \$ 6,844.4931

17. Reboiler (RB-02).

Fungsi : Menguapkan bottom liquid Menara Distilasi (MD-02).

Type : *Horizontal Thermosyphon Reboiler*

Alokasi fluida :

- Fluida dingin (cairan dari dasar MD) : *Shell*
- Fluida panas (steam) : *Tube*

Spesifikasi *Tube* :

- OD : 0,75 in
- ID : 0,652 in
- *Pitch* : 1 in *tri angular pitch*

• Jumlah : 630

• Panjang : 8 ft

Spesifikasi *Shell* :

• ID : 29 in

• *Pressure Drop*: 0,0033 Psi

Harga : US \$ 19,941.6963

18. Heater (H-01).

Fungsi : Memanaskan benzyl klorida dan toluene dari tangki penyimpanan ke mixer.

Tipe : *Double pipe heat exchanger*

Panjang : 80 ft

Alokasi fluida :

• Fluida dingin (Benzyl klorida dan toluene) : Pipa luar

• Fluida panas (steam) : Pipa dalam

Spesifikasi pipa luar :

• Bahan : *Carbon steel*

• IPS : 3 in

• OD : 3,5 in.

• ID : 3,068 in

• *Pressure drop* : 0,1551 Psi

Spesifikasi pipa dalam :

• Bahan : *Stainless steel*

• IPS : 2 in

- OD : 2,38 in
 - ID : 2,067 in
 - *Pressure drop* : 0,0457 Psi
- Harga : US \$ 7,738.9817

19. Heater (H-02).

Tugas : Memanaskan Na₂CO₃ dan H₂O dari Mixer(M-02)
sebelum diumpankan ke reaktor.

Tipe : *Double pipe heat exchanger*

Panjang : 40 ft

Alokasi fluida :

- Fluida dingin (Na₂CO₃ dan H₂O) : Pipa luar
- Fluida panas (steam) : Pipa dalam

Spesifikasi pipa luar :

- Bahan : *Carbon steel*
- IPS : 4 in
- OD : 4,5 in.
- ID : 4,026 in
- *Pressure drop* : 0,1782 Psi

Spesifikasi pipa dalam :

- Bahan : *Stainless steel*
- IPS : 3 in
- OD : 3,5 in
- ID : 3,068 in

- *Pressure drop* : 0,0282 Psi
- Harga : US \$ 5,631.6372

20. Heater (H-03).

Fungsi : Memanaskan hasil yang keluar dari decanter
sebelum diumpankan ke MD 01.

Tipe : *Double pipe heat exchanger*

Panjang : 100 ft

Alokasi fluida :

- Fluida dingin (Hasil keluaran decanter) : Pipa luar
- Fluida panas (steam) : Pipa dalam

Spesifikasi pipa luar :

- Bahan : *Carbon steel*
- IPS : 4 in
- OD : 4,5 in.
- ID : 4,026 in
- *Pressure drop* : 2,8349 Psi

Spesifikasi pipa dalam :

- Bahan : *Stainless steel*
- IPS : 3 in
- OD : 3,5 in
- ID : 3,068 in
- *Pressure drop* : 0,0287 Psi

Harga : US \$ 6,420.4454

21. Cooler (C-01).

Fungsi : Mendinginkan hasil yang keluar dari reaktor dari 100°C sampai 40°C sebelum diumpungkan ke decanter.

Tipe : *Double pipe heat exchanger*

Panjang : 120 ft

Alokasi fluida :

- Fluida dingin (air) : Pipa dalam
- Fluida panas (keluaran reaktor) : Pipa luar

Spesifikasi pipa luar :

- Bahan : *Carbon steel*
- NPS : 4 in
- OD : 4,5 in
- ID : 4,026 in
- *Pressure drop* : 0,5431 Psi

Spesifikasi pipa dalam :

- Bahan : *Stainless steel*
- NPS : 3 in
- OD : 3,5 in
- ID : 3,068 in
- *Pressure drop* : 0,3640 Psi

Harga : US \$ 5,483.5418

22. Cooler (C-02).

Fungsi : Mendinginkan hasil atas yang keluar dari MD-02
Sebelum di recycle kembali ke dalam Mixer-01.

Tipe : *Double pipe heat exchanger*

Panjang : 140 ft

Alokasi fluida :

- Fluida dingin (air) : Pipa dalam
- Fluida panas (keluaran MD2) : Pipa luar

Spesifikasi pipa luar :

- Bahan : *Carbon steel*
- NPS : 4 in
- OD : 4,5 in
- ID : 4,026 in
- *Pressure drop* : 0,0824 Psi

Spesifikasi pipa dalam :

- Bahan : *Stainless steel*
- NPS : 3 in
- OD : 3,5 in
- ID : 3,068 in
- *Pressure drop* : 0,8219 Psi

Harga : US \$ 10,194.1426

23. Cooler (C-03).

Fungsi : Mendinginkan bahan yang keluar dari MD 02 dari suhu 213,9°C sampai 40°C dengan air pendingin masuk pada suhu 30°C

Tipe : *Double pipe heat exchanger*

Panjang : 60 ft

Alokasi fluida :

- Fluida dingin (air) : Pipa dalam
- Fluida panas (keluaran MD2) : Pipa luar

Spesifikasi pipa luar :

- Bahan : *Carbon steel*
- NPS : 3 in
- OD : 3,5 in
- ID : 3,068 in
- *Pressure drop* : 0,0031 Psi

Spesifikasi pipa dalam :

- Bahan : *Stainless steel*
- NPS : 2 in
- OD : 2,38 in
- ID : 2,067 in
- *Pressure drop* : 0,0192 Psi

Harga : US \$ 9,377.3959

24. Pompa (P-01).

Fungsi : Memompa Umpan Segar Benzyl klorida dari Tank Truck ke T-01 sebagai persiapan bahan baku sebelum dialirkan ke alat proses lainnya dengan laju alir 781,2386 kg/jam.

Jenis : Pompa sentrifugal

Pemilihan pipa :

• NPS : 0,5 in

• Sch. No : 40

• ID : 0,622 in

• OD : 0,84 in

Spesifikasi Pompa :

• Bahan : *Stainless steel*

• Kapasitas : 3,1514 gpm

• Jumlah : 1 buah

Head : 22,2827 ft

Efisiensi pompa : 50 %

Power motor : 0,125 Hp

Harga : US \$ 245.0539

25. Pompa (P-02).

Fungsi : Memompa Umpan Segar Benzyl klorida dari T-01 ke mixer-01 untuk dicampur dengan arus recycle sebelum diumpan ke dalam Reaktor dengan laju alir 781,2386 kg/jam.

Jenis : Pompa sentrifugal

Pemilihan pipa :

- NPS : 0,5 in
- Sch. No : 40
- ID : 0,622 in
- OD : 0,84 in

Spesifikasi Pompa :

- Bahan : *Stainless steel*
- Kapasitas : 3,1541 gpm
- Jumlah : 1 buah
- Head : 37,1023 ft
- Efisiensi pompa : 50 %
- Power motor : 0,125 Hp
- Harga : US \$ 245.1834

26. Pompa (P-03).

Fungsi : Memompa air proses dari utilitas ke mixer-02 untuk melarutkan Natrium karbonat sehingga seluruh garam ini akan larut dengan laju alir 671,8571 kg/jam.

Jenis : Pompa sentrifugal

Pemilihan pipa :

- NPS : 0,5 in
- Sch. No : 40
- ID : 0,622 in

- OD : 0,84 in

Spesifikasi Pompa :

- Bahan : *Stainless steel*
- Kapasitas : 2,8923 gpm
- Jumlah : 1 buah

Head : 15,7401 ft

Efisiensi pompa : 50 %

Power motor : 0,05 Hp

Harga : US \$ 232.7584

27. Pompa (P-04).

Fungsi : Memompa umpan yang keluar dari mixer 02 ke reaktor dengan laju alir 1.076,1462 kg/jam.

Jenis : Pompa sentrifugal

Pemilihan pipa :

- NPS : 0,75 in
- Sch. No : 40
- ID : 0,824 in
- OD : 1,05 in

Spesifikasi Pompa :

- Bahan : *Stainless steel*
- Kapasitas : 5,4298 gpm
- Jumlah : 1 buah

Head : 22,4632 ft

Efisiensi pompa : 50 %
Power motor : 0,125 Hp
Harga : US \$ 339.6518

28. Pompa (P-05).

Fungsi : Memompa umpan yang keluar dari mixer 01 ke reaktor
dengan laju alir 1.119,7618 kg/jam.

Jenis : Pompa sentrifugal

Pemilihan pipa :

- NPS : 0,75 in
- Sch. No : 40
- ID : 0,824 in
- OD : 1,05 in

Spesifikasi Pompa :

- Bahan : *Stainless steel*
- Kapasitas : 5,0289 gpm
- Jumlah : 1 buah

Head : 8,9529 ft

Efisiensi pompa : 50 %

Power motor : 0,05 Hp

Harga : US \$ 324.3735

29. Pompa (P-06).

Fungsi : Memompa produk yang keluar dari reaktor ke decanter
dengan laju alir 2.007,1888 kg/jam.

Jenis : Pompa sentrifugal

Pemilihan pipa :

- NPS : 1 in
- Sch. No : 40
- ID : 1,049 in
- OD : 1,32 in

Spesifikasi Pompa :

- Bahan : *Stainless steel*
- Kapasitas : 9,4334 gpm
- Jumlah : 1 buah
- Head : 8,0799 ft
- Efisiensi pompa : 60 %
- Power motor : 0,05 Hp
- Harga : US \$ 473.1113

30. Pompa (P-07).

Fungsi : Memompa produk yang keluar dari lapisan atas Decanter ke MD-01 dengan laju alir 958,9551 kg/jam.

Jenis : Pompa sentrifugal

Pemilihan pipa :

- NPS : 0,75 in
- Sch. No : 40
- ID : 0,824 in
- OD : 1,05 in

Spesifikasi Pompa :

- Bahan : *Stainless steel*
- Kapasitas : 4,8758 gpm
- Jumlah : 1 buah

Head : 10,0643 ft

Efisiensi pompa : 50 %

Power motor : 0,05 Hp

Harga : US \$ 318.4140

31. Pompa (P-08).

Fungsi : Memompa produk yang keluar dari accumulator MD-01 dengan laju alir 32,7343 kg/jam.

Jenis : Pompa sentrifugal

Pemilihan pipa :

- NPS : 0,25 in
- Sch. No : 40
- ID : 0,364 in
- OD : 0,54 in

Spesifikasi Pompa :

- Bahan : *Stainless steel*
- Kapasitas : 0,1821 gpm
- Jumlah : 1 buah

Head : 18,4601 ft

Efisiensi pompa : 50 %

Power motor : 0,05 Hp
Harga : US \$ 44.2883

32. Pompa (P-09).

Fungsi : Memompa produk bottom MD-01 ke MD-02 dengan laju alir 926,2207 kg/jam.

Jenis : Pompa sentrifugal

Pemilihan pipa :

- NPS : 0,75 in
- Sch. No : 40
- ID : 0,824 in
- OD : 1,05 in

Spesifikasi Pompa :

- Bahan : *Stainless steel*
- Kapasitas : 5,4529 gpm
- Jumlah : 1 buah

Head : 8,1784 ft

Efisiensi pompa : 50 %

Power motor : 0,05 Hp

Harga : US \$ 340.5166

33. Pompa (P-10).

Fungsi : Memompa produk bottom MD-02 ke tangki penyimpanan dengan laju alir 631,3131 kg/jam.

Jenis : Pompa sentrifugal

Pemilihan pipa :

- NPS : 0,5 in
- Sch. No : 40
- ID : 0,622 in
- OD : 0,84 in

Spesifikasi Pompa :

- Bahan : *Stainless steel*
- Kapasitas : 3,7899 gpm
- Jumlah : 1 buah
- Head : 21,3057 ft
- Efisiensi pompa : 50 %
- Power motor : 0,05 Hp
- Harga : US \$ 273.7435

34. Pompa (P-11).

Fungsi : Memompa produk atas yang keluar dari accumulator MD-02 dengan laju alir 294,9076 kg/jam.

Jenis : Pompa sentrifugal

Pemilihan pipa :

- NPS : 0,5 in
- Sch. No : 40
- ID : 0,622 in
- OD : 0,84 in

Spesifikasi Pompa :

- Bahan : *Stainless steel*
- Kapasitas : 1,6744 gpm
- Jumlah : 1 buah

Head : 9,5332 ft

Efisiensi pompa : 50 %

Power motor : 0,05 Hp

Harga : US \$ 167.6805

35. Pompa (P-12).

Fungsi : Memompa produk Benzyl alkohol yang keluar dari tangki penyimpanan (T-02) ke tank truk dengan laju alir 631,3131 kg/jam.

Jenis : Pompa sentrifugal

Pemilihan pipa :

- NPS : 0,5 in
- Sch. No : 40
- ID : 0,622 in
- OD : 0,84 in

Spesifikasi Pompa :

- Bahan : *Stainless steel*
- Kapasitas : 3,2385 gpm
- Jumlah : 1 buah

Head : 26,1094 ft

Efisiensi pompa : 50 %
Power motor : 0,125 Hp
Harga : US \$ 249.0959

3.2.2 Spesifikasi Alat Utilitas

1. Bak pengendap.

Fungsi : Menampung dan menyediakan air sebanyak 17.135,712
Kg/jam untuk diolah.

Jenis : Bak pengendap persegi panjang

Bahan : Beton bertulang

Volume : 100,1113 m³

Panjang : 8,9492 m

Lebar : 4,4746 m

Tinggi : 2,5 m

Harga : Rp 83.859.434,87

2. Flokulator.

Fungsi : Mengendapkan kotoran berupa dispersi koloid dalam air
dengan menambahkan koagulan.

Jenis : Tangki silinder tegak berpengaduk

Volum : 20,0223 m³

Diameter : 2,9436 m

Tinggi : 2,9436 m

Power : 3 Hp

Harga : US \$ 32,087.4413

3. Clarifier.

Fungsi	: Menampung sementara air dan memisahkan flok dari air dengan waktu tinggal 1 jam.
Jenis	: Tangki berpengaduk
Volume	: 20,0223 m ³
Diameter	: 2,9436 m
Tinggi	: 2,9436 m
Power	: 3 Hp
Harga	: US \$ 32,087.4413

4. Bak saringan pasir.

Fungsi	: Menyaring kotoran-kotoran yang telah menggumpal yang ada dalam air dan koloid-koloid yang lolos dari <i>Clarifier</i> .
Jenis	: Bak empat persegi panjang
Bahan	: Beton bertulang
Volum	: 4,1431 m ³
Panjang	: 1,5084 m
Lebar	: 1,5084 m
Tinggi	: 1,8208 m
Tinggi pasir	: 1,5173 m
Harga	: Rp. 15.964.877,04

5. Bak penampung air bersih.

Tugas : Menampung air bersih dari saringan pasir sebanyak

17.135,71 Kg/jam dengan waktu tinggal 5 jam.

Jenis : Bak empat persegi panjang

Bahan : Beton bertulang

Volum : 100,1113 m³

Panjang : 8,9492 m

Lebar : 4,4746 m

Tinggi : 2,5 m

Harga : Rp. 83.859.434,87

6. Bak penampung air kantor dan rumah tangga.

Fungsi : Menampung air untuk keperluan kantor dan rumah

tangga sebanyak 3.504,167 Kg/jam dengan waktu

tinggal 12 jam.

Jenis : Bak empat persegi panjang

Bahan : Beton bertulang

Volum : 49,1334 m³

Panjang : 8,0939 m

Lebar : 4,0469 m

Tinggi : 1,5 m
Harga : Rp. 80.549.381,42

7. Bak penampung air pendingin.

Fungsi : Menampung air untuk keperluan proses yang
Membutuhkan air pendingin sebanyak 11.145,68 kg/jam
dengan waktu tinggal 2 jam.

Jenis : Bak empat persegi panjang
Bahan : Beton bertulang
Volum : 26,0464 m³
Panjang : 3,6088 m
Lebar : 1,8044 m
Tinggi : 4 m
Harga : Rp. 55.473.572,23

8. Cooling Tower.

Fungsi : Mendinginkan air pendingin setelah digunakan sebanyak
11.145,68 kg/jam dari suhu 122 °F menjadi 86 °F
menggunakan udara sebanyak 42,2432 m³/jam.

Jenis : *Cooling tower induced draft*
Ground area : 1,4799 m²
Panjang : 1,2165 m
Lebar : 1,2165 m

Tinggi : 2,3811 m
Power : 5 Hp
Harga : US \$ 7,040.1226

9. Kation Exchanger.

Fungsi : Menghilangkan kesadahan air sebanyak 12.073,7536
kg/jam yang disebabkan oleh kation seperti Ca dan Mg
Jenis resin : *Syntetic gel zeolit*
Waktu regenerasi : 35 jam
Jenis tangki : Tangki silinder tegak
Bahan : *Carbon steel SA 285 grade C*
Jumlah : 2 buah
Volume : 3,0521 m³
Diameter : 1,4290 m
Tinggi : 1,9050 m
Tebal : 0,1875 in
Harga : US \$ 32,005.6327

10. Anion Exchanger.

Fungsi : Menghilangkan kesadahan air sebanyak 12.073,7536
kg/jam yang disebabkan oleh anion seperti Cl, SO₄ dan
NO₃.
Jenis resin : Duolit A-2
Waktu regenerasi : 11 jam
Jenis tangki : Tangki silinder tegak

Bahan	: Carbon steel SA 285 grade C
Jumlah	: 2 buah
Volume	: 3,0539 m ³
Diameter	: 1,4290 m
Tinggi	: 1,905 m
Tebal	: 0,1875 in
Harga	: US \$ 102,051.9202

11. Deaerator.

Fungsi	: Membebaskan gas CO ₂ dan O ₂ dari air sebanyak 121,8459 kg/jam yang telah dilunakkan dalam Anion dan Kation exchanger
Jenis	: Tangki silinder tegak berpengaduk
Volume	: 0,1424 m ³
Diameter	: 0,5660 m
Tinggi	: 0,5660 m
Power	: 0,125 Hp
Harga	: US \$ 1,649.9865

12. Tangki Umpan Boiler.

Fungsi	: Menampung umpan boiler sebanyak 121,8459 Kg/jam
Jenis	: Tangki silinder tegak
Volume	: 0,2847 m ³

Diameter : 0,7132 m
Tinggi : 0,7132 m
Harga : US \$ 969.3125

13. Tangki Penampung Kondensat.

Fungsi : Menampung kondensat sebanyak 121,8459 kg/jam dari alat proses sebelum disirkulasi menuju tangki umpan

Jenis : Tangki silinder tegak boiler
Volume : 0,2344 m³
Diameter : 0,6684 m
Tinggi : 0,6684 m
Harga : US \$ 773.1664

14. Tangki larutan kaporit.

Fungsi : Membuat larutan desinfektan dari kaporit untuk memurnikan air kantor dan rumah tangga.

Jenis : Tangki silinder tegak
Volume : 0,4883 m³
Diameter : 0,8536 m
Tinggi : 0,8536 m
Harga : US \$ 1,200.9034

15. Tangki Desinfektan.

Fungsi : Tempat klorinasi untuk membunuh bakteri yang selanjutnya digunakan untuk keperluan kantor dan rumah tangga.

Jenis : Tangki silinder tegak

Volume : 4,0944 m³

Diameter : 1,7342 m

Tinggi : 1,7342 m

Harga : US \$ 4,301.3157

16. Tangki larutan NaCl.

Fungsi : Membuat larutan NaCl jenuh yang akan digunakan untuk meregenerasi kation exchanger.

Jenis : Tangki silinder tegak

Volume : 5,1398 m³

Diameter : 1,8708 m

Tinggi : 1,8708 m

Harga : US \$ 5,500.0017

17. Tangki larutan NaOH.

Fungsi : Membuat larutan NaOH yang akan digunakan untuk meregenerasi anion exchanger.

Jenis : Tangki silinder tegak

Volume : 0,9581 m³

Diameter : 1,0687 m
Tinggi : 1,0687 m
Harga : US \$ 2,007.4174

18. Tangki larutan N_2H_4

Fungsi : Membuat larutan N_2H_4 yang berfungsi untuk mencegah kerak pada alat proses.

Jenis : Tangki silinder tegak

Volume : 0,0609 m³

Diameter : 0,4264 m

Tinggi : 0,4264 m

Harga : US \$ 384.0846

19. Boiler.

Fungsi : Memproduksi steam jenuh pada suhu 356 °F dan tekanan 14,7 Psi sebanyak 609,23 kg/jam.

Jenis : *Fire tube boiler*, dengan bahan bakar *fuel oil* yang mempunyai *heating value* sebesar 19.200 Btu/gal sebanyak 138,821 L/jam.

Beban panas : 704.193 Btu/jam

Luas transfer panas : 352,097 ft²

Jumlah *tube* : 8 buah

Panjang : 32 ft

Harga : US \$ 18,984.5837

20. Tangki bahan bakar boiler.

Fungsi : Menyimpan bahan bakar boiler (*fuel oil*) sebanyak 46.644 L untuk kebutuhan 14 hari.

Bahan : *Stainless steel*

Jenis : Tangki silinder tegak

Volume : 55,9728 m³

Diameter : 3,6225 m

Tinggi : 6,1155 m

Tebal : 0,1875 in

Harga : US \$ 23,045.1192

21. Kompresor.

Fungsi : Menyediakan udara tekan untuk keperluan alat kontrol dan instrumentasi sebanyak 625 Kg/jam.

Jenis : Kompresor sentrifugal

Head : 27521,2 ft

Efisiensi : 75 %

Power : 40 Hp

Harga : US \$ 34,410.6633

22. Tangki udara.

Fungsi : Menampung dan mengerinkan udara dengan silika gel.

Volume : 42,3312 m³

Diameter : 3,2994 m

Tinggi : 4,9491 m

Harga : US \$ 20,473.6489

23. Generator.

Fungsi : Membangkitkan listrik untuk kepentingan proses, utilitas dan umum dengan kebutuhan bahan bakar 100,7285 L/jam.

Jenis : Generator diesel

Tegangan : 220 V

Power : 450 kVA

Bahan bakar : Solar

Efisiensi : 75 %

Harga : US \$ 218,419.8779

24. Tangki Bahan Bakar Solar.

Fungsi : Menyimpan bahan bakar generator (solar) sebanyak 4.627,064 Kg yang harus selalu ada untuk kebutuhan mendadak selama 2 hari.

Jenis : Tangki silinder tegak

Bahan : *Stainless steel*

Volume : 5,9177m³

Diameter : 1,7017 m

Tinggi : 2,8737 m

Tebal : 0,1875 in

Harga : US \$ 5,914.7664

25. Blower.

Fungsi	: Mengalirkan udara segar ke boiler sebanyak 2.657,042 Kg/jam.
Jenis	: <i>Centrifugal Blower</i>
Head	: 1.537,892 ft
Efisiensi	: 75 %
Power	: 10 Hp
Harga	: US \$ 2,728,6846

26. Bak penampungan limbah.

Fungsi	: Menampung limbah dari fase berat dekanter sebanyak 1.048,2337 Kg/jam.
Jenis	: Bak empat persegi panjang
Bahan	: Beton bertulang
Volume	: 49,8309 m ³
Panjang	: 8,1512 m
Lebar	: 4,0756 m
Tinggi	: 1,5 m
Harga	: Rp. 81.359.696,73

27. Pompa (PU-01)

Fungsi	: Mengalirkan air sungai menuju bak pengendap dengan laju alir 17.135,7 kg/jam.
Jenis	: Pompa sentrifugal
Bahan	: <i>Iron</i>

Jumlah : 1 buah
Kapasitas : 75,6057 gpm
Head : 161,6624 ft
Effisiensi pompa : 81 %
Power motor : 5 Hp
Harga : US \$ 1,030.8033

28. Pompa (PU-02)

Fungsi : Mengalirkan air dari bak pengendap menuju bak flokulator dengan laju alir 17.135,7 kg/jam.
Jenis : Pompa sentrifugal
Bahan : *Iron*
Jumlah : 1 buah
Kapasitas : 75,6057 gpm
Head : 5,1991 ft
Effisiensi pompa : 81 %
Power motor : 0,25 Hp
Harga : US \$ 1,030.8033

29. Pompa (PU-03)

Fungsi : Mengalirkan air dari flokulator menuju *clarifier* dengan laju alir 17.135,7 kg/jam.
Jenis : Pompa sentrifugal
Bahan : *Iron*
Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 75,6057 gpm
Head : 6,6489 ft
Effisiensi pompa : 81 %
Power motor : 0,25 Hp
Harga : US \$ 1,030.8033

30. Pompa (PU-04)

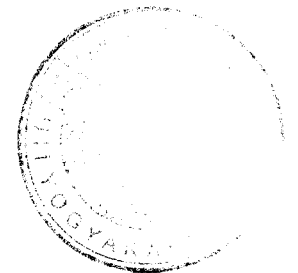
Fungsi : Mengalirkan air dari *clarifier* menuju bak saringan pasir
dengan laju alir 17.135,7 kg/jam.

Jenis : Pompa sentrifugal
Bahan : Iron
Jumlah : 1 buah
Kapasitas : 75,6057 gpm
Head : 21,1319 ft
Effisiensi pompa : 81 %
Power motor : 0,75 Hp
Harga : US \$ 1,030.8033

31. Pompa (PU-05)

Fungsi : Mengalirkan air dari bak saringan pasir menuju bak
penampung air bersih dengan laju alir 17.135,7 kg/jam.

Jenis : Pompa sentrifugal
Bahan : Iron
Jumlah : 1 buah
Kapasitas : 75,6057 gpm



Head : 3,6636 ft
Effisiensi pompa : 81 %
Power motor : 0,25 Hp
Harga : US \$ 1,030.8033

32. Pompa (PU-06)

Fungsi : Mengalirkan air dari bak penampung air bersih untuk didistribusikan ke klorinator dan anion excanger dengan laju alir 17.135,7 kg/jam.

Jenis : Pompa sentrifugal
Bahan : *Iron*
Jumlah : 1 buah
Kapasitas : 75,6057 gpm
Head : 15,4644 ft
Effisiensi pompa : 81 %
Power motor : 0,75 Hp
Harga : US \$ 1,030.8033

33. Pompa (PU-07)

Fungsi : Mengalirkan air dari klorinator ke bak penampung air kantor dan rumah tangga, dengan laju alir 3.504,17 kg/jam.

Jenis : Pompa sentrifugal
Bahan : *Iron*
Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 15,4610 gpm
Head : 96,1868 ft
Effisiensi pompa : 50 %
Power motor : 1 Hp
Harga : US \$ 397.7272

34. Pompa (PU-08)

Fungsi : Mengalirkan air dari bak penampung ke rumah-rumah dan kantor sebanyak 3,504,17 kg/jam.

Jenis : Pompa sentrifugal
Bahan : *Iron*
Jumlah : 1 buah
Kapasitas : 15,4610 gpm
Head : 123,9662 ft
Effisiensi pompa : 80 %
Power motor : 1 Hp
Harga : US \$ 397.7272

35. Pompa (PU-09)

Fungsi : Mengalirkan air dari *cooling tower* untuk dimanfaatkan kembali sebagai pendingin dengan laju alir 11.145,7 kg/jam.

Jenis : Pompa sentrifugal
Bahan : *Iron*
Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 49,1766 gpm
Head : 34,4485 ft
Effisiensi pompa : 80 %
Power motor : 0,75 Hp
Harga : US \$ 796.3397

36. Pompa (PU-10)

Fungsi : Mengalirkan air dari bak penampung menuju *cooling tower* untuk didinginkan dengan laju alir 11.145,7 kg/jam.
Jenis : Pompa sentrifugal
Bahan : *Iron*
Jumlah : 1 buah
Kapasitas : 49,1766 gpm
Head : 53,0704 ft
Effisiensi pompa : 80 %
Power motor : 1 Hp
Harga : US \$ 796.3397

37. Pompa (PU-11)

Fungsi : Mengalirkan air dari tangki anion menuju tangki kation sebanyak 12.073,8 Kg/jam
Jenis : Pompa sentrifugal
Bahan : *Iron*
Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 44,3810 gpm
Head : 1,7632 ft
Effisiensi pompa : 50 %
Power motor : 0,125 Hp
Harga : US \$ 748.7919

38. Pompa (PU-12)

Fungsi : Mengalirkan air dari tangki kation menuju deaerator, bak pendingin dan mixer sebanyak 12.073,8 Kg/jam

Jenis : Pompa sentrifugal
Bahan : *Iron*
Jumlah : 1 buah
Kapasitas : 44,3810 gpm
Head : 11,6765 ft
Effisiensi pompa : 50 %
Power motor : 0,5 Hp
Harga : US \$ 748.7919

39. Pompa (PU-13)

Fungsi : Mengalirkan air dari tangki deaerator menuju tangki umpan boiler sebanyak 121,846 Kg/jam

Jenis : Pompa sentrifugal
Bahan : *Iron*
Jumlah : 1 buah
Kapasitas : 0,4479 gpm

Head : 1,7569 ft
Effisiensi pompa : 50 %
Power motor : 0,05 Hp
Harga : US \$ 47.5053

40. Pompa (PU-14)

Fungsi : Mengalirkan air dari tangki umpan boiler menuju boiler
sebanyak 121,846 Kg/jam

Jenis : Pompa sentrifugal
Bahan : *iron*
Jumlah : 1 buah
Kapasitas : 0,4479 gpm
Head : 1,7625 ft
Effisiensi pompa : 50 %
Power motor : 0,05 Hp
Harga : US \$ 47.5053

41. Pompa (PU-15)

Fungsi : Mengalirkan bahan bakar dari tangki penyimpanan menuju
boiler sebanyak 159,8569 Kg/jam

Jenis : Pompa sentrifugal
Bahan : *Stainless steel*
Jumlah : 1 buah
Kapasitas : 0,7101 gpm
Head : 78,1307 ft

Effisiensi pompa : 60 %
Power motor : 0,05 Hp
Harga : US \$ 100.22

42. Pompa (PU-16)

Fungsi : Mengalirkan bahan bakar dari tangki penyimpanan menuju generator sebanyak 214,2159 Kg

Jenis : Pompa sentrifugal

Bahan : *Stainless steel*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 0,9854 gpm

Head : 102,4404 ft

Effisiensi pompa : 60 %

Power motor : 0,05 Hp

Harga : US \$ 121.99

43. Pompa (PU-17)

Fungsi : Mengalirkan limbah dari bak penampung limbah menuju sungai sebanyak 1.048,23 Kg

Jenis : Pompa sentrifugal

Bahan : *Iron*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 0,0032 gpm

Head : 5,7442 ft

Effisiensi pompa : 50 %

Power motor : 0,05 Hp

Harga : US \$ 2.4377

3.3 Perencanaan Produksi

Dalam menyusun rencana produksi secara garis besar ada dua hal yang perlu dipertimbangkan yaitu faktor eksternal dan internal. Yang dimaksud faktor eksternal adalah faktor yang menyangkut kemampuan pasar terhadap jumlah produk yang dihasilkan, sedang faktor internal adalah kemampuan pabrik.

3.3.1 Faktor Eksternal (Kemampuan pasar)

Dapat dibagi menjadi dua kemungkinan

- 1) Kemungkinan pertama yaitu bila kemampuan pasar lebih besar dibandingkan kemampuan pabrik, maka rencana produksi disusun secara maksimal.
- 2) Kemungkinan kedua yaitu bila kemampuan pasar lebih kecil dibandingkan kemampuan pabrik.

Bila yang terjadi adalah kemungkinan kedua maka ada tiga alternatif yang dapat diambil yaitu:

- a. Rencana produksi sesuai dengan kemampuan pasar atau produksi diturunkan sesuai dengan kemampuan pasar dengan mempertimbangkan untung dan rugi.
- b. Rencana produksi tetap dengan mempertimbangkan bahwa kelebihan produksi disimpan dan dipasarkan tahun berikutnya.
- c. Mencari daerah pemasaran lain.

3.3.2 Faktor Internal (Kemampuan Pabrik)

Pada umumnya kemampuan pabrik ditentukan oleh beberapa faktor antara lain yaitu material/bahan baku, manusia, dan mesin peralatan.

1) Material (bahan baku)

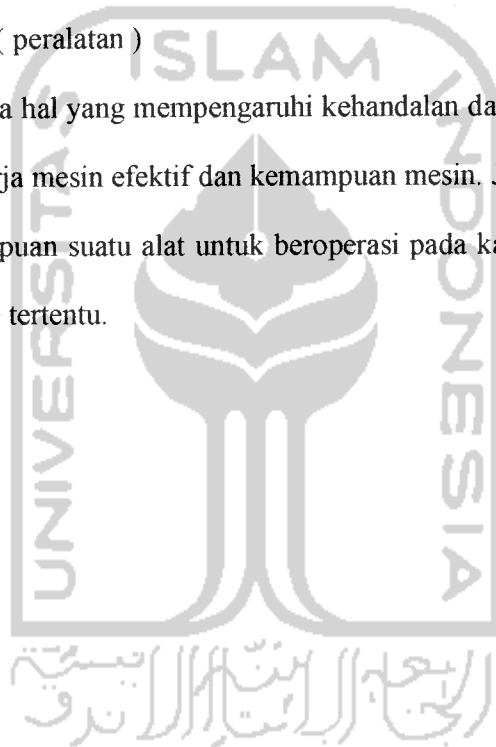
Dengan pemakaian material yang memenuhi kualitas dan kuantitas maka akan mencapai target produksi yang diinginkan.

2) Manusia (Tenaga kerja)

Jika tenaga kerja kurang terampil maka akan menimbulkan kerugian pabrik, untuk itu perlu dilakukan pelatihan pada karyawan agar keterampilan meningkat.

3) Mesin (peralatan)

Ada dua hal yang mempengaruhi kehandalan dan kemampuan peralatan, 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.



BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

4.1 Lokasi Pabrik

Lokasi pabrik merupakan salah satu faktor yang penting dalam pendirian suatu pabrik. Lokasi pabrik benzyl alkohol dengan kapasitas 5.000 ton/tahun ini direncanakan akan didirikan di daerah kawasan industri Gresik, Jawa Timur.

Banyak pertimbangan yang menjadi dasar dalam menentukan lokasi pabrik, antara lain : letak pabrik dengan sumber bahan baku, letak pabrik dengan penunjang, transportasi, tenaga kerja, kondisi sosial, politik dan kemungkinan pengembangan di masa mendatang.

Pertimbangan pemilihan lokasi tersebut merupakan pemilihan lokasi pabrik yang didasarkan atas pertimbangan yang secara praktis lebih menguntungkan, baik ditinjau dari segi teknis maupun ekonomis. Adapun faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan lokasi pabrik antara lain :

4.1.1 Faktor Utama

Faktor ini mempengaruhi secara langsung tujuan utama pendirian pabrik yang meliputi produksi dan distribusi produk.

Faktor ini meliputi :

1) Penyediaan bahan baku

Bahan baku merupakan kebutuhan utama bagi kelangsungan suatu pabrik sehingga pengadaan bahan baku sangat diperhatikan. Bahan baku utama pembuatan Benzyl alkohol adalah Benzyl klorida yang diperoleh dengan cara mengimpor dari Cina, Taiwan dan Perancis dan Natrium karbonat yang diperoleh

dari PT Finexco Prima, Pasuruan Jawa Timur, bahan baku yang diperlukan tidak jauh dari lokasi pabrik serta lokasinya dekat dengan pelabuhan, sehingga akan mengurangi biaya transportasi. Diharapkan pada tahun 2015 pabrik Benzyl klorida didirikan di Indonesia, sehingga kebutuhan akan bahan baku tidak perlu impor.

2) Letak pabrik terhadap daerah pemasaran

Pabrik Benzyl alkohol terutama ditujukan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri. Sebagian besar industri di Indonesia umumnya masih terpusat di Indonesia bagian barat dan di Pulau Jawa pada khususnya. Selain itu Gresik merupakan daerah yang dekat dengan sarana dan prasarana transportasi, pelabuhan dan jalan raya, sehingga mempermudah untuk pemasaran produk serta berada di sekitar kawasan industri yang padat dengan industri - industri kimia baik menengah maupun besar yang merupakan pasar potensial bagi Benzyl alkohol untuk pemasaran ke Pulau Jawa dan Indonesia secara umum.

3) Kebutuhan Energi

Daerah Gresik merupakan kawasan industri sehingga penyediaan bahan bakar dapat dipenuhi, sedangkan tenaga listrik diperoleh dari PLTA dan generator cadangan.

4) Sarana Transportasi

Lokasi pabrik sebaiknya dekat dengan penyediaan bahan baku dan pemasaran produk untuk menghemat biaya transportasi. Pabrik juga sebaiknya dekat dengan pelabuhan jika ada bahan baku atau produk yang dikirim dari atau ke luar negeri. Kota Gresik memiliki sarana transportasi darat yang sangat memadai karena

merupakan jalan raya Surabaya-Tanjung Perak sebagai jalan utama yang menghubungkan Tanjung Perak sebagai pintu gerbang Pulau Jawa dengan Pualu lainnya. Sarana transportasi yang sangat baik ini, mempermudah transportasi bahan baku ke pabrik dan pengiriman produk ke daerah pemasaran. Di daerah ini, transportasi darat maupun laut sudah tersedia dengan baik, sehingga tidak mendapatkan kesulitan dalam mendistribusikannya, baik berupa bahan baku maupun produk.

5) Persediaan air

Air merupakan kebutuhan yang sangat penting dalam suatu pabrik, baik untuk proses, pendingin, atau kebutuhan lainnya. Sumber air biasanya berupa sungai, air laut, atau danau.

Kebutuhan akan air mudah dipenuhi karena dekat dengan sungai, sehingga mudah mendapatkan fasilitas air untuk kebutuhan proses dan umum. Persediaan air untuk kebutuhan pabrik di Gresik tersedia dalam jumlah yang cukup besar, karena daerah tersebut merupakan daerah yang cukup dekat dengan waduk, aliran sungai ataupun laut.

6) Tenaga Kerja

Kebutuhan tenaga kerja, baik untuk tenaga buruh, karyawan maupun tenaga kerja ahli sangat mudah didapatkan di daerah Gresik dan daerah sekitarnya.

4.1.2 Faktor Penunjang

1) Kondisi Iklim

Lokasi ini menguntungkan karena selain terletak di kawasan industri, juga mempunyai iklim yang sesuai. Adapun hubungan iklim dengan pabrik adalah

kondisi tanah terhadap konstruksi pabrik. Gresik merupakan lokasi yang jarang terkena gempa, banjir dan badai disamping mempunyai kelembaban dan suhu yang sesuai.

2) Kondisi Tanah dan Daerah

Kondisi tanah yang relatif masih luas dan merupakan tanah datar, dengan kondisi iklim yang relatif stabil sepanjang tahun sangat menguntungkan. Di samping itu, Gresik merupakan salah satu kawasan industri di Indonesia sehingga pengaturan dan penanggulangan mengenai dampak lingkungan dapat dilaksanakan dengan baik.

3) Kondisi Geografis dan Sosial

Letak pabrik sebaiknya terletak di daerah yang stabil dari gangguan bencana alam (banjir, gempa bumi, dll). Kebijakan pemerintah setempat juga turut mempengaruhi lokasi pabrik yang akan dipilih. Kondisi sosial masyarakat diharapkan memberi dukungan terhadap operasional pabrik sehingga dipilih lokasi yang memiliki masyarakat yang dapat menerima keberadaan pabrik. Prasarana seperti jalan dan transportasi lainnya juga harus tersedia, demikian juga fasilitas sosial seperti sarana pendidikan, ibadah, hiburan, bank dan perumahan sehingga dapat meningkatkan kesejahteraan dan taraf hidup.

4) Perluasan Areal Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik berada di kawasan industri Gresik, Jawa Timur, sehingga memungkinkan adanya perluasan areal pabrik dengan tidak mengganggu pemukiman penduduk.

5) Kebijakan Pemerintah

Pendirian pabrik perlu mempertimbangkan faktor kepentingan pemerintah yang terkait di dalamnya, seperti kebijaksanaan pengembangan industri dan hubungan dengan pemerataan kesempatan kerja serta hasil- hasil pembangunan.

6) Otonomi Daerah

Gresik sebagai daerah yang berada dalam kawasan industri, perlu adanya sumber pendapatan tersendiri bagi penduduk di daerah tersebut, sehingga tidak terlalu membebani pemerintah.

7) Sarana Penunjang Lain

Gresik sebagai kawasan industri telah memiliki fasilitas terpadu seperti perumahan, sarana olah raga, sarana kesehatan, sarana hiburan dan lainnya. Walaupun perusahaan nantinya harus mengembangkan fasilitas-fasilitas untuk karyawannya sendiri tapi untuk mengurangi pembiayaan awal pendirian pabrik maka bisa digunakan fasilitas terpadu tersebut.

4.2 Tata Letak Pabrik

Luas kawasan pabrik keseluruhan adalah 6 hektar. Area seluas ini dipakai untuk area produksi, utilitas, perluasan, kesehatan dan fasilitas pendukung lainnya. Pemakaian tanah dapat dilihat pada gambar tata letak pabrik dengan skala 1 : 1000 (1 mm mewakili 1000 mm dalam realitas).

Pengaturan tata letak bangunan pada pabrik merupakan bagian yang terpenting dalam proses pendirian pabrik, bagian-bagian pabrik yang meliputi tempat peralatan proses, tempat penyimpanan bahan, tempat kerja karyawan dan perumahan perlu penempatan yang efisien. Sehingga penempatan alat – alat

proses yang tepat akan mendatangkan keuntungan secara teknis dan ekonomis sehingga kinerja akan dapat dicapai secara optimal.

Alat – alat proses disusun sedemikian rupa sehingga jalannya produksi dapat berjalan lancar. Pertimbangan yang diambil dalam penentuan tata letak alat proses adalah:

1) Kelancaran Operasi

Susunan alat yang berurutan sesuai proses produksi akan memudahkan dalam pemantauan dan pengontrolan.

2) Pemeliharaan

Jarak antar alat proses dibuat sehingga proses pemeliharaan dan pembersihan alat saat *turn around* dapat dengan mudah dilaksanakan.

3) Keamanan

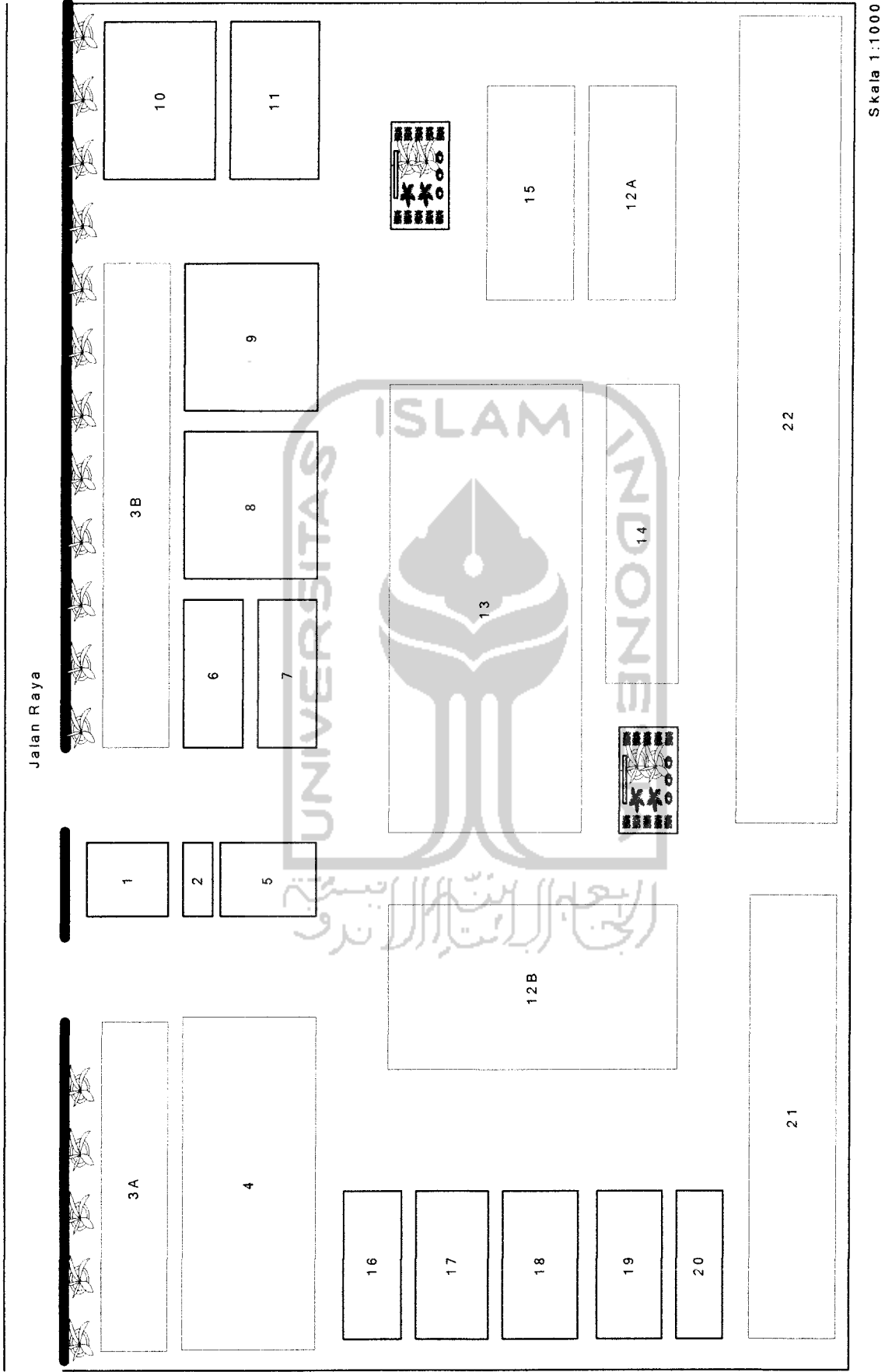
Alat disusun sehingga jarak antara sumber panas dan alat lainnya cukup aman. Dengan demikian dapat mencegah adanya bahaya ledakan maupun kebakaran. Selain itu juga dapat meningkatkan keselamatan kerja bagi para operator.

4) Perluasan Pabrik

Penempatan peralatan harus memperhatikan adanya kemungkinan pengembangan area pabrik di masa mendatang.

5) Biaya

Biaya konstruksi dapat dioptimalkan dengan pemilihan tata letak alat .



Gambar 4.1. Tata letak pabrik

Keterangan gambar:

- | | |
|-------------------------------|------------------------------|
| 1. Pos Keamanan | 12A. Unit Pengolahan Limbah |
| 2. Ruang tunggu | 12B. Area Tangki Penyimpanan |
| 3A. Area Parkir Tamu | 13. Area Proses |
| 3B. Area Parkir Truk | 14. Ruang Kontrol |
| 4. Kantor Pusat Pabrik | 15. Laboratorium |
| 5. Ruang Timbang Truk | 16. Gudang Alat |
| 6. Koperasi Karyawan | 17. Bengkel |
| 7. Klinik | 18. Pemadam Kebakaran |
| 8. Kantor Teknik dan Produksi | 19. Gudang Bahan Kimia |
| 9. Aula | 20. Ruang Kontrol Utilitas |
| 10. Musholla | 21. Utilitas |
| 11. Kantin | 22. Area Perluasan Pabrik |

4.3 Tata Letak Alat Proses

Pengaturan letak peralatan proses pabrik harus dirancang sedemikian rupa sehingga bisa efisien. Beberapa pertimbangan yang perlu diperhatikan adalah :

1) **Ekonomi**

Letak alat-alat proses harus sebaik mungkin sehingga memberikan biaya konstruksi dan operasi yang minimal. Biaya konstruksi dapat diminimalkan dengan mengatur letak alat sehingga menghasilkan pemipaan yang terpendek dan membutuhkan bahan konstruksi yang paling sedikit.

2) Kebutuhan Proses

Letak alat proses harus memberikan ruangan yang cukup bagi masing-masing alat agar dapat beroperasi dengan baik, dengan distribusi utilitas yang mudah.

3) Operasi

Peralatan yang membutuhkan perhatian lebih dari operator harus diletakkan diletakkan pada posisi dan ketinggian yang mudah dijangkau oleh operator.

4) Perawatan

Letak alat-alat proses harus memperhatikan ruangan untuk perawatan. Misal pada HE yang memerlukan ruangan yang cukup untuk pembersihan tube.

5) Keamanan

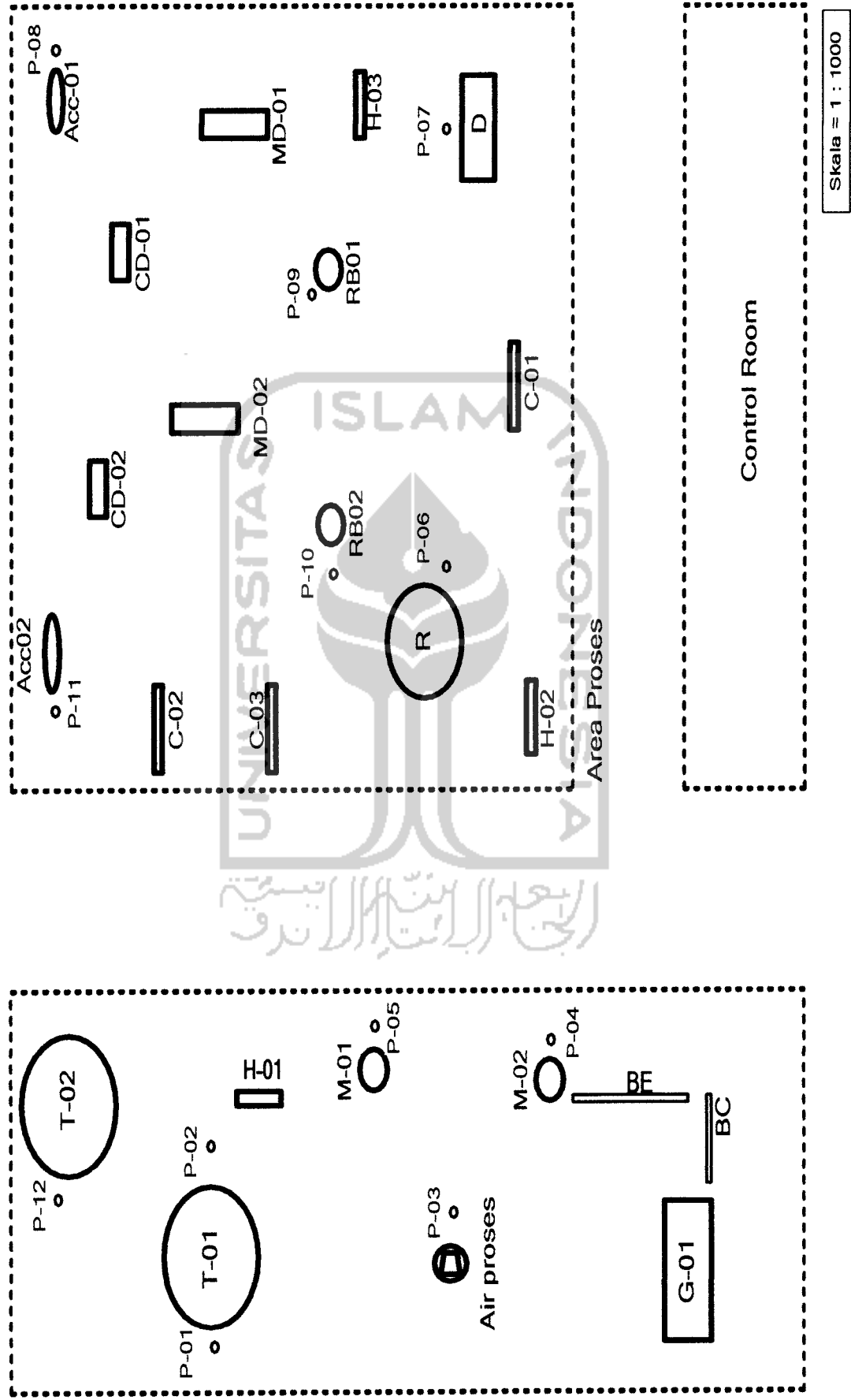
Letak alat-alat proses harus sebaik mungkin, agar jika terjadi kebakaran tidak ada yang terperangkap di dalamnya, serta mudah dijangkau oleh kendaraan atau alat pemadam kebakaran.

6) Perluasan dan Pengembangan Pabrik

Setiap pabrik yang didirikan diharapkan dapat berkembang dengan penambahan unit sehingga diperlukan susunan pabrik yang memungkinkan adanya perluasan.

Adapun tata letak alat proses adalah sebagai berikut:





Gambar 4.2. Tata letak alat proses

Keterangan :

R	= Reaktor	C	= Cooler
G	= Gudang	RB	= Reboiler
D	= Dekanter	T	= Tangki
MD	= Menara Distilasi	P	= Pompa
ACC	= Akumulator	BC	= Belt Conveyor
CD	= Condenser	BE	= Bucket Elevator
H	= Heater		

4.4 Alir Proses dan Material

Dalam perencanaan produksi pabrik Benzyl alkohol dari Benzyl klorida dan Natrium karbonat kapasitas 5.000 ton/tahun ini variabel yang berpengaruh dalam metode perancangan pabrik yaitu neraca massa, neraca panas dan spesifikasi alat.

4.4.1 Neraca Massa

Setting neraca massa peralatan pada pabrik Benzyl alkohol dari Benzyl klorida dan Natrium karbonat kapasitas 5.000 ton/tahun ini variabel yang berpengaruh antara lain :

- 1) Neraca massa *overall*
- 2) Neraca massa reaktor
- 3) Neraca massa dekanter
- 4) Neraca massa Menara Distilasi-01
- 5) Neraca massa Menara Distilasi-02

Basis perhitungan Neraca Massa :

Kapasitas Produk : 5.000 ton/tahun

Diambil dalam 1 tahun : 330 hari kerja

Basis jam : 1 jam

$$= \left[\frac{5.000 \text{ ton}}{1 \text{ tahun}} \right] \times \left[\frac{1000 \text{ kg}}{1 \text{ ton}} \right] \times \left[\frac{1 \text{ ton}}{330 \text{ hari}} \right] \times \left[\frac{1 \text{ hari}}{24 \text{ jam}} \right]$$

$$= 631.3131 \text{ kg/jam}$$

4.4.1.1 Neraca massa overall

Tabel 4.1. Neraca massa overall

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)
benzyl klorida	778.1136	7.8109
natrium karbonat	447.9047	125.4133
air	671.8571	617.0441
benzyl alkohol	0.0000	658.0600
natrium klorida	0.0000	355.6409
karbon dioksida	0.0000	133.9062
toluene	3.1250	3.1250
total	1901.0004	1901.0004

4.4.1.2 Neraca massa Reaktor

Tabel 4.2. Neraca massa di reaktor

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)
benzyl klorida	1069.8648	299.5621
natrium karbonat	447.9047	125.4133
air	671.8571	617.0441
benzyl alkohol	3.1407	661.2007
natrium klorida	0.0000	355.6409
karbon dioksida	0.0000	133.9062
toluene	3.1407	3.1407
total	2195.9080	2195.9080

4.4.1.3 Neraca massa Decanter

Tabel 4.3. Neraca massa di decanter

komponen	Input (kg/jam)	Keluar	
		Fase ringan (kg/jam)	Fase berat (kg/jam)
benzyl klorida	299.5621	299.5621	0.0000
natrium karbonat	125.4133	0.0000	125.4133
air	562.2311	28.1116	534.1196
benzyl alkohol	661.2007	628.1407	33.0600

natrium klorida	355.6409	0.0000	355.6409
karbon dioksida	0.0000	0.0000	0.0000
toluene	3.1407	3.1407	0.0000
total	2007.1889	958.9551	1048.2338

4.4.1.4 Neraca massa menara distilasi 01

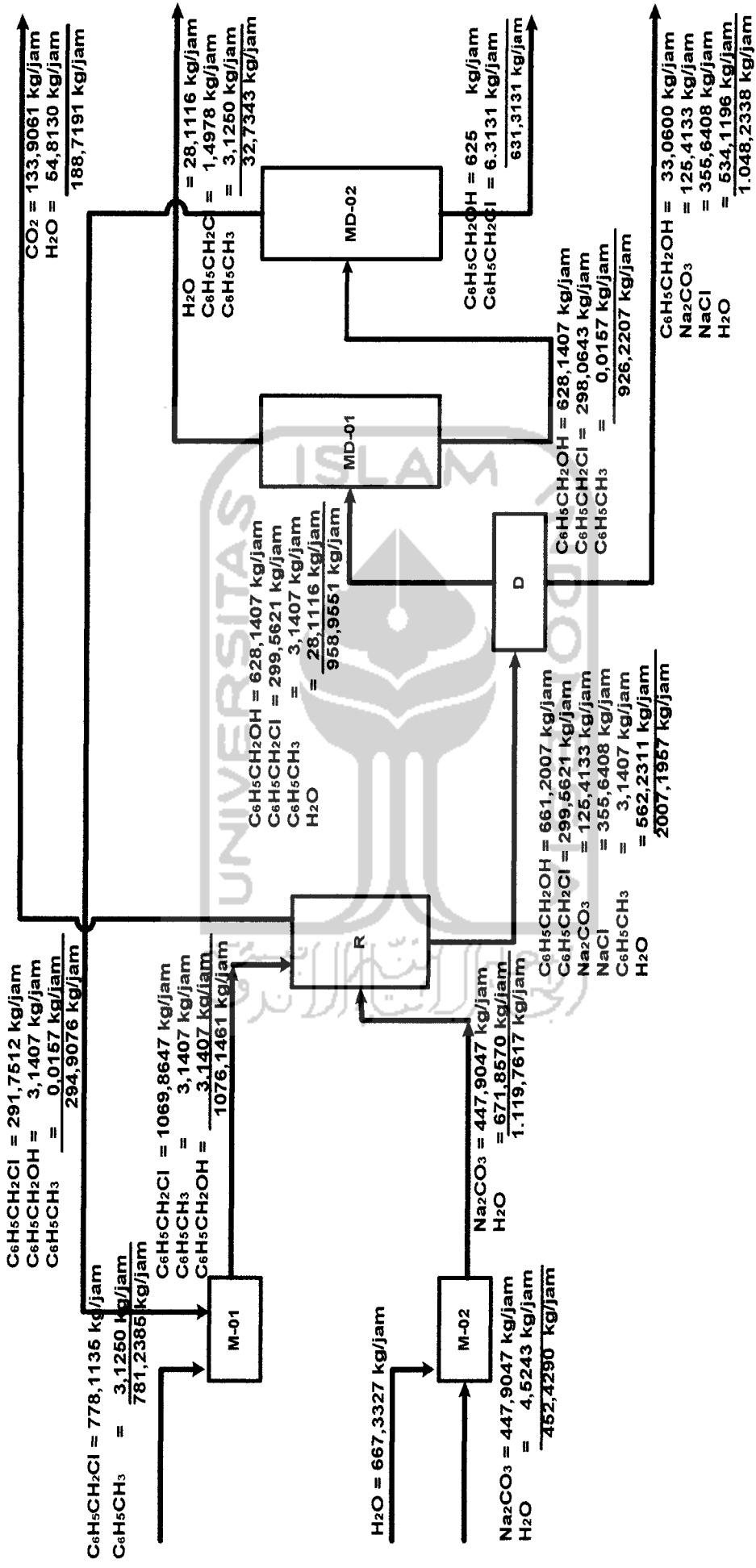
Tabel 4.4. Neraca massa di menara distilasi 01

komponen	Input (kg/jam)	keluar	
		Hasil bawah (kg/jam)	Hasil atas (kg/jam)
benzyl klorida	299.5621	298.0643	1.4978
natrium karbonat	0.0000	0.0000	0.0000
air	28.1116	0.0000	28.1116
benzyl alkohol	628.1407	628.1407	0.0000
natrium klorida	0.0000	0.0000	0.0000
karbon dioksida	0.0000	0.0000	0.0000
toluene	3.1407	0.0157	3.1250
total	958.9551	926.2207	32.7343

4.4.1.5 Neraca massa menara distilasi 02

Tabel 4.5. Neraca massa di menara distilasi 02

komponen	Input (kg/jam)	keluar	
		output bawah (kg/jam)	output atas (kg/jam)
benzyl klorida	298.0643	6.3131	291.7512
natrium karbonat	0.0000	0.0000	0.0000
air	0.0000	0.0000	0.0000
benzyl alkohol	628.1407	625.0000	3.1407
natrium klorida	0.0000	0.0000	0.0000
karbon dioksida	0.0000	0.0000	0.0000
toluene	0.0157	0.0000	0.0157
Total	926.2207	631.3131	294.9076



Gambar 4.3. Diagram alir kuantitatif

4.4.2 Neraca Panas

Setting neraca panas peralatan pada pabrik benzyl alkohol dari benzyl klorida dan natrium karbonat kapasitas 5.000 ton/tahun ini, variabel yang berpengaruh antara lain :

- 1) Neraca panas reaktor 01
- 2) Neraca panas menara distilasi-01
- 3) Neraca panas menara distilasi-02

4.4.2.1 Reaktor

Tabel 4.6. Neraca panas di reaktor

No	Sumber panas	Masuk (Kcal/jam)	Keluar (Kcal/jam)
1	Umpan masuk	83481.2927	
2	Produk keluar		86205.9381
3	Panas reaksi	170288.4825	
4	panas yang dibuang		167563.8371
	Total	253769.7752	253769.7752

4.4.2.2 Reaktor menara distilasi 01

Tabel 4.7. Neraca panas di menara distilasi 01

komponen	panas (kj/jam)	
	input	output
umpan masuk	266852.0484	
beban CD		15215.61734
beban RB	117685.113	
distilat		9782.787853
bottom		359538.7562
total	384537.1614	384537.1614

4.4.2.3 Reaktor menara distilasi 02

Tabel 4.8. Neraca panas di menara distilasi 02

komponen	panas (kj/jam)	
	input	output
umpan masuk	363707.9777	
beban CD		463465.1186
beban RB	610515.6792	
distilat		221670.0863
bottom		289088.452
total	974223.657	974223.657

4.5 Unit Pelayanan Teknik (Utilitas)

Untuk mendukung proses dalam suatu pabrik diperlukan sarana penunjang yang penting demi kelancaran jalannya proses produksi. Sarana penunjang merupakan sarana lain yang diperlukan selain bahan baku dan bahan pembantu agar proses produksi dapat berjalan sesuai yang diinginkan.

Salah satu faktor yang menunjang kelancaran suatu proses produksi di dalam pabrik yaitu penyediaan utilitas. Penyediaan utilitas ini meliputi:

- 1) Unit Penyediaan dan Pengolahan Air.
- 2) Unit Pembangkit Steam.
- 3) Unit Pembangkit Listrik.
- 4) Unit Penyediaan Bahan Bakar.

4.5.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air

Kebutuhan air meliputi air pendingin, air proses, air umpan boiler, dan air untuk keperluan kantor dan rumah tangga.

Jumlah air yang diperlukan :

1) Air pendingin	=	11.145,68	kg/jam
2) Air pembangkit steam	=	121,8459	kg/jam
3) Air proses	=	806,2285	kg/jam
4) Air keperluan kantor dan rumah tangga	=	3.504,167	kg/jam

4.5.1.1 Unit Penyediaan Air

Untuk memenuhi kebutuhan air suatu pabrik pada umumnya digunakan air sumur, air sungai, air danau maupun air laut sebagai sumbernya. Dalam

perancangan pabrik ini, sumber air yang digunakan berasal dari sungai. Penggunaan air sungai sebagai sumber air dengan pertimbangan sebagai berikut:

- Biaya lebih rendah dibanding biaya dari sumber air lainnya.
- Debit air sungai cukup banyak.
- Proses lebih sederhana dibandingkan dengan sumber air lainnya.
- Letak sungai berada tidak jauh dari lokasi pabrik.

Air yang diperlukan di lingkungan pabrik digunakan untuk:

1) Air Pendingin

Pada umumnya air digunakan sebagai media pendingin karena faktor-faktor berikut :

- Air merupakan materi yang dapat diperoleh dalam jumlah besar.
- Mudah dalam pengolahan dan pengaturannya.
- Dapat menyerap jumlah panas yang relatif tinggi persatuan volume.
- Tidak mudah menyusut secara berarti dalam batasan dengan adanya perubahan temperatur pendingin.
- Tidak terdekomposisi.

2) Air Umpan Boiler (*Boiler Feed Water*)

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penanganan air umpan boiler adalah sebagai berikut :

- Zat-zat yang dapat menyebabkan korosi.

Korosi yang terjadi dalam boiler disebabkan air mengandung larutan-larutan asam, gas-gas terlarut seperti O_2 , CO_2 , H_2S dan NH_3 . O_2 masuk karena aerasi maupun kontak dengan udara luar.

- Zat yang dapat menyebabkan kerak

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

- Zat yang menyebabkan *foaming*.

Air yang diambil kembali dari proses pemanasan bisa menyebabkan *foaming* pada boiler karena adanya zat-zat organik yang tak larut dalam jumlah besar.

Efek pembusaan terutama terjadi pada alkalitas tinggi.

3) Air sanitasi.

Air sanitasi adalah air yang akan digunakan untuk keperluan sanitasi. Air ini antara lain untuk keperluan perumahan, perkantoran laboratorium, masjid dan lain-lain. Air sanitasi harus memenuhi kualitas tertentu, yaitu:

- Syarat fisik, meliputi:

- Suhu : Di bawah suhu udara
- Warna : Jernih
- Rasa : Tidak berasa
- Bau : Tidak berbau

- Syarat kimia, meliputi:

- Tidak mengandung zat organik dan anorganik yang terlarut dalam air.
- Tidak mengandung bakteri.

4) Air proses

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penanganan air proses adalah sebagai berikut :

- Kesadahan (*hardness*) yang dapat menimbulkan kerak pada alat proses.
- Besi, aluminium, asam organik, dan beberapa logam yang larut dalam air yang dapat menimbulkan korosi.

4.5.1.2 Pengolahan air

Bertujuan untuk memenuhi syarat-syarat air sehingga dapat dipergunakan di dalam industri kimia. Pengolahan air dapat meliputi pengolahan secara fisik, secara kimia. Pengolahan air yang dilakukan di pabrik ini meliputi beberapa proses. Uraian pengolahan air tersebut secara garis besarnya adalah :

1) Bak Penggumpal (*flokulator*)

Air sungai mula-mula dialirkan ke bak pengendap dengan pompa. Di dalam bak pengendap diharapkan sebagian kotoran dapat terendapkan secara ilmiah. *Level control* sistem yang ada pada bak pengendap berfungsi untuk mengatur aliran masuk air sehingga sesuai dengan kebutuhan pabrik.

Setelah dari bak pengendap air dimasukan dalam bak penggumpal (*flokulator*) yang kemudian diinjeksikan alum ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$), koagulan asam sebagai pembantu pembentukan flok dan NaOH sebagai pengatur pH yang mungkin terikut dalam air sungai yang tidak bisa terendapkan secara alami.

2) *Clarifier*

Air dari bak penggumpal dimasukkan melalui bagian tengah *clarifier* dan diaduk dengan agitator. Air bersih keluar dari pinggir *clarifier* secara *overflow*,

sedangkan *sludge* (flok) yang terbentuk akan mengendap secara gravitasi dan di *blowdown* secara berkala dalam waktu yang telah ditentukan. Air baku yang mempunyai *turbidity* sekitar 42 ppm diharapkan setelah keluar *clarifier turbidity*-nya akan turun menjadi lebih kecil dari 10 ppm.

3) Penyaringan

Air yang keluar dari bagian atas *clarifier* dimasukkan ke dalam *sand filter* untuk menahan/menyaring partikel-partikel solid yang lolos atau yang terbawa bersama air dari *clarifier*. Air keluar dari *sand filter* dengan *turbidity* kira-kira 2 ppm, dialirkan ke dalam suatu bak penampung air bersih (*filter water reservoir*).

Setelah disaring air dialirkan ke bak penampung air bersih. Air yang ada pada bak penampung ini kemudian diolah untuk kemudian digunakan sebagai air keperluan kantor dan rumah tangga, air proses, air pembangkit steam dan air pendingin.

Selanjutnya air tersebut ditampung dalam sebuah bak penampung air bersih untuk kemudian diproses lebih lanjut sesuai dengan kebutuhan. Pengolahan tersebut antara lain adalah sebagai berikut :

4.5.1.2.1 Unit Pengolahan Air Untuk Kantor dan Rumah Tangga

Unit ini berfungsi untuk mengolah air agar dapat digunakan untuk keperluan sehari-hari. Air dari bak penampung air bersih dialirkan ke bak klorinasi yang didalamnya diberi kaporit. Tujuan ditambahkan desinfektan untuk membunuh mikroorganisme yang terdapat dalam air. Air yang benar-benar bersih ini kemudian ditampung di dalam bak penampung air kantor dan rumah tangga.

4.5.1.2.2 Unit Pengolahan Air Proses

1) Unit Demineralisasi Air

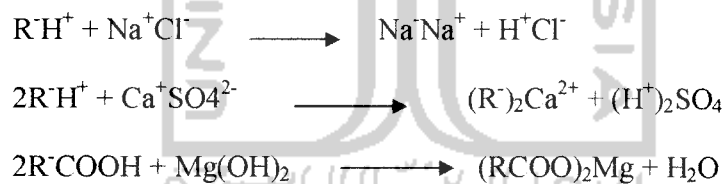
Untuk umpan ketel (*boiler*), air proses (untuk keperluan reaksi), dan air pendingin dibutuhkan air murni yang memenuhi persyaratan bebas dari garam-garam murni yang terlarut. Proses demineralisasi dimaksudkan untuk menghilangkan ion-ion yang terkandung pada *filtered water* sehingga konduktivitasnya di bawah 0,3 Ohm dan kandungan silica lebih kecil dari 0,02 ppm.

Adapun tahap-tahap proses demineralisasi adalah sebagai berikut:

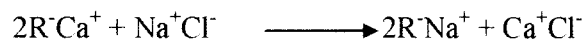
a. Kation Exchanger

Kation exchanger ini berisi resin pengganti kation dimana kation-kation yang terkandung di dalam air diganti dengan ion H^+ sehingga air yang akan keluar dari kation exchanger adalah air yang mengandung anion dan ion H^+ .

Reaksi :



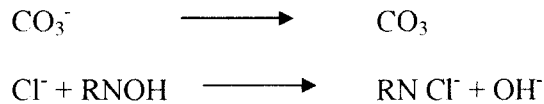
Dalam jangka waktu tertentu, kation resin ini akan jenuh sehingga perlu diregenerasikan dengan natrium klorida.



b. Anion Exchanger

Anion exchanger berfungsi untuk mengikat ion-ion negatif (anion) yang terlarut dalam air, dengan resin yang bersifat basa, sehingga anion-anion seperti CO_3^{2-} , Cl^- dan SO_4^{2-} akan membantu garam resin tersebut.

Reaksi:



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

Reaksi:

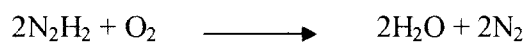


Selanjutnya, air untuk keperluan umpan ketel mengalami proses lebih lanjut di unit deaerasi dan air untuk keperluan pendinginan mengalami proses pendinginan di *cooling tower*.

2) Unit Deaerasi

Deaerasi adalah proses pembebasan air umpan ketel dari oksigen (O_2) dan karbon dioksida. Gas-gas tersebut harus dihilangkan terlebih dahulu karena dapat menimbulkan korosi. Air yang telah mengalami demineralisasi (*polish water*) dipompakan kedalam *deaerator* dan diinjeksikan *Hidrazin* (N_2H_4) untuk mengikat oksigen yang terkandung dalam air sehingga dapat mencegah terbentuknya kerak (*scale*) pada tube boiler.

Reaksi:



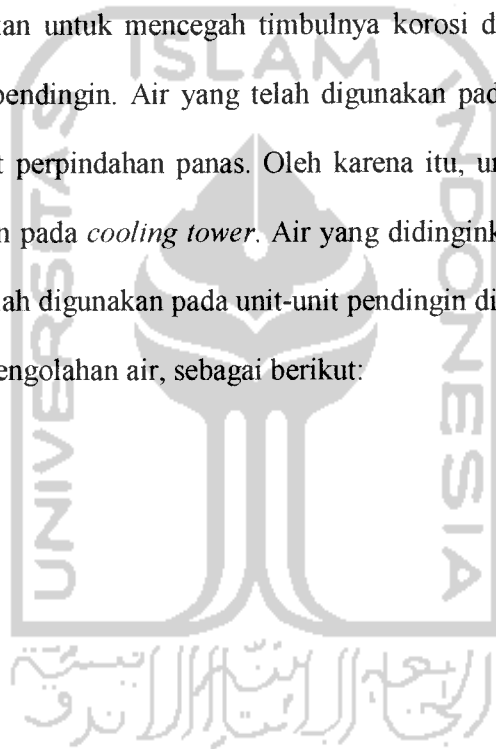
Nitrogen sebagai hasil reaksi bersama-sama dengan gas lain dihilangkan melalui *stripping* dengan steam bertekanan rendah.

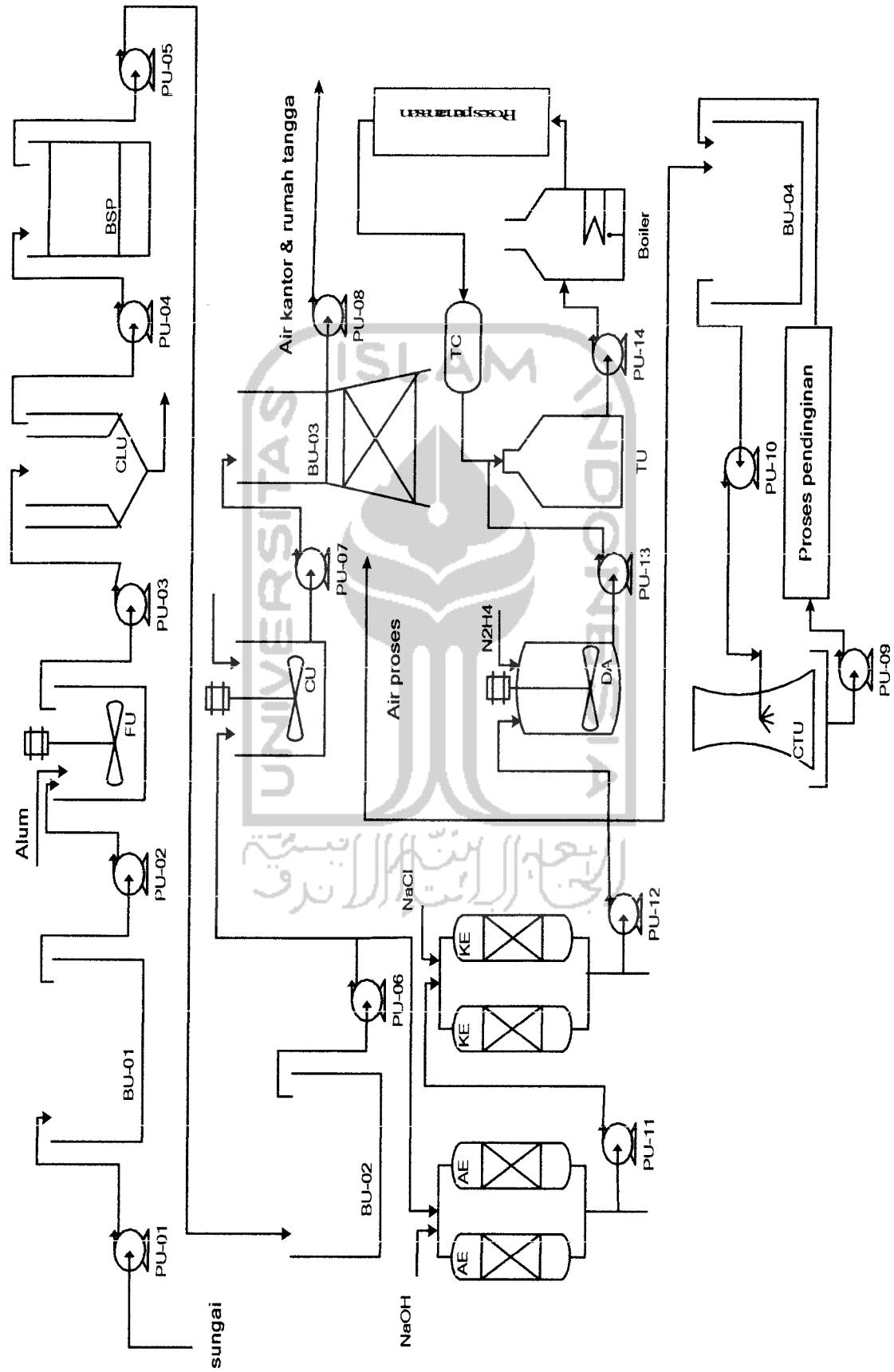
Di dalam *deaerator* juga dimasukan *low steam kondensat* yang berfungsi sebagai media pemanas. Air yang keluar dari *deaerator* ini dialirkan dengan pompa sebagai air umpan *boiler*. (*boiler feed water*).

3) Unit Pendingin

Air yang digunakan sebagai media pendingin adalah air demineralisasi, hal ini dilakukan untuk mencegah timbulnya korosi dan kerak pada *shell* dan *tube* pada alat pendingin. Air yang telah digunakan pada *cooler*, temperaturnya akan naik akibat perpindahan panas. Oleh karena itu, untuk digunakan kembali perlu didinginkan pada *cooling tower*. Air yang didinginkan pada *cooling tower* adalah air yang telah digunakan pada unit-unit pendingin di pabrik.

Diagram pengolahan air, sebagai berikut:





Gambar 4.4. Diagram pengolahan air

- Efisiensi rendah
- Waktu yang diperlukan dari mula-mula sampai terbentuk uap relatif lebih lama

Pada boiler pipa api, gas panas mengalir dalam pipa yang dikelilingi air. Mekanisme perpindahan panas utama yang terjadi adalah konveksi, sehingga terjadi perpindahan panas dari gas panas ke air, dimana air akan berubah menjadi uap air. Bahan bakar yang digunakan antara lain; batu bara, minyak, gas dan bahan-bahan yang mudah dan terbaik seperti kayu.

Boiler pipa api dilengkapi dengan *Blow down valve* untuk mengeluarkan endapan-endapan yang terbentuk dari *internal treatment*.

Ada dua cara *blow down*, yaitu :

- *Intermitter blow down*; pengeluaran air dilakukan pada saat tertentu, misalnya 4 jam sekali
- *Continous blow down*; pengeluaran air dilakukan secara terus menerus sehingga zat dalam boiler dapat dijaga.

4.5.3 Unit Pengadaan Listrik

Di dalam suatu pabrik, listrik merupakan sumber daya yang utama. Tenaga listrik digunakan untuk menggerakkan pompa, motor pengaduk, penerangan dan lain-lain. Adapun rincian kebutuhan listrik untuk keperluan proses dan umum adalah sebagai berikut:

1) Untuk Peralatan Proses :

Pompa 01 = 0,125 Hp

Pompa 02 = 0,125 Hp

Pompa 03 = 0,05 Hp

Pompa 04 = 0,125 Hp

Pompa 05 = 0,05 Hp

Pompa 06 = 0,05 Hp

Pompa 07 = 0,05 Hp

Pompa 08 = 0,05 Hp

Pompa 09 = 0,05 Hp

Pompa 10 = 0,05 Hp

Pompa 11 = 0,05 Hp

Pompa 12 = 0,125 Hp

Reaktor = 10 Hp

Mixer-01 = 1 Hp

Mixer-02 = 1 Hp

Bucket Elevator = 0,05 Hp

Belt Conveyor = 0,25 Hp +

Subtotal = 13,05 Hp

2) Untuk Peralatan Utilitas :

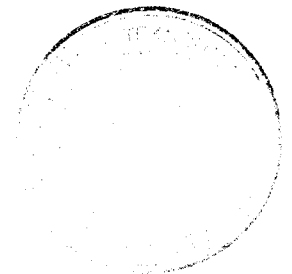
Pompa 01 = 5 Hp

Pompa 02 = 0,25 Hp

Pompa 03 = 0,25 Hp

Pompa 04 = 0,75 Hp

Pompa 05 = 0,25 Hp



Pompa 06	= 0,75 Hp
Pompa 07	= 1 Hp
Pompa 08	= 1 Hp
Pompa 09	= 0,75 Hp
Pompa 10	= 1 Hp
Pompa 11	= 0,125 Hp
Pompa 12	= 0.5 Hp
Pompa 13	= 0,05 Hp
Pompa 14	= 0,05 Hp
Pompa 15	= 0,05 Hp
Pompa 16	= 0,05 Hp
Pompa 17	= 0,05 Hp
Flokulator	= 3 Hp
Cooling tower	= 5 Hp
Deaerator	= 0,125 Hp
Kompresor	= 40 Hp
Clarifier	= 3 Hp
Boiler	= 10 Hp +
<hr/>	
Subtotal	= 73 Hp

Total kebutuhan listrik untuk alat proses dan utilitas = 86,05 Hp

Angka keamanan diambil 10 %, maka listrik yang di butuhkan = 94,655 Hp

3) Kebutuhan listrik untuk alat kontrol dan instrumentasi

Diperkirakan 5 % dari kebutuhan listrik alat proses dan utilitas

$$= 0,05 \times 94,655 = 4,7328 \text{ Hp}$$

4) Kebutuhan listrik untuk laboratorium, perkantoran, rumah tangga dan lain-lain

Diperkirakan 25 % dari kebutuhan listrik proses dan utilitas

$$= 0,25 \times 94,655 = 23,6638 \text{ Hp}$$

Kebutuhan listrik total sebesar = 123,0515 Hp

Effisiensi generator 80 % = Total kebutuhan listrik/0,8

$$= 153,8144 \text{ Hp}$$

$$= 114,6994 \text{ KWh}$$

Kebutuhan listrik sebesar itu dipenuhi dengan membelinya dari dengan biaya yang lebih murah. Selain itu, disediakan listrik dari generator apabila listrik dari PLN padam. Generator yang digunakan adalah generator arus bolak balik (AC) dengan pertimbangan :

- Tegangan yang dihasilkan dapat diatur tingginya
- Dapat menghasilkan tenaga yang cukup besar dan bekerja pada kecepatan tinggi
- Perawatannya lebih mudah
- Mempunyai rendemen yang tinggi antara 96-98 %
- Dapat digunakan kawat yang kecil untuk menghantarkan transmisi
- Mempunyai daya kerja yang lebih besar
- Motor-motornya lebih umum dijumpai di pasaran.
-

4.5.4 Unit Penyediaan Bahan Bakar

Bahan bakar yang digunakan adalah *Industrial Diesel Oil* (IDO) sebesar 4.627,064 L untuk kebutuhan selama 2 hari, bahan bakar ini digunakan untuk menggerakkan generator, sedangkan untuk boiler digunakan bahan bakar jenis *fuel oil* sebesar 46.644 L untuk kebutuhan selama 14 hari. Bahan bakar ini diperoleh dari Pertamina.

4.5.5 Unit Penyediaan Udara Tekan

Udara tekan digunakan untuk menggerakkan alat kontrol dan instrumentasi yang bekerja secara *pneumatic*. Total kebutuhan udara tekan untuk tujuan ini sebesar 625 kg/jam yang dihasilkan oleh satu buah kompresor.

4.6 Organisasi Perusahaan

4.6.1 Bentuk Perusahaan

Bentuk perusahaan digolongkan menjadi beberapa macam seperti :

- 1) Perseroan
- 2) Firma
- 3) Koperasi
- 4) PT atau korporasi

Untuk perusahaan-perusahaan skala besar, biasanya menggunakan bentuk Perseroan Terbatas (PT). Perseroan Terbatas (PT) merupakan asosiasi pemegang saham yang diciptakan berdasarkan hukum dan dianggap sebagai badan hukum.

Ciri-ciri Perseroan Terbatas yaitu Perseroan Terbatas didirikan dengan akta notaris berdasarkan Kitab Undang-Undang Hukum Dagang, besarnya modal

ditentukan dalam akta pendirian dan terdiri dari saham-saham, serta pemiliknya adalah para pemegang saham.

Selain ciri-ciri yang tersebut diatas, bentuk perseroan terbatas memiliki ciri-ciri sebagai berikut :

1) Perusahaan Berdasarakan Hukum

Pembentukan menjadi badan hukum disertai akte perusahaan yang berisi informasi-informasi nama perusahaan, tujuan-tujuan perusahaan, jumlah modal dan lokasi kantor pusat. Setelah pengelola perusahaan menyerahkan akte perusahaan dan disertai uang yang diminta untuk keperluan akte perusahaan, maka ijin diberikan. Dengan ijin ini perusahaan secara sah dilindungi oleh hukum dalam pengelolaan intern perusahaan.

2) Badan Hukum terpisah dari pemiliknya (pemegang saham).

Hal ini bermaksud bahwa perusahaan ini didirikan bukan dari perkumpulan pemegang saham tetapi merupakan badan hukum yang terpisah. Kepemilikannya dimiliki dengan memiliki saham. Apabila seseorang pemilik saham meninggal dunia, maka saham dapat dimiliki oleh ahli warisnya atau pihak lain dengan kebutuhan hukum.

3) Menguntungkan bagi kegiatan – kegiatan yang berskala besar.

Perseroan Terbatas sesuai dengan perusahaan berskala besar dengan aktifitas-aktifitas yang komplek.

Bentuk perusahaan yang direncanakan pada pabrik Benzyl alkohol ini adalah Perseroan Terbatas. Perseroan Terbatas merupakan bentuk perusahaan yang

mendapatkan modalnya dari penjualan saham dimana setiap sekutu yang mendapatkan modalnya dari penjualan saham turut mengambil bagian sebanyak satu saham atau lebih.

Saham adalah surat berharga yang dikeluarkan oleh perusahaan atau Perseroan Terbatas tersebut dan orang yang memiliki saham berarti telah menyetorkan modal ke perusahaan, yang berarti pula ikut memiliki perusahaan. Dalam Perseroan Terbatas pemegang saham hanya bertanggung jawab menyetor penuh jumlah yang disebutkan dalam tiap saham.

Pabrik Benzyl alkohol yang akan didirikan, direncanakan mempunyai:

Bentuk perusahaan : Perseroan Terbatas (PT)
Lapangan usaha : Industri *Benzyl alkohol*
Lokasi perusahaan : Kawasan Industri Gresik-Jawa Timur

Alasan dipilihnya bentuk perusahaan ini adalah berdasarkan atas beberapa faktor antara lain :

- a. Mudah untuk mendapatkan modal yaitu dengan menjual saham perusahaan
- b. Tanggung jawab pemegang saham terbatas sehingga kelancaran produksi hanya dipegang oleh pimpinan perusahaan
- c. Pemilik dan pengurus perusahaan terpisah satu sama lain, pemilik perusahaan adalah para pemegang saham dan pengurus perusahaan adalah direksi beserta stafnya yang diawasi oleh dewan komisaris.
- d. Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin karena tidak terpengaruh dengan berhentinya pemegang saham, direktur beserta stafnya, serta karyawan perusahaan, direksi, staf, serta karyawan perusahaan.

e. Selain itu juga efisiensi manajemen mudah bergerak di pasar modal, dan luasnya lapangan usaha karena suatu Perseroan Terbatas dapat menarik modal yang sangat besar dari masyarakat sehingga dengan mudah modal ini PT dapat memperluas usahanya.

Pabrik Benzyl alkohol ini dipimpin oleh seorang direktur. Pembinaan personalia sepenuhnya diserahkan kepada direktur dengan memperhatikan hukum-hukum perburuhan.

4.6.2. Struktur Organisasi

Salah satu faktor yang menunjang kemajuan perusahaan adalah stuktur organisasi yang terdapat dan dipergunakan dalam perusahaan tersebut, karena hal ini berhubungan dengan komunikasi yang terjadi di dalam perusahaan, demi tercapainya hubungan kerja yang baik antar karyawan. Untuk mendapatkan suatu sistem organisasi yang terbaik maka perlu diperhatikan beberapa asas yang dapat dijadikan pedoman, antara lain perumusan tugas perusahaan dengan jelas, pendelegasian wewenang, pembagian tugas kerja yang jelas, kesatuan perintah dan tanggung jawab, sistem pengotrol atas pekerjaan yang telah dilaksanakan, dan organisasi perusahaan yang fleksibel.

Untuk mendapatkan suatu sistem organisasi yang terbaik maka perlu diperhatikan beberapa asas yang dapat dijadikan pedoman antara lain :

- 1) Perumusan tugas perusahaan dengan jelas
- 2) Pendelegasian wewenang
- 3) Pembagian tugas kerja yang jelas
- 4) Kesatuan perintah dan tanggung jawab

- 5) Sistem pengontrol atas pekerjaan yang telah dilaksanakan
- 6) Organisasi perusahaan yang fleksibel.

Dengan berpedoman terhadap asas-asas tersebut maka diperoleh bentuk struktur organisasi yang baik, yaitu system lini dan staf. Pada system ini, garis kekuasaan lebih sederhana dan praktis. Demikian pula kebaikan dalam pembagian tugas kerja seperti yang terdapat dalam sistem organisasi fungsional, sehingga seorang karyawan hanya akan bertanggung jawab pada seorang atasan saja. Sedangkan untuk mencapai kelancaran produksi, maka perlu dibentuk staf ahli yang terdiri atas orang-orang yang ahli di bidangnya. Bantuan pikiran dan nasehat akan diberikan oleh staf ahli kepada tingkat pengawas, demi tercapainya tujuan perusahaan.

Ada dua kelompok orang yang berpengaruh dalam menjalankan organisasi lini dan staf ini:

- 1) Sebagai garis atau lini yaitu orang-orang yang menjalankan tugas pokok organisasi dalam rangka mencapai tujuan perusahaan.
- 2) Sebagai staf yaitu orang-orang yang menjalankan tugasnya dengan keahlian yang dimilikinya dalam hal ini berfungsi untuk memberikan saran-saran kepada unit operasional

Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan, dalam pelaksanaan tugas sehari-harinya diwakili oleh Dewan Komisaris, sedangkan tugas untuk menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh seorang Direktur utama yang dibantu oleh Direktur Produksi serta Direktur Keuangan dan Umum.

Dimana Manager Produksi membawahi bidang operasi, teknik, dan litbang. Sedangkan Manager Keuangan dan Umum membawahi bidang yang lainnya. Manager membawahi beberapa Kepala Bagian, yang akan bertanggung jawab membawahi seksi-seksi dalam perusahaan, sebagai bagian dari pendelegasian wewenang dan tanggung jawab. Masing-masing Kepala Bagian membawahi dan mengawasi beberapa karyawan perusahaan pada masing-masing bidangnya. Karyawan perusahaan akan dibagi dalam beberapa kelompok regu yang dipimpin oleh masing-masing kepala regu, dimana kepala Seksi akan membawahi kepala regu. Sedangkan untuk mencapai kelancaran produksi maka perlu dibentuk staf ahli yang terdiri dari orang-orang yang ahli dibidangnya. Staf ahli akan memberikan bantuan pemikiran dan nasihat kepada tingkat pengawas, demi tercapainya tujuan perusahaan.

Manager Keuangan dan Manager Umum membidangi kelancaran pelayanan dan pemasaran, membawahi Bagian Personalia dan Umum, Bagian Pemasaran, Bagian Keuangan & Administrasi, dan Bagian K3 dan Lingkungan. Masing-masing Kepala Bagian akan membawahi Ketua Seksi atau langsung membawahi karyawan.

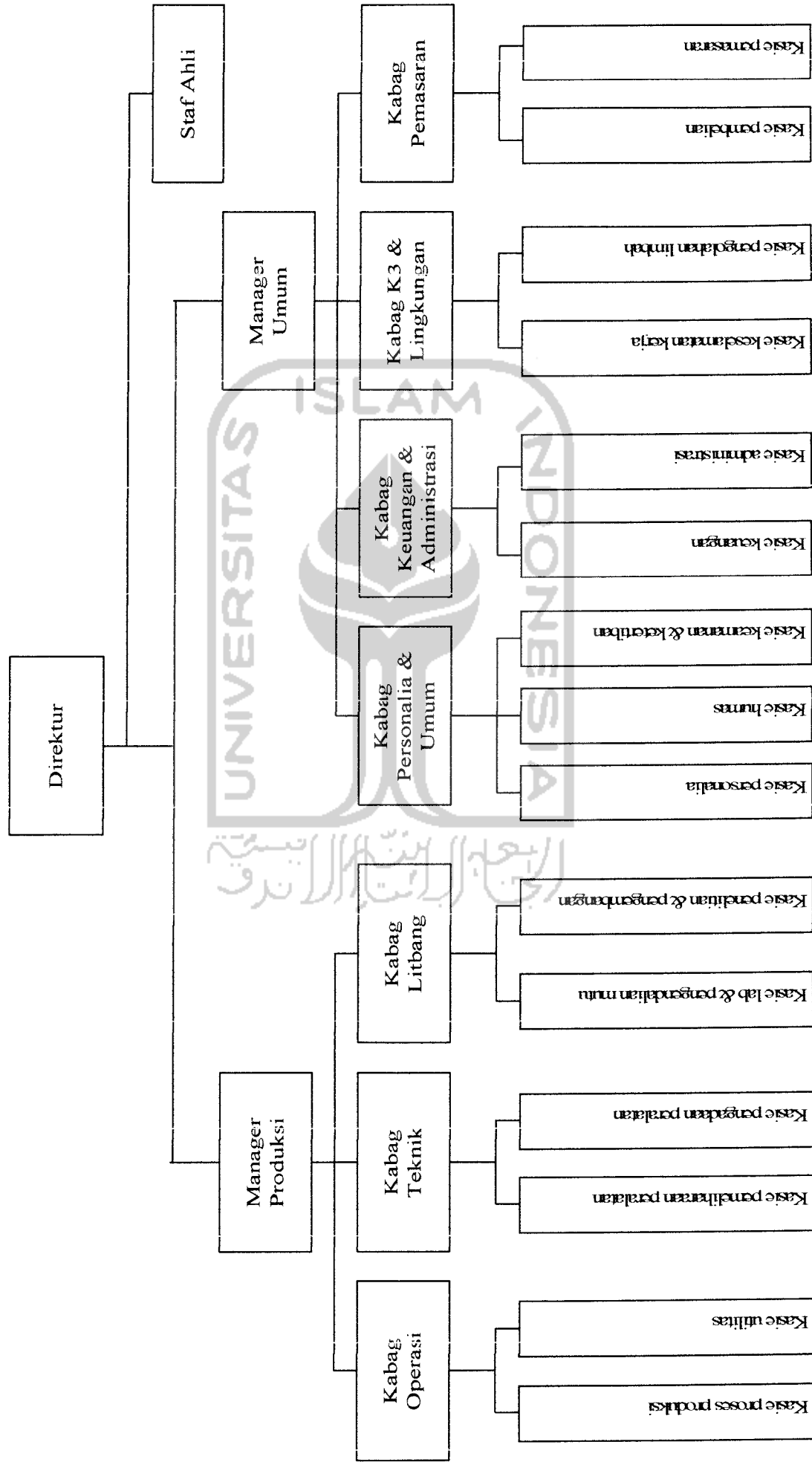
Manfaat adanya struktur organisasi adalah sebagai berikut:

- 1) Menjelaskan mengenai pembatasan tugas, tanggung jawab dan wewenang.
- 2) Sebagai bahan orientasi untuk pejabat
- 3) Penempatan pegawai lebih tepat
- 4) Penyusunan program pengembangan manajemen.

- 5) Mengatur kembali langkah kerja dan prosedur kerja yang berlaku bila terbukti kurang lancar.

Adapun struktur organisasinya seperti pada gambar. berikut:





Gambar 4.5. Struktur organisasi perusahaan

4.6.3 Tugas dan Wewenang

4.6.3.1 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 yang mempunyai bentuk Perseroan Terbatas adalah rapat umum pemegang saham.

Pada rapat umum tersebut, para pemegang saham :

- 1) Mengangkat dan memberhentikan Dewan Komisaris,
- 2) Mengangkat dan memberhentikan Direktur Utama,
- 3) Mengesahkan hasil-hasil usaha serta neraca perhitungan untung rugi tahunan perusahaan.

4.6.3.2 Dewan Komisaris

Dewan Komisaris merupakan pelaksana tugas sehari-hari dari pemilik saham, sehingga Dewan Komisaris akan bertanggung jawab terhadap pemilik saham.

Tugas-tugas Dewan Komisaris meliputi :

- 1) Menilai dan menyetujui rencana direksi tentang kebijaksanaan umum, target laba perusahaan, alokasi sumber-sumber dana dan pengarahan pemasaran.
- 2) Mengawasi tugas-tugas direktur
- 3) Membantu direktur dalam hal-hal penting.

4.6.3.3 Direktur Utama

Direktur utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan bertanggung jawab sepenuhnya terhadap maju mundurnya perusahaan. Direktur utama bertanggung jawab pada Dewan Komisaris atas segala tindakan dan

kebijaksanaan yang telah diambil sebagai pimpinan perusahaan. Direktur utama membawahi Manager Produksi serta Manager Umum.

Tugas Direktur Utama antara lain:

- 1) Melaksanakan kebijaksanaan perusahaan dan mempertanggung jawabkan pekerjaannya kepada pemegang saham pada akhir masa jabatannya
- 2) Menjaga kestabilan organisasi perusahaan dan membuat kontinuitas hubungan yang baik antara pemilik saham, pimpinan, konsumen, dan karyawan
- 3) Mengangkat dan memberhentikan Kepala Bagian dengan persetujuan rapat pemegang saham
- 4) Mengkoordinir kerja sama dengan Manager Produksi serta Manager Umum.

4.6.3.4 Manager

Manager merupakan pemimpin dari Kepala Bagian yang tugasnya membantu direktur dalam pelaksanaan operasional perusahaan dan bertanggung jawab kepada Direktur. Disini terdapat beberapa manager, antara lain:

- 1). Manager Produksi, tugasnya antara lain :
 - a. Bertanggung jawab kepada direktur utama dalam bidang produksi, operasi dan teknik.
 - b. Mengkoordinir, mengatur, serta mengawasi pelaksanaan kerja kepala -kepala bagian yang menjadi bawahannya.
- 2). Manager umum, tugasnya antara lain :
 - a. Bertanggung jawab kepada Direktur Utama dalam bidang keuangan, pelayanan umum dan pemasaran.

- b. Mengkoordinir, mengatur serta mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala-kepala bagian yang menjadi bawahannya.

4.6.3.5 Kepala Bagian

Secara umum tugas kepala bagian adalah mengkoordinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan garis-garis yang diberikan oleh pimpinan perusahaan.

Ada tujuh Kepala Bagian yang terdiri dari :

1) Kepala Bagian Operasi

Kepala bagian operasi bertanggung jawab kepada Manager Produksi dalam bidang mutu dan kelancaran produksinya.

Kepala Bagian Operasi membawahi:

a. Seksi utilitas

Tugas seksi utilitas antara lain :

- Bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Produksi atas hal-hal yang dilakukan bawahannya dalam menjalankan tugasnya masing-masing.
- Mengkoordinasi, mengatur dan mengawasi pelaksanaan operasional dalam pengadaan utilitas, tenaga dan instrumentasi dalam bidang kelancaran produksi, operasi, teknik dan perawatan pabrik.

b. Seksi proses produksi

Tugas seksi proses produksi antara lain:

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

- Bertanggung jawab atas ketersediaan sarana utilitas untuk menunjang kelancaran proses produksi.

2) Kepala Bagian Teknik.

Kepala bagian teknik bertanggung jawab kepada manager produksi.

Tugas kepala bagian teknik antara lain :

- Bertanggung jawab kepada manager produksi dalam bidang peralatan, proses dan utilitas.
- Menkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya.

Kepala bagian teknik membawahi :

a. Seksi pemeliharaan peralatan

Tugas seksi pemelihara peralatan antara lain :

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

b. Seksi pengadaan peralatan.

Tugas seksi pengadaan peralatan antara lain :

- Merencanakan penggantian alat.
- Menentukan spesifikasi peralatan pengganti atau peralatan baru yang akan digunakan.

1) Kepala Bagian Penelitian dan Pengembangan

Kepala Bagian Penelitian dan Pengembangan (litbang) bertanggung jawab kepada Manager Produksi dalam bidang penelitian dan pengembangan perusahaan.

Kepala Bagian Penelitian dan Pengembangan (litbang) membawahi:

a. Seksi laboratorium dan pengendalian mutu

Tugas seksi laboratorium dan pengendalian mutu adalah:

- Mengawasi dan menganalisa mutu bahan baku dan bahan pembantu.
- Mengawasi dan menganalisa produk
- Mengawasi kualitas buangan pabrik.

b. Seksi penelitian dan pengembangan

Tugas seksi penelitian dan pengembangan antara lain :

- Merencanakan kemungkinan pengembangan yang dapat dilakukan perusahaan baik dari segi kapasitas, keperluan plant, pengembangan pabrik maupun dalam struktur organisasi perusahaan.
- Mempertinggi mutu suatu produk, memperbaiki proses pabrik/perencanaan alat dan pengembangan produksi, mengadakan pemilihan pemasaran produk ke suatu tempat dan mempertinggi efisiensi kerja.
- melakukan penelitian efisiensi dan efektivitas proses produksi

2) Kepala Bagian Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Lingkungan.

Kepala Bagian Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Lingkungan bertanggung jawab kepada Manager Umum dalam bidang K3 dan pengolahan limbah.

Kepala Bagian Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Lingkungan membawahi :

a. Seksi Keselamatan Kerja

Tugas Seksi Keselamatan Kerja

- Melaksanakan dan mengatur segala hal untuk menciptakan keselamatan dan kesehatan kerja yang memadai dalam perusahaan.
- Menyelenggarakan pelayanan kesehatan terhadap karyawan terutama di poliklinik.
- Melakukan tindakan awal pencegahan bahaya lebih lanjut terhadap kejadian kecelakaan kerja.
- Menciptakan suasana aman di lingkungan pabrik serta penyediaan alat-alat keselamatan kerja.

b. Seksi Pengolahan Limbah

Tugas Seksi Pengolahan Limbah

- Memantau pengolahan limbah yang dihasilkan di seluruh pabrik.
- Memantau kadar limbah buangan agar sesuai dengan baku mutu lingkungan.

5) **Kepala Bagian Pemasaran**

Kepala Bagian Pemasaran bertanggung jawab kepada Manager Umum dalam bidang bahan baku dan pemasaran hasil produksi. Kepala Bagian Pemasaran membawahi:

a. Seksi Pembelian

Tugas Seksi Pembelian antara lain :

- Merencanakan besarnya kebutuhan bahan baku dan bahan pembantu yang akan dibeli.
- Melaksanakan pembelian barang dan peralatan yang dibutuhkan
- Mengetahui harga pasaran dari suatu bahan baku serta mengatur keluar masuknya bahan dan alat dari gudang.

b. Seksi Pemasaran

Tugas Seksi Pemasaran antara lain :

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

6) Kepala Bagian Keuangan dan Administrasi

Kepala Bagian Keuangan dan Administrasi ini bertanggung jawab kepada Manager Umum dalam hal administrasi dan keuangan. Bagian Keuangan dan Administrasi membawahi :

a. Seksi Administrasi.

Tugas Seksi Administrasi antara lain menyelenggarakan pencatatan utang piutang, administrasi, persediaan kantor, pembukuan serta masalah perpajakan.

b. Seksi Keuangan

Tugas Seksi Keuangan antara lain

- Menghitung penggunaan uang perusahaan, mengamankan uang dan meramalkan tentang keuangan masa depan

- Mengadakan perhitungan tentang gaji dan insentif karyawan.

7) Kepala Bagian Personalia dan Umum

Kepala Bagian Personalia dan Umum bertanggung jawab kepada Manager Umum dalam hal personalia, hubungan masyarakat dan keamanan.

Kepala bagian personalia dan umum membawahi:

a. Seksi personalia

Tugas seksi personalia antara lain:

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

b. Seksi keamanan dan ketertiban

Tugas seksi keamanan dan ketertiban antara lain:

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

c. Seksi Humas

Seksi humas bertugas mengatur hubungan antara perusahaan dengan masyarakat di luar lingkungan perusahaan.

4.6.3.6 Kepala Seksi

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

4.6.3.7 Staf Ahli

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

Tugas dan wewenang staf ahli antara lain memberikan nasehat dan saran dalam pelaksanaan dan pengembangan perusahaan, mengadakan evaluasi bidang teknik dan ekonomi perusahaan, dan memberikan saran-saran dalam bidang hukum.

4.6.4 Status Karyawan

Sistem upah karyawan dibuat berbeda-beda tergantung pada status karyawan, tanggung jawab dan keahlian. Menurut status karyawan ini, karyawan dapat dibagi menjadi 3 golongan, sebagai berikut :

1) Karyawan Tetap

Karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan Surat Keputusan (SK) Direksi dan mendapat gaji bulanan sesuai dengan kedudukan, keahlian dan masa kerja.

2) Karyawan Harian

Karyawan yang diangkat dan diberhentikan tanpa surat keputusan Direksi dan mendapat upah harian yang dibayar tiap akhir pekan.

3) Karyawan Borongan

Karyawan yang digunakan oleh pabrik / perusahaan bila diperlukan saja dan menerima upah borongan untuk suatu pekerjaan.

4.6.5. Pembagian Jam Kerja Karyawan

Pabrik benzyl alkohol direncanakan beroperasi 330 hari dalam 1 tahun dan 24 jam setiap hari. Sisa hari yang bukan hari libur, digunakan untuk perbaikan dan perawatan atau *shut down*.

Berdasarkan jam kerjanya, karyawan perusahaan dapat digolongkan menjadi 2 golongan :

1) Karyawan Non-Shift (Harian)

Karyawan non shift adalah karyawan yang tidak menangani proses produksi secara langsung. Yang termasuk karyawan harian adalah: Direktur, Staf Ahli, Manager, Kepala Bagian, Kepala Seksi, serta bawahan yang berada di kantor. Karyawan harian dalam 1 minggu bekerja selama 5 hari dengan pembagian jam kerja sebagai berikut:

Jam kerja karyawan non-shift

Senin – Kamis

jam kerja : 08.00 – 12.00 dan 13.00 – 17.00

istirahat : 12.00 – 13.00

Jumat

jam kerja : 08.00 – 11.30 dan 13.00 – 17.30

istirahat : 11.30 – 10.30

hari Sabtu dan Minggu libur

2) Karyawan Shift

Karyawan shift adalah karyawan yang langsung menangani proses produksi dan mengatur bagian-bagian tertentu dari pabrik yang mempunyai hubungan dengan masalah keamanan dan kelancaran produksi. Yang termasuk pada karyawan shift ini adalah karyawan operator produksi, unit proses, utilitas, laboratorium, sebagian dari bagian teknis, bagian gudang, dan bagian-bagian yang harus selalu siaga untuk menjaga keselamatan serta keamanan pabrik. Para karyawan shift dibagi dalam 3 shift dengan pembagian jam kerja sebagai berikut:

Jam kerja karyawan shift

Karyawan shift dikelompokkan menjadi 4 grup, yaitu I, II, III, dan IV. Jadwal kerja karyawan shift dibagi menjadi :

- Shift pagi : 07.30 – 15.30
- Shift sore : 15.30 – 23.30
- Shift malam : 23.30 – 07.30

Untuk karyawan shift ini dibagi menjadi 4 regu, dimana 3 regu bekerja dan 1 regu istirahat dan dikenakan secara bergantian. Tiap regu mendapat giliran 3 hari kerja dan 1 hari libur tiap shift dan masuk lagi untuk shift berikutnya. Untuk hari libur atau hari besar yang ditetapkan pemerintah maka regu yang masuk tetap masuk. Jadwal kerja masing-masing regu ditabelkan sebagai berikut:

Tabel 4.9. Jadwal kerja masing-masing regu

REGU \ HARI	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I	P	P	P	L	M	M	M	L	S	S	S	L
II	S	S	L	P	P	P	L	M	M	M	L	S
III	M	L	S	S	S	L	P	P	P	L	M	M
IV	L	M	M	M	L	S	S	S	L	P	P	P

Keterangan :

P : Shift pagi

S : Shift siang

M : Shift malam

L : Libur

Kelancaran produksi dari suatu pabrik sangat dipengaruhi oleh faktor kedisiplinan para karyawannya, karena kelancaran produksi secara tidak langsung akan mempengaruhi jalannya perkembangan dan kemajuan perusahaan. Untuk itu kepada seluruh karyawan perusahaan diberlakukan presensi. Di samping itu masalah presensi nantinya digunakan oleh pimpinan perusahaan sebagai dasar dalam mengembangkan karier pada karyawan di dalam perusahaan.

4.6.6 Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji

4.6.6.1 Jabatan, Pengalaman dan Prasyarat

Masing-masing jabatan dalam struktur organisasi diisi oleh orang-orang dengan spesifikasi pendidikan yang sesuai dengan jabatan dan tanggung jawab.

Jenjang pendidikan karyawan yang diperlukan berkisar dari sarjana S-1 sampai lulusan SMP. Perinciannya sebagai berikut:

Tabel 4.10. Jabatan, pengalaman dan prasyarat

No.		Pengalaman	Prasyarat
1	Direktur	15	Sarjana Teknik Kimia
2	Manager Produksi	7	Sarjana Teknik Kimia
3	Manager Umum	7	Sarjana Ekonomi
4	Sekretaris	2	Akademi Sekretaris
5	Staf ahli	10	Sarjana Teknik Kimia
6	Kepala Bagian Operasi	5	Sarjana Teknik Kimia
7	Kepala Bagian Personalia dan Umum	5	Sarjana Psikologi
8	Kepala Bagian Pemasaran	5	Sarjana Ekonomi
9	Kepala Bagian Administrasi dan Keuangan	5	Sarjana Ekonomi
10	Kepala Bagian Teknik	5	Sarjana Teknik Mesin
11	Kepala Bagian K3 & Lingkungan	5	Sarjana Teknik Lingkungan
12	Kepala Bagian Litbang	5	Sarjana Teknik Kimia

13	Kasie Personalia	3.5	Sarjana Psikologi
14	Kasie Humas	3.5	Sarjana Komunikasi
15	Kasie Keamanan & Ketertiban	3.5	Sarjana Muda /DIII
16	Kasie Pemasaran	3.5	Sarjana Ekonomi
17	Kasie Administrasi	3.5	Sarjana AdministrasiN egara
18	Kasie Keuangan	3.5	Sarjana Ekonomi
19	Kasie Laboratorium	3.5	Sarjana Kimia
20	Kasie Pemeliharaan Peralatan	3.5	Sarjana Teknik Mesin
21	Kasie Pengadaan Peralatan	3.5	Sarjana Teknik Kimia
22	Kasie Keselamatan Kerja	3.5	Sarjana TeknikLingkun gan
23	Kasie Pengolahan Limbah	3.5	Sarjana TeknikLingkun gan
24	Kasie Penelitian & Pengembangan	3.5	Sarjana Teknik Kimia
25	Kasie Pembelian	3.5	Sarjana Teknik Kimia
26	Kasie Utilitas	3	Sarjana Teknik Kimia
27	Kasie Proses Produksi	3	Sarjana Teknik Kimia
28	Karyawan Personalia	1.5	Sarjana Muda /DIII
29	Karyawan Humas	1.5	Sarjana Muda /DIII
30	Karyawan Keuangan / kas	1.5	Sarjana Muda /DIII
31	Karyawan Administrasi	1.5	Sarjana Muda /DIII

32	Karyawan Pemasaran	1.5	Sarjana Muda /DIII
33	Karyawan Pembelian	1.5	Sarjana Muda /DIII
34	Karyawan Pengembangan	1.5	Sarjana Muda /DIII
35	Karyawan Pengolahan Limbah	1.5	Sarjana Muda /DIII
36	Karyawan Keselamatan	1.5	Sarjana Muda /DIII
37	Karyawan Pengadaan Alat	1.5	Sarjana Muda /DIII
38	Karyawan Pemeliharaan Alat	1.5	Sarjana Muda /DIII
39	Karyawan Laboratorium	1.5	Sarjana Muda /DIII
40	Dokter	5	Dokter
41	Perawat	1.5	Akademi Keperawatan
42	Sopir	1	SMU Sederajat
43	Satpam	1	SMU Sederajat
44	Pesuruh	1	SMP /SMU
45	Cleaning servis	1	SMP /SMU
46	Operator Lapangan	1	SMU

Sekalipun prasyarat antara beberapa bagian mempunyai prasyarat yang sama tetapi harus diperhatikan juga tentang pengalaman kerja dan dedikasinya kepada perusahaan. Jadi seorang Manager Produksi walaupun mempunyai prasyarat yang sama dengan Kepala Bagian Produksi mungkin mempunyai perbedaan dalam pengalaman dan dedikasinya.

4.6.6.2 Perincian Jumlah Karyawan

Jumlah karyawan harus disesuaikan secara tepat sehingga semua pekerjaan yang ada dapat diselesaikan dengan baik dan efisien. Penentuan jumlah karyawan dapat dilakukan dengan melihat jenis proses ataupun jumlah unit proses yang ada.

Tabel 4.11. Jumlah karyawan

No		jumlah
1	Direktur	1
2	Manager Produksi	1
3	Manager Umum	1
4	Sekretaris	1
5	Staf ahli	2
6	Kepala Bagian Produksi	1
7	Kepala Bagian Personalia dan Umum	1
8	Kepala Bagian Pemasaran	1
9	Kepala Bagian Administrasi dan Keuangan	1
10	Kepala Bagian Teknik	1
11	Kepala Bagian K3 dan Lingkungan	1
12	Kepala Bagian Litbang	1
13	Kepala Seksi Personalia	1
14	Kepala Seksi Humas	1
15	Kepala Seksi Keamanan dan Ketertiban	1
16	Kepala Seksi Pemasaran	1

17	Kepala Seksi Administrasi	1
18	Kepala Seksi Keuangan	1
19	Kepala Seksi Laboratorium	1
20	Kepala Seksi Pemeliharaan Alat	1
21	Kepala Seksi Pengadaan Alat	1
22	Kepala Seksi Keselamatan Kerja	1
23	Kepala Seksi Pengolahan Limbah	1
24	Kepala Seksi Penelitian & Pengembangan	1
25	Kepala Seksi Pembelian	1
26	Kepala Seksi Utilitas	1
27	Kepala Seksi Proses Produksi	1
28	Karyawan Personalia	4
29	Karyawan Humas	2
30	Karyawan Keuangan / kas	2
31	Karyawan Administrasi	2
32	Karyawan Pemasaran	4
33	Karyawan Pembelian	4
34	Karyawan Penelitian & Pengembangan	4
35	Karyawan Pengolahan Limbah	4
36	Karyawan K3	4
37	Karyawan Pengadaan Alat	4
38	Karyawan Pemeliharaan Alat	4

49	Karyawan Laboratorium	4
40	Dokter	1
41	Perawat	2
42	Sopir	4
43	Satpam	7
44	Pesuruh	2
45	Cleaning servis	4
46	Operator Lapangan	58
	Total jumlah karyawan	150

Tabel 4.12. Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji

No	Jabatan	Jumlah	Gaji/Bulan (Rp)	Total Gaji (Rp)
1.	Direktur	1	Rp 20.000.000,00	Rp 20.000.000,00
2.	Manager	2	Rp 10.000.000,00	Rp 20.000.000,00
3	Sekretaris	1	Rp 2.000.000,00	Rp 2.000.000,00
4.	Kepala Bagian	7	Rp 4.000.000,00	Rp 28.000.000,00
5	Staf Ahli	2	Rp 10.000.000,00	Rp 20.000.000,00
6.	Supervisor	2	Rp 3.500.000,00	Rp 7.000.000,00
7.	Kepala Seksi	15	Rp 3.000.000,00	Rp 45.000.000,00
8.	Karyawan Staf	42	Rp 1.800.000,00	Rp 75.600.000,00
9.	Dokter	1	Rp 2.000.000,00	Rp 2.000.000,00



10	Perawat	2	Rp 1.500.000,00	Rp 3.000.000,00
11	Sopir	4	Rp 1.000.000,00	Rp 4.000.000,00
12	Satpam	7	Rp 1.000.000,00	Rp 7.000.000,00
13	Pesuruh & cleaning service	6	Rp 800.000,00	Rp 4.800.000,00
14	Operator Lapangan	58	Rp 1.500.000,00	Rp 87.000.000,00
	TOTAL	150		Rp 325.400.000,-

4.6.6.3 Kesejahteraan Karyawan

Kesejahteraan sosial yang diberikan oleh perusahaan pada karyawan antara lain berupa :

1) Tunjangan

- Tunjangan jabatan yang diberikan berdasarkan jabatan yang dipegang oleh karyawan
- Tunjangan lembur yang diberikan kepada karyawan yang bekerja di luar jam kerja berdasarkan jumlah jam kerja.
- Tunjangan yang berupa gaji pokok yang diberikan berdasarkan golongan yang bersangkutan.

2) Cuti

- Karyawan mempunyai hak cuti tahunan selama 12 hari setiap tahun. Bila dalam waktu 1 tahun hak cuti tersebut tidak dipergunakan maka hak tersebut akan hilang untuk tahun itu.

- b. Cuti sakit yang diberikan kepada karyawan yang menderita sakit berdasarkan keterangan dokter.

3) Hari Libur Nasional

Bagi karyawan harian (non shift), hari libur nasional tidak masuk kerja. Sedangkan bagi karyawan shift, hari libur nasional tetap masuk kerja dengan catatan hari itu diperhitungkan sebagai kerja lembur (overtime).

4) Kerja Lembur (Overtime)

Kerja lembur dapat dilakukan apabila ada keperluan yang mendesak dan atas persetujuan kepala bagian.

5) Sistem Gaji Karyawan

Gaji karyawan dibayarkan setiap bulan pada tanggal 1. Bila tanggal tersebut merupakan hari libur, maka pembayaran gaji dilakukan sehari sebelumnya.

6) Keamanan

- a. Pakaian kerja diberikan pada setiap karyawan sebanyak 3 pasang tiap tahunnya
- b. Helmet diberikan kepada setiap karyawan sebanyak satu buah .
- c. Sepatu diberikan kepada setiap karyawan sebanyak satu pasang.
- d. *Google* (sejenis masker) setiap karyawan sebanyak satu buah
- e. Penutup telinga

7) Pengobatan

Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit yang diakibatkan oleh kecelakaan kerja ditanggung perusahaan sesuai undang-undang yang berlaku.

Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit yang tidak disebabkan oleh kecelakaan kerja diatur berdasarkan kebijaksanaan.

8) Asuransi Tenaga Kerja (ASTEK)

Asuransi Tenaga Kerja diberikan oleh perusahaan bila jumlah karyawannya lebih dari 10 orang atau dengan gaji karyawan Rp 1.000.000,00 per bulan. Fasilitas untuk kemudahan bagi karyawan dalam melaksanakan aktifitas selama di pabrik antara lain :

- a. Penyediaan mobil dan bus untuk transportasi antar jemput karyawan.
- b. Kantin, untuk memenuhi kebutuhan makan karyawan terutama makan siang.
- c. Sarana peribadatan seperti masjid.
- d. Pakaian seragam kerja dan peralatan-peralatan keamanan seperti *safety helmet*, *safety shoes* dan kaca mata, tersedia pula alat-alat keamanan lain seperti masker, *ear plug*, sarung tangan tahan api.
- e. Fasilitas kesehatan seperti tersedianya poliklinik yang dilengkapi dengan tenaga medis.

9) Kesehatan dan Keselamatan Kerja

Pabrik Benzyl alkohol ini mengambil kebijakan dalam aspek perencanaan, pelaksanaan, pengawasan dan pemeliharaan keselamatan peralatan, dan karyawan di bawah Unit Inspeksi Proses dan Keselamatan Lingkungan. Manajemen perusahaan sangat mendukung dan ikut berpartisipasi dalam program pencegahan kerugian baik terhadap karyawan, harta benda perusahaan, terjaganya kegiatan operasi serta keamanan masyarakat sekitar yang diakibatkan oleh kegiatan perusahaan.

Pelaksanaan tugas dalam kesehatan dan keselamatan kerja ini berlandaskan :

a. UU no 1/1970

Mengenai keselamatan kerja karyawan yang dikeluarkan oleh Departemen Tenaga Kerja.

b. UU no 2/1951

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

c. UU no 23/1997

Mengenai pengelolaan lingkungan hidup yang dikeluarkan oleh Menteri Negara Lingkungan Hidup

d. PP no 27/1999

Mengenai ketentuan AMDAL yang dikeluarkan oleh Menteri Negara Lingkungan Hidup.

Kegiatan yang dilakukan dalam rangka kesehatan dan keselamatan kerja antara lain: mengawasi keselamatan jalannya operasi proses, bertanggung jawab terhadap alat-alat keselamatan kerja, bertindak sebagai instruktur safety, membuat rencana kerja pencegahan kecelakaan, membuat prosedur darurat agar penanggulangan kebakaran dan kecelakaan proses berjalan dengan baik, mengawasi bahan buangan pabrik agar tidak berbahaya bagi lingkungan.

4.6.7 Manajemen Produksi

Manajemen produksi merupakan salah satu bagian dari manajemen perusahaan yang fungsi utamanya adalah menyelenggarakan semua kegiatan untuk memproses bahan baku menjadi produk jadi dengan mengatur penggunaan

faktor-faktor produksi sedemikian rupa sehingga proses produksi berjalan sesuai yang direncanakan.

Manajemen produksi meliputi manajemen perencanaan dan pengendalian produksi. Tujuan perencanaan dan pengendalian produksi adalah mengusahakan agar diperoleh kualitas produksi yang sesuai dengan rencana dan dalam jangka waktu yang tepat. Dengan meningkatnya kegiatan produksi, maka selayaknya untuk diikuti dengan kegiatan perencanaan dan pengendalian agar dapat dihindarkan terjadinya penyimpangan-penyimpangan yang tidak terkendali.

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

1) Pengendalian Produksi

Setelah perencanaan produksi dijalankan perlu adanya pengawasan dan pengendalian produksi agar proses berjalan dengan baik. Kegiatan proses produksi diharapkan menghasilkan produk yang mutunya sesuai dengan standar dan jumlah produksi yang sesuai dengan rencana serta waktu yang tepat sesuai jadwal. Untuk itu perlu dilaksanakan pengendalian produksi sebagai berikut:

2) Pengendalian Kualitas

Penyimpangan kualitas terjadi karena mutu bahan baku jelek, kesalahan operasi dan kerusakan alat. Penyimpangan dapat diketahui dari hasil monitor/analisa pada bagian laboratorium pemeriksaan.

3) Pengendalian Kuantitas

Penyimpangan kuantitas terjadi karena kesalahan operator, kerusakan mesin, keterlambatan pengadaan bahan baku, perbaikan alat terlalu lama, dan lain-lain. Penyimpangan tersebut perlu diidentifikasi penyebabnya dan diadakan evaluasi. Selanjutnya diadakan perencanaan kembali sesuai dengan kondisi yang ada.

4) Pengendalian Waktu (Target Produksi)

Untuk mencapai kuantitas tertentu perlu adanya waktu tertentu pula.

5) Pengendalian Bahan Proses

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

4.7 Evaluasi Ekonomi

Analisa ekonomi dimaksudkan untuk mengetahui apakah pabrik yang dirancang dapat menguntungkan atau tidak. Untuk itu pada perancangan Pabrik Benzyl alkohol ini dibuat evaluasi atau penilaian investasi yang ditinjau dengan analisa :

- 1) *Return On Investment*
- 2) *Pay Out Time*
- 3) *Break Even Point*
- 4) *Shut Down Point*
- 5) *Discounted Cash Flow rate Of Return*

Untuk meninjau faktor-faktor diatas perlu diadakan penaksiran terhadap beberapa faktor, yaitu:

- 1) Penaksiran Modal Industri (*Total Capital Investment*) yang terdiri atas:
 - a. Modal Tetap (*Fixed Capital*)
 - b. Modal Kerja (*Working Capital*)
- 2) Penentuan Biaya Produksi Total (*Production Cost*) yang terdiri atas:
 - a. Biaya Pembuatan (*Manufacturing Cost*)
 - b. Biaya Pengeluaran Umum (*General Expense*)
- 3) Total Pendapatan.

4.7.1. Penaksiran Harga Peralatan

Harga peralatan akan berubah setiap saat tergantung pada kondisi ekonomi yang mempengaruhinya. Untuk mengetahui harga peralatan yang pasti setiap tahun sangatlah sulit, sehingga diperlukan suatu metode atau cara untuk memperkirakan harga alat pada tahun tertentu dan perlu diketahui terlebih dahulu harga indeks peralatan teknik kimia pada tahun tersebut.

Data indeks yang ada pada literatur (Aries – Newton) terbatas dari tahun 1943 sampai tahun 1954, seperti yang tercantum pada tabel berikut:

Tabel 4.16. Harga indeks

No	tahun	indeks
1	1943	101
2	1944	103
3	1945	104
4	1946	123
5	1947	149
6	1948	162
7	1949	161

8	1950	167
9	1951	178
10	1952	179
11	1953	181
10	1954	184

Dengan menggunakan persamaan regresi linier dapat diketahui harga index pada tahun pendirian pabrik / pembelian peralatan dalam hal ini tahun 2010 adalah 680.

Harga alat pada tahun 2010 dapat dicari dengan persamaan index dengan menjadikan index tahun 1954 sebagai basis perhitungan, sebagai berikut :

$$E_x = E_y \frac{N_x}{N_y} \dots\dots\dots(5.1)$$

Dalam hubungan ini:

E_x = harga alat pada tahun X

E_y = harga alat pada tahun Y

N_x = nilai indeks tahun X

N_y = nilai indeks tahun Y

(Aries & Newton)

Untuk jenis alat yang sama tapi kapasitas berbeda, harga suatu alat dapat diperkirakan dengan menggunakan metode *six-tenths factor* sebagai berikut:

$$E_b = E_a \left(\frac{C_b}{C_a} \right)^x \quad \text{dimana } x = 0.6 \quad \dots\dots\dots(5.3)$$



Dimana:

E_a = Harga alat kapasitas A

E_b = Harga alat kapasitas B

C_a = Kapasitas alat A.

C_b = Kapasitas alat B.

x = Eksponen.

4.7.2. Perhitungan Biaya Proses

Asumsi yang dipakai dalam evaluasi ekonomi :

- 1) Umur alat = 10 tahun
- 2) Upah buruh asing = US\$ 25 / *manhour*
- 3) Upah buruh domestik = Rp 30.000 / *manhour*
- 4) Komposisi jumlah buruh = asing : domestik = 5% : 95%
- 5) Perbandingan *manhour* = asing : domestik = 1 : 3
- 6) Waktu operasi dalam 1 tahun = 330 hari
- 7) Kurs rupiah terhadap US Dollar = Rp 10.000 / US\$

4.7.2.1 Capital Investment

Capital Investment adalah banyaknya pengeluaran-pengeluaran yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas-fasilitas pabrik dan untuk mengoperasikannya.

Capital Investment terdiri atas :

- 1) *Fixed Capital Investment (FCI)*

Fixed Capital Investment adalah biaya yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas-fasilitas pabrik, terdiri dari :

a. Harga alat dan ongkos kirim

Harga alat proses (PEC) = US\$ 559.475,32

Ongkos kirim (15% PEC) = US\$ 83.921,30

Delivered Equipment Cost (DEC) = US\$ 643.396,62

b. Instalansi alat proses

Total instalansi alat proses = Rp 612.289.788,18 + US\$ 70.493,89

c. Pemipaan

Total ongkos pemipaan = Rp 707.960.067,6 + US\$ 284.493,20

d. Instrumentasi

Total ongkos instrumentasi = Rp 57.402.167,64 + US\$ 67.976,25

e. Isolasi

Total ongkos isolasi = Rp 95.670.279,4 + US\$ 18.182,95

f. Instalasi listrik

Ongkos instalasi listrik = US\$ 83.921,30

g. Bangunan

Total harga bangunan = Rp 25.250.000.000

h. Land dan Yard Improvement

Total harga tanah = Rp 80.800.000.000

i. Utilitas

Total ongkos utilitas = Rp 1.410.251.186,66 + US\$ 940.401,97

Physical Plant Cost (PPC) = \sum (point 1 s/d 9)

(PPC) = Rp 108.933.573.489,45 + US\$ 2.108.866,17

= US\$ 13.002.223,52

j. *Engineering dan Construction*

Untuk $PPC > US\$ 5000000$, maka ongkos untuk *Engineering and Construction* diperkirakan sebesar 20% (table 4 hal : 4)

$$\text{Engineering and Construction} = \text{Rp } 21.786.714.697,89 + \text{US\$ } 421.773,23$$

$$\text{Direct Plant Cost (DPC)} = \text{PPC} + \text{point 10}$$

$$\text{DPC} = \text{Rp } 130.720.288.187,34 + \text{US\$ } 2.530.639,40$$

k. *Constructor's fee*

Diperkirakan sebesar 4-10% DPC. Diambil 5 % DPC

$$\text{Constructor's fee} = \text{Rp } 6.536.014.409,37 + \text{US\$ } 126.531,97$$

l. *Contingency*

Diambil 10% DPC

$$\text{Contingency} = \text{Rp } 13.072.028.818,73 + \text{US\$ } 253.063,94$$

$$\text{Jadi Fixed Capital Investment (FC)} = \text{DPC} + \text{k} + \text{l}$$

$$\text{FC} = \text{Rp } 150.328.331.415,45 + \text{US\$ } 2.910.235,31$$

$$= \text{Rp. } 179.430.684.521,36$$

2) *Working Capital Investment (WCI)*

Working Capital Investment adalah biaya-biaya yang diperlukan untuk menjalankan usaha atau modal untuk menjalankan operasi dari suatu pabrik selama waktu tertentu.

a. *Raw Material Inventory*

Estimasi : 1 bulan persediaan bahan baku

$$\text{RMI} = \text{US\$ } 650.204,7266$$

b. *In Process Inventory*

Siklus proses 24 jam

Estimasi : 0,5 MC./330

IPI = Rp 236.353.928,6

c. *Product Inventory*

Estimasi : 1 bulan MC

PI = Rp 12.999.466.072

d. *Extended Credit*

Estimasi : 1 bulan penjualan produk

EC = Rp 18.561.294.407

e. *Available Cash*

Estimasi : 1 bulan MC

AC = Rp 12.999.466.072

Jadi *Working Capital (WC)* = RMI + IPI + PI + EC + AC

WC = Rp. 44.796.580.479,75 + US\$ 650.204,7266

= Rp. 51.298.627.745,51

4.7.2.2 *Manufacturing Cost*

Manufacturing Cost merupakan biaya yang dikeluarkan untuk produksi, merupakan jumlah dari *direct*, *indirect* dan *fixed manufacturing cost*, yang berkaitan dengan pembuatan produk.

1) *Direct Manufacturing Cost (DMC)*

Direct Manufacturing Cost adalah pengeluaran yang berkaitan langsung dalam pembuatan produk.

a. Bahan baku	= US\$	7.802.456,72
b. Buruh	= Rp	3.958.800.000
c. <i>Supervision</i> (10% buruh)	= Rp	395.880.000
d. <i>Maintenance</i> (3% FCI)	= Rp	5.382.920.536
e. <i>Plant Supplies</i> (15% maint)	= Rp	807.438.080,3
f. <i>Royalty and Patents</i> (2% penjualan produk)	= US\$	1.113.677,664
g. Utilitas	= Rp	14.300.266.358,95

Jadi *Direct Manufacturing Cost (DMC)* = Σ (point 1 s/d 7)

$$DMC = \text{Rp } 24.845.304.974,94 + \text{US\$ } 8.916.134,38$$

2) *Indirect Manufacturing Cost (IMC)*

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

a. <i>Payroll Overhead</i> (20% buruh)	= Rp	791.760.000
b. <i>Laboratory</i> (20% buruh)	= Rp	791.760.000
c. <i>Plant Overhead</i> (100% buruh)	= Rp	3.958.800.000
d. <i>Packaging, Shipping</i>	= US\$	1.311.863,507

Jadi *Indirect Manufacturing Cost (IMC)* = Σ (point 1 s/d 4)

$$IMC = \text{Rp } 5.542.320.000 + \text{US\$ } 1.311.863,507$$

3) *Fixed Manufacturing Cost (FMC)*

Fixed Manufacturing Cost merupakan harga yang berkaitan dengan *Fixed Capital* dan pengeluaran-pengeluaran yang bersangkutan dimana harga tetap, tidak bergantung pada waktu dan tingkat produksi.

a. *Depreciation*

Umur pabrik = 10 tahun

Sehingga *Depreciation*: 10% FC = Rp 15.032.833.142 + US\$ 291.023,5311

b. *Property Taxes* (2% FC) = Rp 3.006.566.628 + US\$ 58.204,70621

c. *Insurance* (1% FC) = Rp 1.503.283.314 + US\$ 29.102,3531

Jadi **Fixed Manufacturing Cost (FMC)** = \sum (point 1 s/d 3)

FMC = Rp 19.542.683.084 + US\$ 378.330,5904

Jadi **Manufacturing Cost (MC)** = DMC + IMC + FMC

MC = Rp. 49.930.308.058,94 + US\$ 10.606.328,48

= Rp. 155.993.592.866,01

4.7.2.3 General Expense

General Expense atau pengeluaran umum meliputi pengeluaran-pengeluaran yang berkaitan dengan fungsi-fungsi perusahaan yang tidak termasuk *manufacturing cost*.

a. *Administration* (3% MC)

AE = Rp 4.679.807.786

b. *Sales* (5% MC)

SE = Rp 7.799.679.643

c. *Research* (4% MC)

RE = Rp 6.239.743.715

d. *Finance* (4%(WCI+MC))

FE = Rp 8.291.688.824

$$\text{Jadi General Expense (GE)} = \text{AE} + \text{SE} + \text{RE} + \text{FE}$$

$$\text{GE} = \text{Rp. } 27.010.919.968,38$$

4.7.3 Analisis Kelayakan

Untuk dapat mengetahui keuntungan yang diperoleh tergolong besar atau tidak, sehingga dapat dikategorikan apakah pabrik tersebut potensial atau tidak, maka dilakukan analisa /evaluasi kelayakan.

Sebelum analisis kelayakan, dilakukan analisis keuntungan seperti berikut :

- 1) Keuntungan sebelum pajak (Pb) = Rp 39.731.020.047,53
- 2) Pajak keuntungan = 50 % Pb
- 3) Keuntungan setelah pajak (Pa) = Rp 19.865.510.024

4.7.3.1 Percent Return on Investment (ROI)

Return on Investment adalah perkiraan keuntungan yang dapat diperoleh setiap tahun, didasarkan pada kecepatan pengembalian modal tetap yang diinvestasikan.

$$\text{ROI (b)} = \frac{\text{keuntungan sebelum pajak}}{FC} \times 100 = 22,1428\%$$

$$\text{ROI (a)} = \frac{\text{keuntungan sesudah pajak}}{FC} \times 100\% = 11,0714\%$$

4.7.3.2 Pay Out Time (POT)

Pay Out Time adalah waktu yang diperlukan sebagai *fixed capital investment* yang ditanamkan dapat kembali atas dasar keuntungan setiap tahun.

$$\text{POT(b)} = \frac{FC}{(\text{keuntungan sebelum pajak} + 0.1FC)} = 3,1111\text{tahun}$$

$$\text{POT(a)} = \frac{FC}{(\text{keuntungan sesudah pajak} + 0.1FC)} = 4,7458\text{tahun}$$

4.7.3.3 Break Even Point (BEP)

Break Even Point adalah titik impas (kondisi dimana pabrik tidak mendapatkan keuntungan atau kerugian). Kapasitas produksi saat sales sama dengan *total cost*. Pabrik akan rugi jika beroperasi dibawah BEP dan untung jika beroperasi diatasnya. Perhitungan BEP dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

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

Dimana :

Fa = Annual fixed expense:

- 1) *Depreciation* = Rp 17.943.068.452
- 2) *Property Tax* = Rp 3.588.613.690
- 3) *Insurance* = Rp 1.794.306.845
- Fa = Rp 23.325.988.988

Ra = Annual regulated expense:

- 1) *Buruh* = Rp 3.958.800.000
- 2) *Supervision* = Rp 395.880.000
- 3) *Maintenance* = Rp 5.382.920.536
- 4) *Plant Supplies* = Rp 807.438.080,3
- 5) *Laboratory* = Rp 791.760.000
- 6) *Payroll Overhead* = Rp 791.760.000
- 7) *Plant Overhead* = Rp 3.958.800.000
- 8) *General Expense* = Rp 27.010.919.968,38
- Ra = Rp 43.098.278.584

Va = Annual variable expense :

- 1) *Raw Material* = Rp 78.024.567.189
- 2) *Patent dan Royalties* = Rp 11.136.776.644
- 3) *Utilitas* = Rp 14.300.266.358,95
- 4) *Shipping dan Packaging* = Rp 1.311.863,507

Va = Rp 103.462.922.055,75

$$\begin{aligned} \text{BEP} &= \frac{Fa + 0.3Ra}{Sa - Va - 0.7Ra} \times 100 \% \\ &= 40,6890 \% \end{aligned}$$

4.7.3.4 Shut Down Point (SDP)

Shut down point adalah persen kapasitas minimal suatu pabrik dapat mencapai kapasitas produk yang diharapkan dalam setahun. Apabila tidak mampu mencapai persen minimal kapasitas tersebut dalam setahun, maka pabrik harus berhenti operasi atau tutup.

$$\begin{aligned} \text{SDP} &= \frac{0.3Ra}{(Sa - Va - 0.7Ra)} \times 100 \% \\ &= 14,5106 \% \end{aligned}$$

4.7.3.5 Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFRR)

Analisis kelayakan ekonomi dengan menggunakan "*Discounted Cash Flow Rate of Return*" dibuat dengan menggunakan nilai uang yang berubah terhadap waktu dan dirasakan atas investasi yang tidak kembali pada akhir tahun selama umur pabrik "*Rate of return both on discounted cash flow*" adalah laju bunga maksimal dimana suatu proyek dapat membayar pinjaman beserta bunganya kepada bank selama umur pabrik (10 tahun).

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

Dimana :

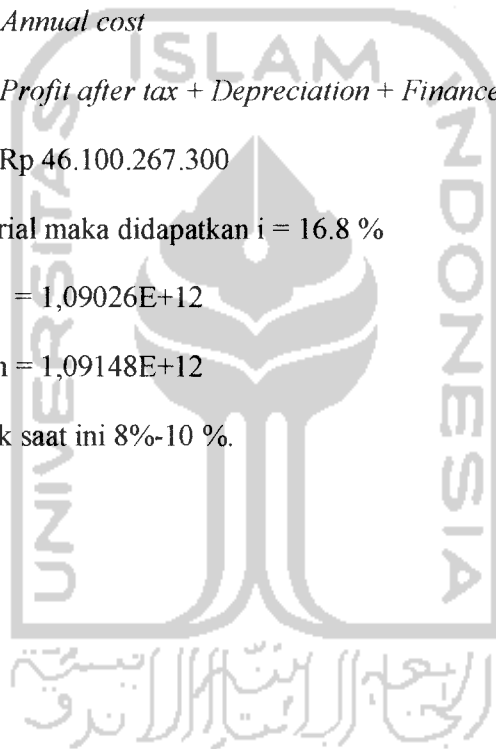
n	= umur pabrik	= 10 tahun
WC	= <i>Working capital</i>	= Rp 51.298.627.745,51
FC	= <i>Fixed capital</i>	= Rp 179.430.684.521,36
SV	= <i>Salvage value</i> = 10 % . FC	
		= Rp 17.943.068.452
C	= <i>Annual cost</i>	
	= <i>Profit after tax + Depreciation + Finance</i>	
		= Rp 46.100.267.300

Setelah ditrial maka didapatkan $i = 16.8 \%$

Ruas kiri = $1,09026E+12$

Ruas kanan = $1,09148E+12$

Bunga bank saat ini 8%-10 %.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dalam pra rancangan Pabrik Benzyl alkohol dari Benzyl klorida dan Natrium karbonat kapasitas 5.000 ton/tahun dapat disimpulkan:

1. Pendirian pabrik Benzyl alkohol dengan kapasitas 5.000 ton/tahun diharapkan dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri dan mengurangi ketergantungan terhadap impor.
2. Pabrik Pabrik Benzyl alkohol dari Benzyl klorida dan Natrium karbonat yang dijalankan pada reaktor alir tangki berpengaduk tergolong pabrik beresiko rendah jika ditinjau dari segi proses, sifat bahan baku dan produk, dan kondisi operasinya.
3. Unit utilitas adalah faktor penunjang kelancaran proses produksi dalam suatu pabrik, yang meliputi:
 - a. Kebutuhan air pendingin : 11.145,68 kg/jam
 - b. Kebutuhan steam : 121,8459 kg/jam
 - c. Kebutuhan bahan bakar : 214,2159 kg/jam
 - d. Kebutuhan listrik : 114,6994 KWh
 - e. Kebutuhan udara tekan : 625 kg/jam
4. Evaluasi ekonomi :
 - a. Keuntungan Sebelum pajak : Rp 39.731.020.047,53
 - b. Keuntungan Sesudah pajak : Rp 19.865.510.024
 - c. ROI Sebelum Pajak : 22,1428 %

d. ROI Sesudah Pajak : 11,0714 %

(ROI sebelum pajak minimal 11 % untuk industri kimia beresiko rendah)

e. POT Sebelum pajak : 3,1111 tahun

f. POT Sesudah pajak : 4,7458 tahun

(POT sebelum pajak maksimal 5 tahun untuk industri kimia beresiko rendah)

g. *Break Event Point* (BEP) : 40,6890 %

(Biasanya sebagian Besar bank di Indonesia bersedia meminjamkan modal untuk pendirian pabrik dengan syarat $40 \% < \text{BEP} < 60 \%$).

h. *Shut down Point* (SDP) : 14,5106 %

i. *Discounted Cash FlowRate of Return* (DCFR) : 16.8 %

Syarat : Nilai minimum DCFR sebesar 1,5 x bunga bank. Dimana bunga bank sebesar 8-10 %

Dari hasil analisa di atas maka pra rancangan pabrik Benzyl alkohol dari Benzyl klorida dan Natrium karbonat kapasitas 5.000 ton/tahun ini layak untuk didirikan.

DAFTAR PUSTAKA

- A.Monik, John.1968.”Alcohols”.New York United States of America:
Reinhold Book Corporation.
- Aries, R.S., and Newton, R.D.1955. “*Chemical Engineering Cost Estimation*”, New York : Mc. Graw Hill Book Co.Inc.
- Barrow, M.H., and Rase, H.F.1957. “ *Chemical Reactor Design for Process Plant* “.New York : John wiley and Sons. Inc.
- Barrow, M.H., and Rase, H.F.1957. “ *Project Engineering of Process Plant*”
New York : John wiley and Sons. Inc.
- Biro Pusat Statistik, “*Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia*”,
Indonesia foreign, Trade Statistic Import, yogjakarta
- Brown, G.G.1978. “*Unit Operation*”, New York : Modern Asia Edition,
John Willey and Sons. Inc
- Brownell, L.E., and Young, E.H.1959. “*Process Equipment Design*”. New
York : John Willey and Sons. Inc.
- Fogler, H.S.1992. “ *Elements of Chemical Reaction Engineering*”.New
Jersey : Prentice Hall, Inc.
- Garret, D.E.,1989.“*Chemical Engineering Economics*”, New York : Van
Nostrand Reinhold.
- Kern, D.Q.1983.”*Process Heat Transfer*”. New York : International Student
Edition, Mc. Graw Hill Book Co.Inc.
- Kirk, K.E., and Ortmer, D.F. ”*Encyclopedia of Chemical Technology*”, New
York : John Willey and Sons. Inc.

- Mukomoko, J.A.1985. “ *Dasar Penyusunan Anggaran Biaya Bangunan*”,
Jakarta : Gaya Media Pratama.
- Perry, J.H., and Chilton, C.H.1984. “*Chemical Engineering Hand Book*”, 6th
Ed., Mc. Graw Hill Book Co.Inc., New York
- Peters, M.S., and Timmerhause, K.D.2003.“*Plant Design and Economic for
Chemical Engineers*”, 5th ed., Mc. Graw Hill Book Co.Inc., New York
- Powell, S., “*Water Condition for Industry*”, Mc. Graw Hill Book Co.Inc.,
New York.
- Sinnot, R.K.1989. “*Chemical Engineering*”, vol. 6, Pergamon Press, New
York.
- Ullrich, G.D.1984. “*A Guide to Chemical Engineering Process Design and
Economics*”, John Willey and Sons. Inc., New York.
- Wallas, S.M.1988. “*Chemical Process Equipment*”, Mc. Graw Hill Book
Koagakusha Company, Tokyo.
- www.outokumpu.com/33264.epibrw_tabel_4

REAKTOR

Fungsi : Tempat berlangsungnya reaksi antara Benzyl klorida, Natrium

Karbonat dan Air.

Jenis : Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB).

Kondisi Operasi = - Reaktor eksotermis

- Fase cair
- Suhu = $100\text{ }^{\circ}\text{C} = 631,67\text{ }^{\circ}\text{R}$
- Tekanan = 1 atm
- Proses kontinyu.

Bahan Reaktor = *Stainless Steel*

1. Menghitung kecepatan volumetris umpan

Tabel L.1. Kecepatan volumetris umpan

KOMPONEN	MASSA (KG/JAM)	MASSA (KMOL/JAM)	DENSITAS (Kg/m ³)	Fv (m ³ /jam)
C ₆ H ₅ CH ₂ CL	1,069.8647	8.4517	1097	0.975264084
Na ₂ CO ₃	447.9047	4.225874838	2530	0.177037431
H ₂ O	671.85705	37.29431307	1027	0.654193817
C ₆ H ₅ CH ₂ OH	3.1407	0.029042907	1041	0.003017003
C ₆ H ₅ CH ₃	3.1407	0.053739541	865	0.003630867
Jumlah	2,195.9079	50.0547		1.813143202

Jadi kecepatan volumetris umpan = 1,8131 m³/jam

2. Menghitung konsentrasi umpan

Konsentrasi Benzyl klorida (C_{A0}) :

$$C_{A0} = \frac{F_{A0}}{v_0} = \frac{\text{Massa} / \text{BM}}{v_0} = \frac{(1.069,8647 \text{ kg} / \text{jam}) / (126,586 \text{ kg} / \text{kgmol})}{1,8131 \text{ m}^3 / \text{jam}}$$
$$= 4,6615 \text{ kmol/m}^3$$

$$C_{B0} = \frac{F_{B0}}{v_0} = \frac{\text{Massa} / \text{BM}}{v_0} = \frac{(447,9047 \text{ kg} / \text{jam}) / (105,991 \text{ kg} / \text{kgmol})}{1,8131 \text{ m}^3 / \text{jam}}$$
$$= 2,3307 \text{ kmol/m}^3$$

$$M = \frac{C_{B0}}{C_{A0}} = \frac{2,3307}{4,6615} = 0,5$$

$$C_A = C_{A0} * (1 - X_A) = 4,6615 \text{ kmol/m}^3 * (1 - 0,72)$$
$$= 1,3052 \text{ kmol/m}^3$$

$$C_B = C_{A0} * (M - b/a * X_A) = 4,6615 \text{ kmol/m}^3 * (0,5 - 1/2 * 0,72)$$
$$= 0,6526 \text{ kmol/m}^3$$

3. Menentukan harga konstanta kecepatan reaksi (k)

Persamaan Arrhenius

$$k = A \exp^{-E/RT}$$

Dengan :

A = Frekuensi tumbukan

E = Energi aktivasi

RT = Tetapan gas

$$= 1,987 \text{ Kkal/kmol K} = 8,314 \text{ J/mol K} = 8,314 \text{ Kg m}^2/\text{dt}^2\text{mol K}$$

Bilangan Avogadro = $6,02e = 23$ molekul/mol

Frekuensi tumbukan dihitung dengan persamaan 2.34 JM. Smith

$$A = GAB^2 \left[8\pi R_g T \frac{MA + MB}{MA * MB} \right]^{0.5}$$

Dengan :

$$T = 100 \text{ } ^\circ\text{C} = 373,15 \text{ } ^\circ\text{K}$$

$$GAB = \text{collision diameter} = (GA + GB)/2$$

$$G \text{ Natrium karbonat } GA = 1,3423 \text{ nm} = 13,432 \text{ e}^{-10} \text{ m}$$

$$G \text{ Benzyl klorida } GB = 0,6525 \text{ nm} = 6,5250 \text{ e}^{-10} \text{ m}$$

$$MA = \text{Berat molekul Natrium karbonate} = 105,991$$

$$MB = \text{Berat molekul Benzyl klorida} = 126,585$$

$$GAB = \left[\frac{13,432e^{-10} + 6,5250e^{-10}}{2} \right]$$

$$= 9,9785 \times 10^{-10} \text{ m}$$

$$GAB^2 = (9,9785 \times 10^{-10})^2$$

$$= 9,9570 \times 10^{-19} \text{ m}^2$$

$$A = 9,9570 \times 10^{-19} \text{ m}^2 \left[8 * 3,14 \left[\frac{8,314 \text{ kgm}^2}{\text{dt}^2 \text{ kmolK}} \right] * 373,15^0 \text{ K} \left[\frac{105,991 + 126,585}{105,991 * 126,585} \right] \right]^{0.5}$$

$$A = 1,1573 \times 10^{-15} \text{ m}^3/\text{moledt}$$

$$A = 1,1573 \times 10^{-15} \text{ m}^3/\text{moledt} \frac{6,02e^{23} \text{ molekul } 1000 \text{ mol } 3600 \text{ dt}}{\text{Mol } \text{ kmol } \text{ J}}$$

$$A = 2,5081 \times 10^{15} \text{ M}^3/\text{Kmol.jam}$$

Energi aktivasi dihitung berdasarkan pendekatan menggunakan :

- Energi ikatan

Untuk reaksi yang ekonomis, energi aktivasi merupakan 28% dari energi ikatan senyawa (Charles G.Hill & HF Howard Vol. 1)

Dari Lange's Hand Book of Chemistry

Energi ikatan untuk C-Cl = 77,5 kkal/mol

Energi ikatan untuk Na-Cl = 17,3 kkal/mol

Energi Aktivasi = 0,28 .(77,5+17,3)

$$= 26,544 \text{ kkal/mol} \times 1000/\text{kmol}$$

$$= 26.544 \text{ kkal/mol}$$

Maka $-r_A = k \cdot C_A \cdot C_B$

Persamaan Arhenius :

$$K = 2,5081 \times 10^{15} \exp(-26.544/Rt) \text{ m}^3/\text{Kmol.jam}$$

Dengan :

$$R = 1,987 \text{ kkal/kmol K}$$

$$T = \text{Kelvin}$$

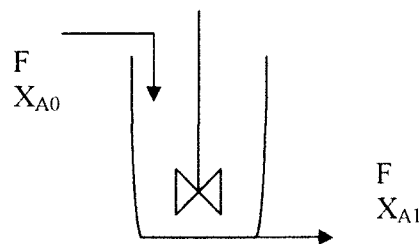
Jika $T = 100 \text{ }^\circ\text{C} = 273,15 \text{ }^\circ\text{K}$

$$K = 2,5081 \times 10^{15} \exp(-26544/1,987 \times 373,15 \text{ }^\circ\text{K}) \text{ m}^3/\text{Kmol.jam}$$

$$= 0,7003 \text{ m}^3/\text{j.Kmol}$$

4. Menghitung Lama waktu tinggal reaktor

a. Menggunakan 1 RATB



Gambar L.1. Satu RATB

$$V = \frac{F_A * X_{A1}}{-r_A} = \frac{F_v * C_{A0} * X_A}{k C_A C_B}$$

Diketahui : $F_v = 1,8131 \text{ m}^3/\text{jam}$

$$X_{A1} = 0,72$$

$$k = 0.7003 \text{ m}^3 / \text{j kmol}$$

$$V = \frac{1,8131 \text{ m}^3 / \text{jam} * 4,6615 \text{ kmol} / \text{m}^3 * 0,72}{0,7003 \text{ m}^3 / \text{jkmol} * 1.3052 \text{ kmol} / \text{m}^3 * 0.6526 \text{ kmol} / \text{m}^3}$$

$$V = 10,2019 \text{ m}^3 = 2.695,3345 \text{ gallons}$$

Waktu Tinggal :

$$\theta = \frac{V}{v_0}$$
$$\theta = \frac{10,201,8716 \text{ ltr}}{1,8131 \text{ m}^3 / \text{jam}}$$
$$\theta = 5,6266 \text{ jam}$$

5. Menentukan Harga Total Reaktor

5.1 Menentukan indeks harga reaktor tahun pendirian pabrik

Indeks harga reaktor didasarkan pada indeks *Marshall and Stevens Process*

Industry yang disajikan dalam tabel berikut:

Tabel L.2. Harga indeks Aries – Newton

Tahun	indeks
1943	101
1944	103
1945	104

1946	123
1947	149
1948	162
1949	161
1950	167
1951	178
1952	179
1953	181
1954	184

Untuk menentukan indeks tahun 2010 digunakan metode regresi linear, sebagai berikut:

Tabel 1.3. Perhitungan harga reaktor

X	Y	X*Y	X ²
1943	101	196243	3775249
1944	103	200232	3779136
1945	104	202280	3783025
1946	123	239358	3786916
1947	149	290103	3790809
1948	162	315576	3794704
1949	161	313789	3798601
1950	167	325650	3802500

1951	178	347278	3806401
1952	179	349408	3810304
1953	181	353493	3814209
1954	184	359536	3818116
23382	1792	3492946	45559970

$Y = AX + B$, dimana:

Y = Indeks

X = tahun

$$A = \frac{(\sum X \sum Y - n \sum XY) / ((\sum X)^2 - n \sum X^2)}$$

$$B = \frac{(\sum Y - A \sum X) / n}$$

n = jumlah data = 12

maka diperoleh:

$$A = \frac{(23382 \times 1792) - (12 \times 3492946)}{23382^2 - (12 \times 45559970)}$$

$$= 8,6294$$

$$B = \frac{1792 - (8,6294 \times 23382)}{12}$$

$$= -16664,9953$$

Asumsi pabrik mulai didirikan tahun 2010, maka:

$$Y = 8,6294 (2010) + (-16664,9953) = 680.039627$$

Dengan metode ini diperoleh indeks tahun 2010 adalah 680,0396. Diambil harga indeks tahun 2010 adalah 680 untuk memudahkan perhitungan.

5.2 Menentukan harga reaktor

Harga reaktor ditentukan dengan metode "Six-tenths Factor" mengikuti persamaan Aries-Newton halaman 15 sebagai berikut:

$$E_b = E_a \left(\frac{C_b}{C_a} \right)^{0,6}$$

E_b = harga alat b

E_a = harga alat a

C_b = kapasitas alat b

C_a = kapasitas alat a

Kondisi operasi = 1 atm = 14,7 lb/in²

Bahan konstruksi reaktor adalah *Stainless steel*

Didapat basis harga reaktor pada volum/kapasitas 100 gallons = US\$ 3200, sesuai dengan gambar 42 halaman 62 Aries-Newton.

Harga reaktor dengan kapasitas 100 gallon pada 2010 ditentukan dengan rumus mengikuti persamaan Aries-Newton halaman 16 berikut:

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

E_x = harga alat tahun x

E_y = harga alat tahun y

N_x = nilai indeks tahun x

N_y = nilai indeks tahun y

Maka harga reaktor dengan kapasitas 100 gallon pada 2010 adalah:

$$E_{2010} = \text{US\$ } 3.200 \frac{680}{184} = \text{US\$ } 11826,0870$$

Perhitungan harga reaktor :

1 RATB :

$$E_b = \text{US \$ } 11.826,0870 \left(\frac{2.695,3345 \text{ gallons}}{100 \text{ gallons}} \right)^{0,6}$$

$$= \text{US \$ } 85.351,0114$$

6 Menghitung Neraca Massa dan Panas Reaktor

➤ Neraca Massa Reaktor

Tabel L.4. Neraca massa di reaktor - 01 dengan konversi $X_{A1} = 0,72$

Arus masuk		Arus keluar	
Komponen	Jumlah, kg/jam	Komponen	Jumlah, kg/jam
$C_6H_5CH_2Cl$	1069,8647	$C_6H_5CH_2Cl$	299,5621
Na_2CO_3	447,9047	Na_2CO_3	125,4133
H_2O	152,2583	H_2O	97,4453
$C_6H_5CH_2OH$	152,2583	$C_6H_5CH_2OH$	661,2007
$NaCl$	0,0000	$NaCl$	355,648
$C_6H_5CH_3$	3,1407	$C_6H_5CH_3$	3,1407
CO_2	0,0000	CO_2	133,9061
Total	1.676,3091		1.676,3091

➤ Neraca Panas Reaktor

Suhu referensi = $T_R = 25 \text{ }^\circ\text{C} = 298,15 \text{ K}$

Suhu reaksi = $T = 100 \text{ }^\circ\text{C} = 373,15 \text{ K}$

a. Panas umpan masuk reaktor (ΔH_1)

$$\Delta H_1 = (\sum m_i C_{p_i}) * (T_R - T)$$

Tabel L.5. Data perhitungan panas umpan masuk reaktor

Komponen	Massa, Kg/Jam	Cp, Kkal/Kg.C	M*Cp	ΔH_1
C ₆ H ₅ CH ₂ Cl	1069,8647	0,3775	403,8820	-30.291,1496
Na ₂ CO ₃	447,9047	0,0734	32,8580	-2.464,3496
H ₂ O	617,8571	1,0022	673,3116	-50.498,3696
C ₆ H ₅ CH ₂ OH	3,1407	0,5211	1,6365	-122,7353
C ₆ H ₅ CH ₃	3,1407	0,4444	1,3958	-104,6886
total	2.195,9079			-83.481,2927

$$\Delta H_1 = -83.481,2927 \text{ KJ/jam}$$

b. Panas umpan keluar reaktor (ΔH_2)

$$\Delta H_2 = (\sum m_i C_{p_i}) * (T - T_R)$$

Tabel L.6. Data perhitungan panas umpan keluar reaktor

Komponen	Massa, Kg/Jam	Cp, Kkal/Kg.C	M*Cp	ΔH_2
C ₆ H ₅ CH ₂ Cl	299,5621	0,3775	113,0870	3.201,8383
Na ₂ CO ₃	125,4133	0,0734	9,2002	50,6193
H ₂ O	617,0441	1,0022	618,3799	46.478,9007
C ₆ H ₅ CH ₂ OH	661,2007	0,5211	344,5205	13.463,5026
C ₆ H ₅ CH ₃	3,1407	0,4444	1,3958	46,5276
NaCl	355,6408	0,3429	121,9429	3.135,9058
CO ₂	133,9061	1,4051	188,1551	19.828,6438
total	2.195,9078			86.205,9381



$$\Delta H_2 = 86.205,9381 \text{ KJ/jam}$$

c. Panas reaksi (ΔH_r) pada $T = 298^\circ \text{K}$

Komponen	ΔH_f (Kkal/KgMol)
Benzyl klorida	4.469,4202
Natrium karbonat	-275.900,000
Air	-57.752,9628
Benzyl alkohol	-23.980,1384
Toluene	11.942,3000
Natrium klorida	-105.378,8552
Karbon Dioksida	-93.985,9010
	-27.983,7658

Dengan menggunakan data-data ΔH_f masing-masing komponen diperoleh :

$$\Delta H_r^\circ = -27.983,7658 \text{ Kcal/Kgmol}$$

Benzyl klorida yang bereaksi = 6,0853 Kgmol

$$\Delta H_{298} = \Delta H_r^\circ \times \text{Kmol Benzyl klorida yang bereaksi}$$

$$= -27.983,7658 \text{ Kcal/Kgmol} \times 6,0853$$

$$= -170.288,4825 \text{ Kcal/jam}$$

$$\Delta H_R = \Delta H_1 + \Delta H_{298} + \Delta H_2$$

$$= -167.563,8371 \text{ Kcal/jam}$$

$$= -664.935,8615 \text{ Btu/jam}$$

Tabel L.7. Neraca panas reaktor

Input (Kj/jam)		Output (Kj/jam)	
Panas umpan masuk	83.481,2927	Panas umpan keluar	86.205,9381
Panas reaksi	170.288,4825	Panas yang diserap	167.563,8371
Total	253.769,7752	Total	253.769,7752

7. DIMENSI REAKTOR

7.1 Perancangan Vessel Reaktor

Reaktor berupa *vessel* yang terdiri dari silinder dengan tutup dan dasar berbentuk torispherical.

7.1.1 Menghitung diameter dan tinggi reaktor

Dari perhitungan diketahui volume reaktor = 10.201,8716 L = 10,2019 m³

Over design untuk *continuous reactor* mengikuti ketentuan Peters & Timmerhaus tabel 3-1 halaman 82 sebesar 20% dari kapasitas reaktor.

Maka, volume reaktor = 12.242,2459 L
= 12,2422 m³

Dirancang,

$$H = 3/2 D$$

$$V = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot H$$

$$D = \sqrt[3]{8V / 3\pi} = 2,1826 \text{ m}$$

$$= 85,9277 \text{ in}$$

$$\text{Maka, } H = 3,2738 \text{ m}$$

$$= 128,8915 \text{ in}$$

$$\text{Luas penampang shell} = A = \quad = 4,0681 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Tinggi cairan dalam shell} = H_L = V/A &= 2,4568 \text{ m} \\ &= 96,7248 \text{ in} \end{aligned}$$

7.1.2 Menghitung Tebal Dinding Reaktor (Shell)

Reaktor terdiri atas dinding (*shell*), tutup atas dan tutup bawah (*head*) yang berbentuk torispherical. Penentuan tebal *shell* mengikuti persamaan 13-4 Brownell & Young halaman 254, sebagai berikut :

$$t_s = \frac{P \cdot r_i}{f \cdot E - 0,6P} + C$$

dimana: t_s = tebal *shell*, in

E = efisiensi pengelasan

f = *maximum allowable stress* bahan yang digunakan, lb/in³

r_i = jari-jari dalam shell, in

C = faktor korosi, in

P = tekanan design, Psia

Bahan konstruksi *Stainless steel*

$f = 18.750 \text{ lb/in}^3$

$E = 65 \%$

$r_i = 42,9638 \text{ in}$

$C = 0,000433 \text{ in}$

Dimana tekanan disain sebagai berikut :

$$p_{\text{design}} = 1,2 \times p_{\text{operasi}}$$

$$P_{\text{operasi}} = P_{\text{hidrostatik}} + P_{\text{reaksi}}$$

$$P_{\text{reaksi}} = 1 \text{ atm} = 14,6959 \text{ lb/in}^2$$

$$P_{\text{hidrostatik}} = H_{\text{cairan}} \times \rho_{\text{cairan}} \times g/g_c$$

$$H_{\text{cairan}} = 96,7248 \text{ in}$$

$$\rho_{\text{cairan}} = 0,0494 \text{ lb / in}^3, \text{ maka:}$$

$$P_{\text{hidrostatik}} = 96,7248 \text{ in} \times 0,0494 \text{ lb/in}^3 \times 1$$

$$= 4,7782 \text{ lb/in}^2$$

$$P_{\text{operasi}} = 4,7782 \text{ lb/in}^2 + 14,6959 \text{ lb/in}^2$$

$$P_{\text{operasi}} = 19,4741 \text{ lb/in}^2$$

Maka P_{design} adalah :

$$P_{\text{design}} = 1,2 \times 19,4741 \text{ lb/in}^2$$

$$P_{\text{design}} = 23,3689 \text{ lb/in}^2$$

$$\text{Tebal Shell} = t_s = \frac{P \cdot r_i}{f \cdot E - 0,6P} + C$$

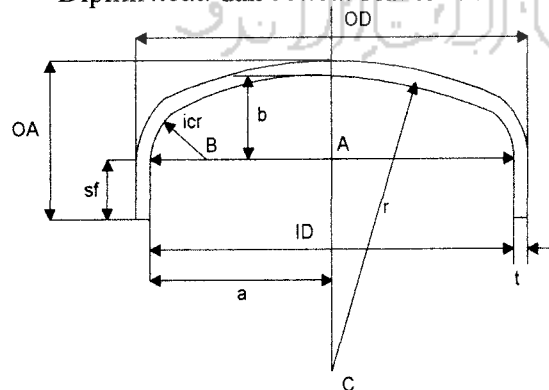
$$t_s = \frac{23,3689 \times 42,9638}{(17,8564 \times 0,65) - (0,6 \times 23,3689)} + 0,000433$$

$$= 0,0628 \text{ in}$$

Jadi tebal *shell* = 0,0628 in, maka diambil standar 3/16 in.

7.1.3 Menghitung tebal head dan bottom reaktor

Dipilih *head* dan *bottom* reaktor berbentuk *torispherical head*.



Gambar L.2. Penampang *head* reaktor

Keterangan :

ID = diameter dalam *head*

OD = diameter luar *head*

T = tebal *head*

r = jari – jari *dish*

Icr = jari-jari dalam sudut *dish*

a = jari – jari *head*

b = tinggi *head*

Sf = *straight flange*

a. Tebal *Head* :

Penentuan tebal head mengikuti persamaan 13.12 Brownell & Young halaman 258 sebagai berikut :

$$t = \frac{0,885 p r}{f E - 0,1 p} + c$$

$$th = \frac{0,885 \times 23,3689 \times 42,9638}{(18,750 \times 0,65) - (0,1 \times 23,3698)} + 0,000433$$

$$th = 0.0627 \text{ in}$$

Tebal head = 0.0627 in, maka diambil standar = 3/16 in

b. Tinggi Head :

$$OD = ID + (2 \times \text{tebal head})$$

$$= 89,625 \text{ in} + (2 \times 0,0555 \text{ in})$$

$$= 89,7359 \text{ in}$$

$$= 2,2792 \text{ m}$$

Untuk nilai OD diambil pendekatan dengan nilai sebesar 90 in

Dari tabel 5.7, Brownell, hal. 91 didapat dimensi *flanged and standard dished head*, untuk nilai OD = 90 in diperoleh:

$$t_{\text{head}} = 3/16 \text{ in} = 0,1875 \text{ in}$$

$$icr = 5,5 \text{ in}$$

$$r = 90 \text{ in}$$

$$sf = 1 \frac{1}{2} - 3 \frac{1}{2} \text{ in, (Brownell \& Young, table 5.8, hal. 93), diambil 2 in.}$$

Dari fig. 5.8, Brownell, hal. 87 didapat persamaan berikut :

$$\begin{aligned} a &= \frac{ID}{2} \\ b &= r - \sqrt{(BC)^2 - (AB)^2} \\ AB &= \frac{ID}{2} - (icr) \\ BC &= r - (icr) \\ AC &= \sqrt{(BC)^2 - (AB)^2} \\ OA &= th + b + sf \end{aligned}$$

Maka :

$$a = 44,8125 \text{ in} = 1,1382 \text{ m}$$

$$AB = 39,3125 \text{ in} = 0,9985 \text{ m}$$

$$BC = 84,5 \text{ in} = 2,1463 \text{ m}$$

$$AC = 74,7982 \text{ in} = 1,8999 \text{ m}$$

$$b = 15,2018 \text{ in} = 0,3861 \text{ m}$$

$$OA = 17,2634 \text{ in} = 0,4383 \text{ m}$$

7.1.4 Menghitung Volume dan Tinggi Total Reaktor

Volume *head* mengikuti ketentuan Brownell & Young pada persamaan 5.11 halaman 88 :

a. Volume head / bottom = 0,000049 D³

Maka, volume head = 0,0006 m³

= 35,2763 in³

b. Volume pada sf

$$V_{sf} = \frac{\pi}{4} \cdot ID^2 \cdot sf$$

$$V_{sf} = (3,14/4) \times [89,625]^2 \times 2$$

$$= 12.611,2458 \text{ in}^3$$

$$= 0,2067 \text{ m}^3$$

c. Volume total sebuah head

$$V_{thead} = V_{head} + V_{sf}$$

$$V_{thead} = 35,2763 \text{ in}^3 + 12.611,2458 \text{ in}^3$$

$$V_{thead} = 12646,5221 \text{ in}^3$$

d. Volume total reaktor

$$V_{shell} = V_{tot} - (2 \times V_{thead})$$

$$V_{shell} = 747.067.635 \text{ in}^3 - (2 \times 12.646.5221 \text{ in}^3)$$

$$= 721.774,5907 \text{ in}^3$$

$$= 11,8277 \text{ m}^3$$

e. Tinggi Total Reaktor

$$H \text{ total} = H \text{ shell} + (2 \times H \text{ head})$$

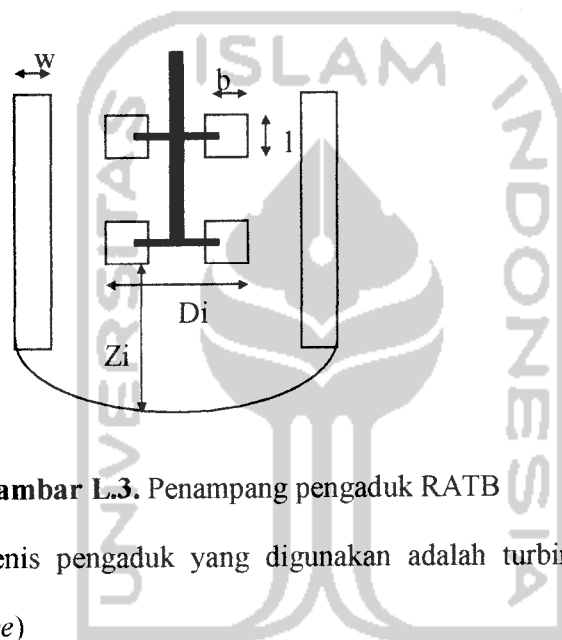
$$H \text{ total} = 86,7468 + (2 \times 17,2634)$$

$$= 148,9591 \text{ in}$$

$$= 3,7836 \text{ m}$$

Perancangan Pengaduk

Dimensi pengaduk



Gambar L.3. Penampang pengaduk RATB

Jenis pengaduk yang digunakan adalah turbin dengan 6 sudu (*six blade turbine*)

Keterangan :

ID = diameter dalam tangki

Di = diameter pengaduk

l = panjang sudu pengaduk

b = lebar sudu

Zi = jarak pengaduk dari dasar

w = lebar baffle

Viskositas campuran = 0,0003 pa.s

Pengaduk yang digunakan adalah bertipe turbin jenis *six blade*.

Dari Brown, hal. 507 didapat data sebagai berikut:

$$Dt/Di = 3$$

$$Zi/Di = 0,75 - 1,3 \quad \text{dipilih } 1$$

$$Zt/Di = 2,7 - 3,9 \quad \text{dipilih } 3,9$$

$$b / Di = 0,25$$

$$\text{Jumlah baffle} = 4$$

$$W/Di = 0,17$$

Dimana:

Dt = diameter reaktor

Di = diameter pengaduk

Zi = jarak pengaduk dengan dasar reaktor

Zt = tinggi cairan

W = lebar baffle

a. Diameter Pengaduk

Diketahui dari perhitungan sebelumnya inside diameter (Dt) = 2,2765 m

$$Di = 1/3 \times Dt = 0,7588 \text{ m}$$

b. Tinggi cairan dalam reaktor setelah dimasukan pengaduk

$$Zt = 3,9 \times Di = 3,9 \times 0,7588 \text{ m}$$

$$= 2,9594 \text{ m}$$

c. Jarak pengaduk dari dasar tangki

$$Zi = 3/4 \times Di = 0,5691 \text{ m}$$

d. Lebar *baffle*

$$\omega = 0,17 \times D_i = 0,3870 \text{ m}$$

e. Lebar sudu

$$L = D_i/5 = 0,1518 \text{ m}$$

f. Panjang blade / sudu

$$P = D_i/4 = 0,1897 \text{ m}$$

7.2.2 Kecepatan Rotasi Pengaduk

Penentuan kecepatan rotasi pengaduk mengikuti persamaan 8.8 Rase, halaman 345 sebagai berikut :

$$\frac{WELH}{2D_i} = \left(\frac{\pi \cdot D_i \cdot N}{600} \right)^2$$
$$N = \frac{600 \text{ fpm}}{\pi \cdot D_i} \sqrt{\frac{WELH}{2D_i}}$$

$$WELH = \left(\frac{\rho_{\text{campuran}}}{\rho_{\text{air}}} \right) \times H_{\text{cairan}}$$

dimana: WELH = *water equivalent liquid height*

D_i = diameter pengaduk = 0,7588 m

N = kecepatan putaran pengaduk, rpm

ρ_{campuran} = densitas campuran = 1.100,1430 Kg/m³

ρ_{air} = densitas air

H_{cairan} = tinggi cairan = 1,6250 m

Maka:

$$WELH = 3,2258 \text{ m}$$

$$600/\pi Di = 76,7529 \text{ ft}$$

$$(WELH/2Di)^{0,5} = 1,4646 \text{ ft}$$

Sehingga, kecepatan putar pengaduk, $N = 112,4160 \text{ rpm}$

$$= 1,8736 \text{ rps}$$

$$= 6744,9600 \text{ rph}$$

7.2.3 Daya / Power Pengaduk

Penentuan daya pengaduk mengikuti persamaan pada gambar 12-40, Peters & Timmerhaus, hal. 541 dan persamaan 12-42a hal 542 sebagai berikut :

$$NRe = \frac{N \cdot Di^2 \cdot \rho}{\mu}$$

Dimana: $N = \text{kecepatan putaran pengaduk} = 1,8736 \text{ rps}$

$Di = \text{diameter pengaduk} = 0,7588 \text{ m}$

$\rho = \text{densitas campuran} = 1.100,1430 \text{ kg/ m}^3$

$\mu = \text{viskositas campuran} = 0,0003 \text{ Kg/ms}$

Maka, $Nre = 30305,6586$

dengan menggunakan kurva 3, p.348 diperoleh $Np = 3$

$$Np = Pa/(\rho \cdot N^3 \cdot Dt^5)$$

$$Pa = Np \cdot \rho \cdot Dt^5 \cdot N^3$$

Keterangan :

$P = \text{power pengaduk, Hp}$

$\rho = \text{densitas campuran, g/cm}^3$

$N = \text{kecepatan putaran pengaduk, rps}$

$D = \text{diameter pengaduk, cm}$

$$P = 3 \times (75,8825)^3 \times (1,8736)^5 \times 1.1001$$
$$= 7,3239 \text{ Hp}$$

Asumsi: efisiensi motor 80%, maka:

$$P = 9,1549 \text{ Hp}$$

Diambil daya standar = 10 Hp (Nema standar)

7.3. Perancangan koil pendingin

Media pendingin yang digunakan adalah air.

Dari neraca panas diketahui panas yang harus dibuang adalah:

$$Q = 167.563,84 \text{ Kcal/jam}$$

7.3.1 Menentukan kebutuhan air pendingin (m)

$$Q = 167.563,84 \text{ Kcal/jam}$$

$$T_1 = 30 \text{ }^\circ\text{C} \quad \Delta T = 20 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_2 = 50 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$C_p = 75,4438 \text{ joule/mol K} = 75,4438 \text{ kjoule/kmol K}$$
$$= 1,0009 \text{ kcal/kg C}$$

$$m = Q / (C_p \cdot (T_2 - T_1))$$

$$m = 8.370,527 \text{ Kg/jam}$$

$$= 18.453,85 \text{ lb/jam}$$

7.3.2 Dimensi koil

$$\text{kecepatan alir pendingin} = m = 8.370,527 \text{ Kg/jam}$$

$$\text{densitas pendingin} = 1.022,875 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{maka, } Q_v = m / \rho = 8,1833 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$= 0,0023 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

kecepatan linier pendingin dalam pipa mengikuti ketentuan dari R.K Sinnot yakni

$$V = 2,83 \text{ m/dtk.}$$

$$\text{maka, } A = Q_v/V = 0,000803 \text{ m}^2$$

$$= 0,0086 \text{ ft}^2$$

$$G = m/A = 2.134.400 \text{ lb/jam ft}^2$$

Jadi, diameter pipa koil:

$$D = (4A/\pi)^{1/2} = 0,0320 \text{ m}$$

$$= 1,2594 \text{ in}$$

$$= 0,1049 \text{ ft}$$

Dipilih diameter pipa koil standar = 1,28 in yang diambil dari tabel 10 Kern halaman 843.

dari tabel yang sama, diperoleh:

$$\text{BWG} = 12$$

$$\text{OD} = 1,5 \text{ in} = 0,125 \text{ ft}$$

$$\text{ID} = 1,28 \text{ in} = 0,1067 \text{ ft}$$

$$A' = 1,29 \text{ in}^2 = 0,0090 \text{ ft}^2$$

$$a' = 0,3356 \text{ ft}^2/\text{ft}$$

$$a'' = 0,3925 \text{ ft}^2/\text{ft}$$

7.3.3 Menghitung koefisien perpindahan panas

$$h_o = (0,87 \text{ K/Di})(L^2 N \rho / \mu_c)^{2/3} (C_p \cdot \mu_c / K)^{1/3} (\mu_c / \mu_w)^{0,14}$$

dengan, h_o = koefisien perpindahan panas cairan, Btu/ft² J F

$$D_i = \text{diameter dalam tangki} = 2,2765 \text{ m} = 7,4688 \text{ ft}$$

$$K = \text{konduktivitas panas cairan} = 26 \text{ Btu/jam ft F}$$

$$L = \text{diameter pengaduk} = 0,7588 \text{ m} = 2,4896 \text{ ft}$$

$$\rho = \text{densitas cairan} = 1.100,143 \text{ kg/m}^3 = 68,6819 \text{ lb/ft}^3$$

$$C_p = \text{kapasitas panas cairan} = 0,1178 \text{ Btu/lb F}$$

$$\mu_c = \text{viskositas cairan} = 0,5162 \text{ cp} = 1,2491 \text{ lb/ft jam}$$

$$\mu_w = \text{viskositas air} = 0,8150 \text{ cp} = 1,9724 \text{ lb/ft jam}$$

$$N = \text{kecepatan putar pengaduk} = 6.744,96 \text{ rph}$$

$$\text{Maka, } h_o = 8.818,177 \text{ Btu/J ft}^2$$

7.3.4 Menghitung koefisien perpindahan panas pipa

$$h_i = JH K/D (C_p \mu_c / K)^{1/3} (\mu_c / \mu_w)^{0,14}$$

menentukan JH,

$$Re = L^2 N \rho / \mu_c = 69.261,01$$

$$JH = 130 \text{ Btu/jam ft}^2 \text{ F (Kern. Fig 22)}$$

$$K = \text{konduktivitas panas air} = 26 \text{ Btu/J ft}^2$$

$$D = \text{diameter dalam pipa} = 2,2765 \text{ m} = 7,4688 \text{ ft}$$

$$C_p = \text{kapasitas panas air} = 0,1178 \text{ Btu/lb F}$$

$$(\mu_c / \mu_w)^{0,14} = 1 \text{ untuk air}$$

$$\text{Jadi, } h_i = 75,651 \text{ Btu/jam ft}^2$$

7.3.5 Menghitung luas perpindahan panas dan jumlah lilitan koil

$$h_{io} = h_i (ID/OD) = 64,5555 \text{ Btu/jam ft}^2 \text{ F}$$

$$U_c = (h_o \times h_{io}) / (h_o + h_{io}) = 64,0863 \text{ Btu/J ft}^2 \text{ F}$$

$$R_d = 0,003 \text{ (Kern, tabel 12)}$$

$$h_d = 1/R_d = 333,3333$$

$$U_d = (U_c \times h_d) / (U_c + h_d) = 53,7520 \text{ Btu/J ft}^2 \text{ F}$$

LMTD

$$LMTD = \frac{(T_1 - t_2) - (T_2 - t_1)}{\ln\left(\frac{T_1 - t_2}{T_2 - t_1}\right)}$$

$$t_1 = \text{suhu air masuk} = 30 \text{ }^\circ\text{C} = 86 \text{ }^\circ\text{F}$$

$$t_2 = \text{suhu air keluar} = 50 \text{ }^\circ\text{C} = 122 \text{ }^\circ\text{F}$$

$$T_1 = \text{suhu umpan reaktor} = 100 \text{ }^\circ\text{C} = 212 \text{ }^\circ\text{F}$$

$$T_2 = \text{suhu produk reaktor} = 100 \text{ }^\circ\text{C} = 212 \text{ }^\circ\text{F}$$

$$\text{maka LMTD} = 106,9925 \text{ }^\circ\text{F}$$

$$\text{maka luas perpindahan panas, } A_0 = Q / (U_d \text{ LMTD}) = 29,1362 \text{ ft}^2$$

Menentukan ukuran koil

$$A' = A_t * \pi * D_c = 7,3639 \text{ ft}^2$$

Jumlah lilitan N

$$\begin{aligned} N_t &= A_0 / A' \\ &= 3,9566 \text{ lilitan} \approx 4 \text{ lilitan} \end{aligned}$$

Panjang koil total

$$\begin{aligned} L &= A_0 / A_t \\ &= 74,2323 \text{ ft} \\ &= 22,6260 \text{ m} \end{aligned}$$

7.3.6 Menghitung tinggi koil

tinggi tumpukan koil tanpa jarak (Hc)

$$H_c = OD * N_t = 0,5 \text{ ft} = 0,1524 \text{ m}$$

diambil jarak antar koil = 0,5 in = 0,0127 m

$$\begin{aligned} \text{tinggi koil} = H &= H_{\min} + (Nt-1) \cdot X \\ &= 0,1905 \text{ m} \end{aligned}$$

Tinggi lilitan < Tinggi cairan di reaktor

7.3.7 Menentukan tinggi cairan dalam reaktor setelah dimasukkan koil (Z_c)

Cairan dalam reaktor akan naik karena adanya koil

Tinggi cairan dalam reaktor = (V cairan dalam reaktor + V koil) / A shell

$$V \text{ cairan dalam shell} = 6,6108 \text{ m}^3$$

$$V \text{ koil} = (\pi/4) \cdot OD^2 \cdot L \text{ pipa koil} = 0,0258 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned} A \text{ shell} &= \pi/4 \cdot Dt^2 = 43,7890 \text{ ft}^2 \\ &= 4,0680 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Maka, } Z_c = 1,6314 \text{ m}$$

7.3.8 Menentukan jarak dasar tangki ke bagian bawah koil (S)

$$S = (Z_c - \text{tinggi koil})/2 = 0,7205 \text{ m}$$

7.3.9 Jarak koil ke dinding reaktor (J_c)

$$J_c = (ID \text{ reaktor} - \text{tebal baffle} - D \text{ koil}) / 2 = 0,9285 \text{ m}$$

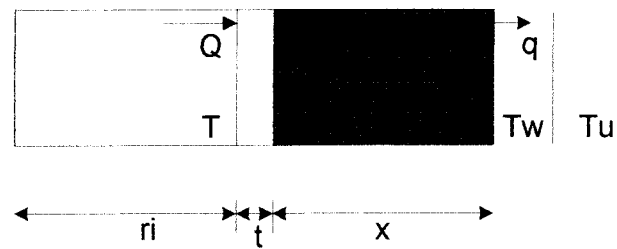
4.3.10 Jarak sudu pengaduk ke koil (J_b)

$$J_b = (D \text{ koil} - D \text{ pengaduk})/2 = 0,5312 \text{ m}$$

7.4. ISOLATOR

Asumsi yang digunakan:

- keadaan ajeg (tidak ada akumulasi panas)
- sifat bahan tetap terhadap suhu
- suhu udara lingkungan = $40^\circ\text{C} = 95^\circ\text{F}$



Keterangan:

T = Suhu dinding dalam reaktor

T_w = Suhu dinding luar isolasi = $40\text{ }^\circ\text{C} = 104\text{ }^\circ\text{F}$

r_i = jari-jari dalam reaktor

t = Tebal dinding reaktor

x = Tebal isolasi

Bahan isolasi yang digunakan adalah asbestos

Suhu dinding dalam reaktor dianggap sama seperti suhu cairan dalam reaktor

= $100\text{ }^\circ\text{C} = 212\text{ }^\circ\text{F}$

Suhu udara lingkungan, $T_u = 30\text{ }^\circ\text{C} = 86\text{ }^\circ\text{F}$

Diameter dalam Reaktor, ID = 89,625 in

= 2,2765 m

= 7,4688 ft

Diameter luar Reaktor, OD = 90 in

= 2,286 m

= 7,5 ft

Tebal dinding reaktor = 0,1875 in

Suhu lapisan film udara :

$$T_f = \frac{(T_w + T_u)}{2}$$

$$= 95 \text{ } ^\circ\text{F}$$

Sifat-sifat fisis udara pada suhu 95 °F

$$\rho_f = 0,0717 \text{ lb/ft}^3$$

$$\mu_f = 0,0447 \text{ lb/ft.h}$$

$$k_f = 0,0154 \text{ Btu/h.ft F}$$

$$C_{pf} = 0,24 \text{ Btu/lb.F}$$

Konduktifitas panas pada suhu 100 °C

$$\text{Asbestos, } K_a = 0,111 \text{ Btu/h ft F}$$

$$\text{Steel, } K_s = 26 \text{ Btu/h ft F}$$

Dianggap reaktor berbentuk plat vertical

Syarat,

$$ID > 35$$

$$L > Gr^{1/4}$$

$$Gr = \frac{L^3 \cdot \rho^2 \cdot \beta \cdot g \cdot \Delta T}{\mu^2}$$

$$\beta = \frac{1}{T_f \text{ (} ^\circ\text{R)}}$$

Dengan : L = Tinggi total Reaktor

$$= 148,9592 \text{ in}$$

$$= 12,4133 \text{ ft} = 3,7837 \text{ m}$$

Gr = Bilangan Grasshof



ρ = Densitas udara, lb/ft

μ = Viskositas udara, lb/h ft

β = Koefisien pengembangan, $1/^\circ\text{R}$

ΔT = Beda suhu, $^\circ\text{F}$

$g = 32,2 \text{ ft/s}^2$

$\beta = 0,0018 \text{ } ^\circ\text{R}$

$Gr = 66571561358$

Cek $ID/L = 0,6017$

$$\frac{35}{Gr^{1/4}} = 0,0689$$

$$\text{Bilangan Prandt} = \frac{C_p \cdot \mu}{k} = 0,6968$$

$$\text{Bilangan Reyleigh} = Gr \times Pr = 4,6E + 10$$

Untuk : $10^9 < Ra < 10^{12}$, maka $hc = 0,19 \times (\Delta T)^{1/3}$ (Hollman,1981)

$$\text{Jadi } hc = 0,4979 \text{ Btu/jam ft}^2 \text{ F}$$

Perpindahan panas konveksi dan konduksi, Tebal Isolasi dicari dengan Trial and error sehingga didapat Q konveksi = Q konduksi, dengan suhu isolasi yang diinginkan adalah $40 \text{ } ^\circ\text{C} = 104 \text{ } ^\circ\text{F}$

Tebal Isolasi yang didapat dari Trial and Error = 1,171 ft

$$\begin{aligned} Q_c &= hc \times \pi \times (OD+2.Xis) \times L \times \Delta T \\ &= 0,4979 \times 3,14 \times (7,5 + (2 \times 1,171)) \times 10,1043 \times (104-86) \\ &= 3438,3338 \text{ Btu/jam ft}^2 \text{ F} \end{aligned}$$



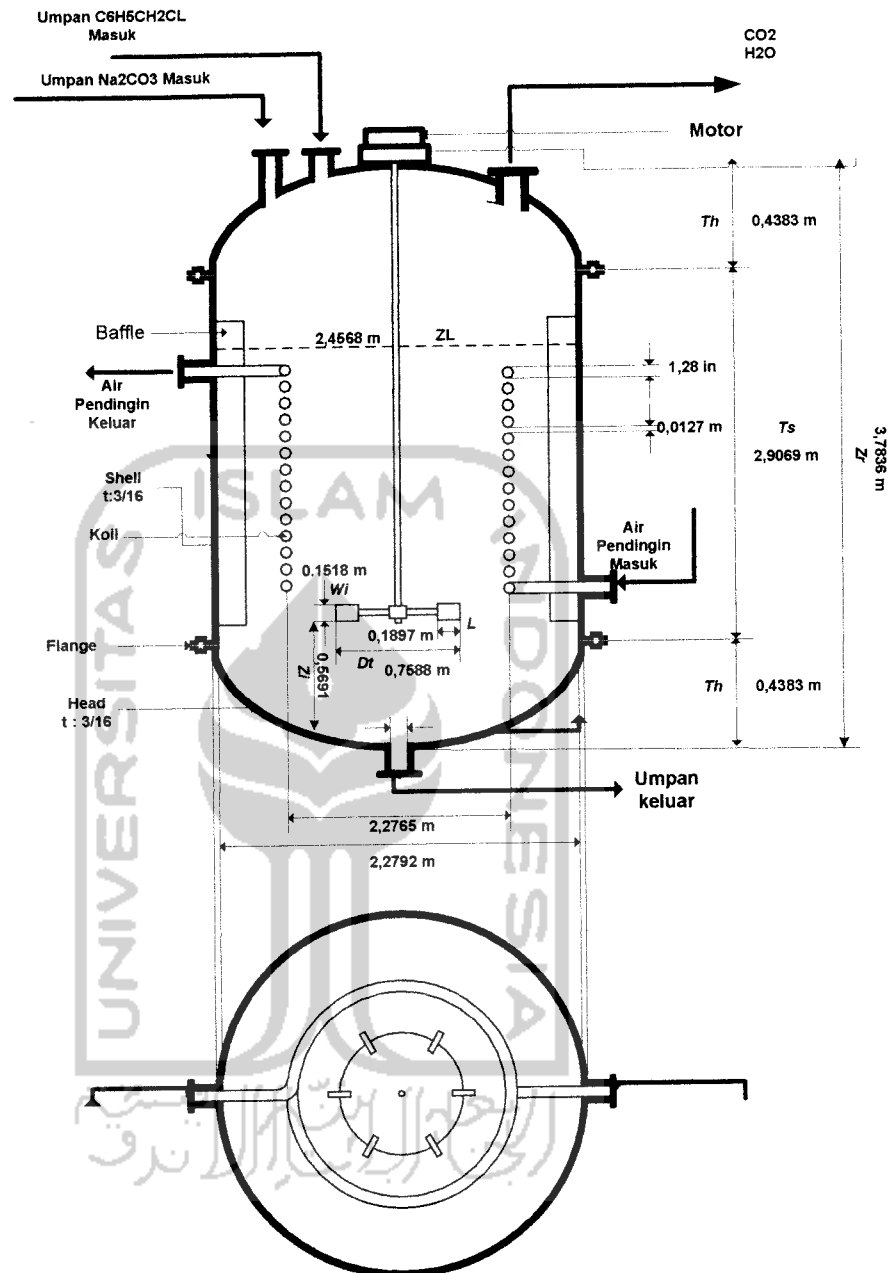
$$Q_k = \frac{(T_r - T_w)}{\frac{1}{2\pi kL} \ln \frac{OD}{ID} + \frac{1}{2\pi K_{is}.L} \ln \frac{(OD + 2X_{is})}{OD}}$$

$$= 3438,6142 \text{ Btu/jam ft}^2 \text{ F}$$

Jadi Panas yang hilang

$$\frac{(Q_c + Q_k)}{2} = 3438,4740$$





Gambar L.4. Penampang reaktor RATB

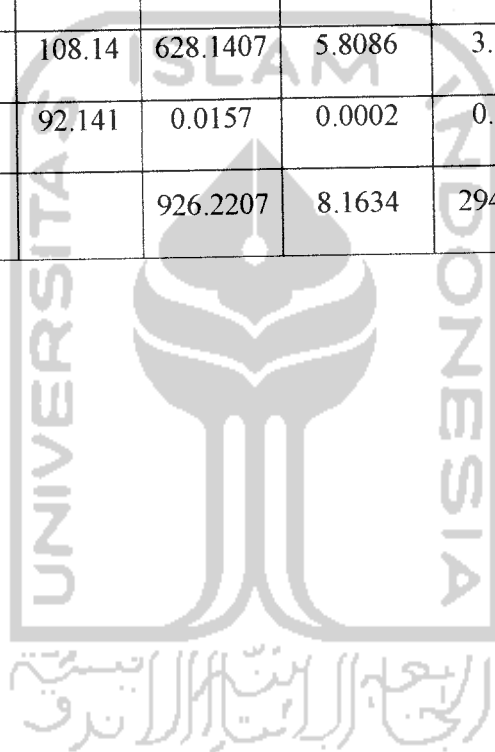
MENARA DISTILASI 02

Fungsi : memisahkan benzyl alkohol dari benzyl klorida dan toluene

1. Neraca massa di MD

Tabel M.1 Neraca massa di menara distilasi

Komponen (kg/jam)	BM	feed		distilate		bottom	
		kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam
benzyl klorida	126.585	298.0643	2.3547	291.7512	2.3048	6.3131	0.0499
benzyl alkohol	108.14	628.1407	5.8086	3.1407	0.0290	625.0000	5.7795
toluene	92.141	0.0157	0.0002	0.0157	0.0002	0.0000	0.0000
		926.2207	8.1634	294.9076	2.3340	631.3131	5.8294



2. Data konstanta Antoine

Tabel M.2 Data konstanta Antoine

komponen	A	B	C	D	E
benzyl klorida	12.1503	-2.91E+03	-3.71E-01	-5.29E-03	2.63E-06
toluene	34.0775	-3.04E+03	-9.16E+00	1.03E-11	2.70E-06
benzyl alkohol	-36.2189	-3.35E+03	2.33E+01	-4.46E-02	2.14E-05

$$\log P^{\circ} = A + \frac{B}{T} + C \log T + DT + ET^2$$

3. Menentukan kondisi operasi

3.1 Umpan

Kondisi : cair jenuh = T bubble point = 203,5619 °C = 476,7119 K

Tekanan = 1.2 atm = 912 mmHg

Tabel M.3 kondisi operasi umpan

komponen	kmol/jam	Xi	Pi(mmHg)	k=Pi/Pt	Yi=ki.Xi
benzyl klorida	2.3547	0.2884	1.32E+03	1.45E+00	0.4169
benzyl alkohol	5.8086	0.7115	7.47E+02	8.19E-01	0.5830
toluene	0.0002	0.0000	5.99E+03	6.56E+00	0.0001
total	8.1634	1.0000			1.0000

3.2 Kondisi operasi atas

Kondisi uap jenuh = T dew point = 180,81 °C = 453,96 K

Tekanan = 1 atm = 760 mmHg

Tabel M.4. Kondisi operasi atas

komponen	kmol/jam	Xd	Pi(mmHg)	k=Pi/Pt	Xi=Xdi/ki
benzyl klorida	2.3048	0.9875	7.69E+02	1.01E+00	0.97548
benzyl alkohol	0.0290	0.0124	3.86E+02	5.08E-01	0.02450
toluenen	0.0002	0.0001	3.94E+03	5.18E+00	0.00001
total	2.3340	1.0000			1.00000

3.3 Kondisi operasi bawah

Kondisi cair jenuh = T bubble point = 213,874 °C = 487,024 K

Tekanan = 1.3 atm = 988 mmHg

Tabel M.4. Kondisi operasi bawah

komponen	kmol/jam	Xb	Pi(mmHg)	k=Pi/Pt	Yi=ki.Xbi
benzyl klorida	0.0499	0.0086	1650.0931	1.6701	0.0143
benzyl alkohol	5.7795	0.9914	982.2884	0.9942	0.9857
total	5.8294	1.0000			1.0000

Lk = light komponen = benzyl klorida

Hk = heavy komponen = benzyl alkohol

4. Perhitungan reflux minimum

Dari pers Underwood 9.156 :

$$1 - q = \frac{\sum \alpha_j \times x_F}{\alpha_j - \theta}$$

Umpan masuk menara pada keadaan bubble point, sehingga q = 1

komponen	X	α_i	$\alpha_i \cdot X_d$	$(\alpha_i \cdot X_d) / (\alpha_i - \Theta)$
benzyl klorida	0.2884	1,8366	0,5297	1,4838
benzyl alkohol	0.7115	1	0,7115	-1.4837
toluene	0,0001	5,0990	5,099E-04	2,9405E-05
total				0.0000

Dengan cara trial error diperoleh $\Theta = 1.4796$

komponen	X	α_i	$\alpha_i \cdot X_d$	$(\alpha_i \cdot X_d) / (\alpha_i - \Theta)$
benzyl klorida	0.9875	1.9934	1.9684	3.8311
benzyl alkohol	0.0124	1.0000	0.0124	-0.0259
toluene	0.0001	10.1980	0.0007	0.0001
total				3.8052

$$R_{\min} + 1 = \sum ((\alpha_i \cdot X_{if}) / (\alpha_j - \theta)) \quad (\text{eq. 11.61, p. 421, Coulson, 1989})$$

$$R_{\min} + 1 = 3,8052$$

$$R_{\min} = 2,8052$$

$$R = 1,5 \cdot R_{\min} = 4,2078$$

5. Jumlah plate minimum

$$N_{\min} = \frac{\ln \left[\frac{x_D}{1 - x_D} \cdot \frac{1 - x_w}{x_w} \right]}{\ln \alpha_{AB}}$$

$$N_{\min} = 2,7280 \text{ plate}$$

6. Penentuan jumlah plate

$$\frac{N - N_m}{N + 1} = 0.75 \left[1 - \left(\frac{R - R_{\min}}{R + 1} \right)^{0.5688} \right]$$

(peters & timmerhaus, pers. 15.4, hal.772)

$$N_{\text{ideal}} = 5,1486$$

$$\text{Efisiensi plate } (E_0) = 0.492 \{ \mu_{\text{camp}} \cdot ((\alpha LK / HK)_{\text{avg}})^{-0.245} \} = 0,3536$$

Jumlah plate aktual

$$N_{\text{actual}} = N / E_0 = 14,5587 \text{ plate} \approx 15 \text{ plate}$$

7. Letak feed plate

$$\text{Log} \frac{N_r}{N_s} = 0.206 \text{Log} \left[\left(\frac{B}{D} \right) \left(\frac{X_f, H_k}{X_f, L_k} \right) \left(\frac{X_b, L_k}{X_d, H_k} \right)^2 \right]$$

N_r = jumlah plate dihitung dari atas (top)

N_s = jumlah plate dihitung dari bawah (bottom)

$$N_r / N_s = 1,2463$$

$$N_r + N_s = N_{\text{act}} - 1$$

$$N_s = 6,2324$$

Jadi feed terletak antara plate 6 dan 7

8. Menentukan diameter menara

Dicari berdasarkan kecepatan uap max (pers 11.79 & 11.80 coulson)

$$U_v = (-0.171k^2 + 0.27k - 0.047) \left[\frac{(\rho_L - \rho_v)}{\rho_v} \right]^{0.5}$$

$$D_c = \sqrt{\frac{4 V_w}{\pi \cdot \rho_v \cdot u_v}}$$



Dimana :

U_v = kecepatan uap masuk yang diijinkan berdasarkan luas tampan total menara,

m/s

V_w = kecepatan uap/cairan maksimum, m/s

T_s = plate spacing, m

D_c = diameter kolom, m

8.1 Enriching section

Komponen	y_i	ρ (kg/m ³)	$y_i \cdot \rho$
benzyl klorida	0.9875	935.3743	923.6668
benzyl alkohol	0.0124	912.9125	11.3597
toluene	0.0001	697.9934	0.0510
total			935.0775

Densitas cairan (ρ_L) = 935,0775 kg/m³

BM campuran = 126,3530

$R = 0,08206 \text{ atm m}^3/\text{kmol K}$

Densitas uap (ρ_V) = $Bm_{camp} \cdot P/RT = 3,3918 \text{ kg/m}^3$

Kecepatan cair (L) = $R \cdot D = 9,8211 \text{ kmol/jam}$

Kecepatan uap (v) = $L + D = 12,1551 \text{ kmol/jam}$

Diambil tray spacing = 0.45 m

$U_v = 0,6680 \text{ m/s}$

$V_w = 1535,8322 \text{ kg/jam} = 0,4266 \text{ kg/s}$

$D_{coloum} = 0,4898 \text{ m}$

8.2 Stripping section

Komponen	xi	ρ (kg/m ³)	xi . ρ
benzyl klorida	0.0086	895.7951	7.6638
benzyl alkohol	0.9914	880.0511	872.5220
total			880.1858

densitas cairan (ρ_L) = 880.1858 kg/m³

BM camp = 108.2978025

densitas uap (ρ_v) = $Bm_{camp} \cdot P/RT$ = 3.5227 kg/m³

Kecepatan uap (v) = $R \cdot B$ = 24.5293 kmol/jam

Kecepatan cair (L) = $v + B$ = 30.3587 kmol/jam

Diambil tray spacing = 0,3 m

U_v = 0.29822 m/s

V_w = 3287.7790 kg/jam = 0.9133 kg/s

D_c = 1.0524 m

8.3 Perancangan plate

	Enriching section	Stripping section
Diameter colomn, m	0.4898	1,0524
Luas penampang colom (A_c), m ² =	0,1883	0,8695
Luas downcorner (A_d), m ² = 0.12* A_c =	0,0226	0,1043
Luas net area (A_n), m ² = $A_c - 2A_d$ =	0,1657	0,7651
Luas active area (A_a), m ² = $A_c - 2A_d$	0,1431	0,6608
Luas hole area (A_h), m ² = 0,1 A_a	0,0143	0,0661



9. Panjang weir

Panjang weir (tw) merupakan fungsi Ad/Ac yang telah digrafikan (fig 11.30, R.K Sinnot)

Untuk $Ad = 0,12Ac$, didapat $tw/Dc = 0,775$

9.1 seksi enriching

$$Ad/Ac = 0.12$$

$$tw = 0.379573976$$

9.2 seksi stripping

$$Ad/Ac = 0.12$$

$$tw = 0.08156$$

karena tekanannya merupakan tekanan atmosferic maka dipilih :

$$\text{weir height (hw)} = 12 \text{ mm} = 0.012 \text{ m}$$

$$\text{Hole diameter (Dh)} = 6 \text{ mm} = 0,006 \text{ m}$$

RK Sinnot p.465

$$\text{Plate thickness / tebal plate} = 3 \text{ mm} = 0.003 \text{ m}$$

9.3. Check weeping

$$\text{Kecepatan uap (v)} = (R + 1) D = 1535.8322 \text{ kg/jam}$$

$$= 0.4266 \text{ kg/s}$$

$$\text{Kecepatan cair (L)} = R \cdot D = 1240.9246 \text{ kg/jam}$$

$$= 0.3447 \text{ kg/s}$$

$$\text{max } Lw = 0.3447$$

$$\text{turn down rate diambil} = 0.8$$

$$\text{min } Lw = 0.2413$$

$$\text{min } Fv = 0.1006$$

how = wet crost, mm cairan

$$\max \text{ how} = 750 \left[\frac{\max Lw}{\rho_{L,tw}} \right]^{2/3}$$

$$\max \text{ how} = 7.355189132$$

$$\min \text{ how} = 750 \left[\frac{\min Lw}{\rho_{L,tw}} \right]^{2/3}$$

$$\min \text{ how} = 6.3385$$

$$\text{minimum rate} = h_w + \text{how} = 18.3385 \text{ mm}$$

dari Fig 11.30 diperoleh $K_2 = 27.3$

$$U_h \text{ min} = \frac{[K_2 - 0.90 \cdot (25.4 - dh)]}{(\rho v)^{0.5}}$$

$$U_h \text{ min} = 2.4138$$

$$U_h \text{ min aktual} = 7.03108287$$

Tidak terjadi weeping

seksi Stripping

$$\text{Kecepatan uap (v)} = R \cdot B = 2656.4659 \text{ kg/jam} = 0.7379 \text{ kg/s}$$

$$\text{Kecepatan cair (L)} = v \cdot B = 3287.7790 \text{ kg/jam} = 0.9133 \text{ kg/s}$$

$$\max Lw = 0.7379$$

$$\text{turn down rate diambil} = 0.8$$

$$\min Lw = 0.0738$$

$$\min Fv = 0.1676$$

how = wet crest, mm cairan

$$\max \text{ how} = 750 \left[\frac{\max Lw}{\rho_L \cdot tw} \right]^{2/3}$$

max how = 7.6386

$$\min \text{ how} = 750 \left[\frac{\min Lw}{\rho_L \cdot tw} \right]^{2/3}$$

min how = 6,5828

minimum rate = hw + how = 18.5828

dari Fig 11.30 diperoleh $K_2 = 27,4$

kecepatan uap min design :

$$Uh \text{ min} = \frac{[K_2 - 0.90 \cdot (25.4 - dh)]}{(\rho v)^{0.5}}$$

Uh min = 2.4218

Uh min aktual = 2.5359

Tidak terjadi weeping

9.4. Plate Pressure Drop

$$\text{Dry plate drop (hd)} = 51 \cdot \left[\frac{Uh}{Co} \right]^2 \cdot \frac{\rho v}{\rho}$$

Uh = kec uap melalui hole, m/s

Co = koef discharge sieve plate

Co mrpk fungsi tebal plate, d hole dan perbandingan area hole dan active area (Sinnot, p.468)

Seksi Enriching

kecepatan uap max melalui hole

$$Uh \text{ max} = Qv/Ah = 8.7889 \text{ m/s}$$

$$Ah / Ap \approx Ah / Aa = 0.1$$

$$\text{tebal plate} / dh = 0.5 \text{ mm}$$

kecepatan fase uap

$$Qv = (V \cdot \text{BM vapour}) / \rho v$$

$$= 452.8011 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$= 0.1258 \text{ m}^3/\text{s}$$

dari fig 11.34, p 467, sinnot, diperoleh $Co = 0.735$

$$hd = 26.4514 \text{ mm liquid}$$

$$\text{Residu Head (hr)} = \frac{12.5 \cdot 10^3}{PL} \quad (\text{Sinnot, p 468 pers 11.89})$$

$$hr = 13.3679 \text{ mm liquid}$$

$$\begin{aligned} \text{total plate drop (ht)} &= hd + (hw + how) + hr \\ &= 58.1578 \text{ mm} \end{aligned}$$

seksi Stripping

kecepatan uap max melalui hole

$$Uh \text{ max} = Qv / Ah$$

$$= 3.1699 \text{ m/s}$$

$$Ah / Ap = Ah / Aa = 0.1$$

$$\text{tebal plate} / dh = 0.5$$

kecepatan fase uap

$$Qv = (V \cdot \text{BM vapour}) / \rho v$$

$$= 754.0899 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$= 0.2095 \text{ m}^3/\text{s}$$

dari fig 11.34, p 467, coulson, diperoleh $C_o = 0.735$

$$h_d = 3.7966 \text{ mm liquid}$$

$$\text{Residu Head (hr)} = \frac{12,5 \cdot 10^3}{\rho_L}$$

$$h_r = 14.2015 \text{ mm liquid}$$

$$\begin{aligned} \text{Total plate drop (ht)} &= h_d + (h_w + h_{ow}) + h_r \\ &= 36.5810 \text{ mm} \end{aligned}$$

9.5. Total Pressure Drop

dipilih harga h_t yang paling besar, yaitu dari seksi enriching

$$\begin{aligned} \Delta P_t &= 9,81 \cdot 10^{-3} \cdot h_t \cdot \rho_L \\ &= 502.1706 \text{ Pa} = 0.0050 \text{ atm} \end{aligned}$$

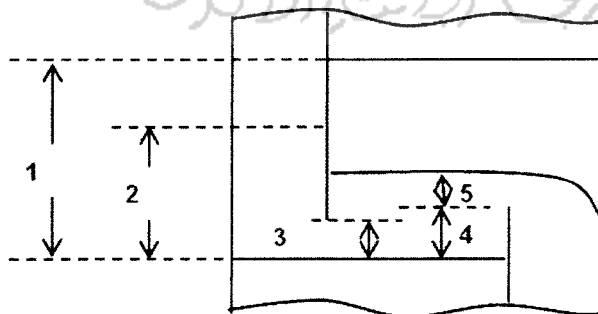
9.5. Menentukan jumlah Hole

$$\begin{aligned} \text{Luas satuan hole} &= \frac{\pi}{4} \cdot (d_h)^2 \\ &= 0.00002826 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Jumlah hole bawah} = A_h / \text{luas satuan hole} = 2338.2979$$

$$\text{Jumlah hole atas} = A_h / \text{luas satuan hole} = 506.4080$$

3. Downcomer liquid back-up



Keterangan :

1. t_s = tray spacing
2. h_b = downcomer back-up, diukur dr permukaan plate, m
3. h_{ap} = tinggi celah antara dinding downcomer dgn plate
4. h_w = tinggi weir
5. h_{ow} = ketinggian cairan diatas weir

lead loss in the downcomer

$$h_{ap} = h_w - (5-10 \text{ mm})$$

$$\begin{aligned} \text{diambil } h_{ap} &= h_w - 10 \text{ mm} \\ &= 2 \text{ mm} = 0.002 \text{ m} \end{aligned}$$

luas di bawah downcomer (A_{ap}) = $h_{ap} \cdot T_w$ (Sinnott, pers 11.93 p 469)

	Top	Bottom
A_{ap} =	0.0008 m ²	0.0016 m ²
A_d =	0.0226 m ²	0.1043 m ²

$$A_{ap} = A_m \rightarrow A_{ap} = A_m$$

$$h_{dc} = 166 \cdot \left[\frac{L_{wd}}{\rho L A_m} \right]^2$$

dimana :

L_{wd} = kec alir cairan pd downcomer, kg/s

h_{dc} = head loss pd downcomer, mm

$$H_{dc} = 39.1423 \text{ mm}$$

$$h_b = (h_w + h_{ow \text{ max}}) + h_t + h_{dc}$$

$$= 116.1154 \text{ mm} = 0,1162 \text{ m}$$



utk menghindari flooding sebaiknya $hb < 0.5 (ts + tw)$(Sinnott, pers 11.94 p 469)

$$\text{bottom } h_{dc} = 43.8441 \text{ mm}$$

$$= (h_w + h_{ow \text{ max}}) + h_t + h_{dc}$$

$$= 99.7802 \text{ mm} = 0.0998 \text{ m}$$

utk menghindari flooding sebaiknya $hb < 0.5 (ts + tw)$

9.6. Chek resident Time

Min resint time = 3 detik (Sinnott, p.470)

$$t_r = \frac{A_d \cdot h_b \cdot \rho_L}{L_w d}$$

$$\text{Top } t_r = 7.1176 \text{ s} = 0.1186 \text{ menit}$$

$$\text{Bottom } t_r = 12.5452 \text{ s} = 0.2091 \text{ menit}$$

9.7. Maximum vapour velocity

$$F_{LV} = \frac{L_w}{V_w} \sqrt{\frac{\rho_v}{\rho_L}}$$

dimana :

L_w = kec aliran cairan kg/s

V_w = kec aliran uap kg/s

F_{LV} = faktor aliran cairan uap

dimana :

u_f = kec flooding uap m/s

k = konstanta yg mrpk fungsi F_{LV} dan T_s

Seksi enriching

$$Flv = 0.0487$$

dari fig 11.27 Sinnott untuk tray spacing 0.50 maka $k = 0.08$

karena maximal superficial velocity terjadi pada keadaan flooding maka :

$$u_f = 1.3259 \text{ m/s}$$

agar tidak terjadi flooding superficial velocity 85%

$$u_f = 1.1270 \text{ m/s}$$

Seksi stripping

$$Flv = 0.0783$$

dari fig 11.27 Sinnott untuk tray spacing 0.3 maka $k = 0.04$

$$u_f = 0.6310 \text{ m/s}$$

agar tidak terjadi flooding superficial velocity 85%

$$u_f = 0.5364 \text{ m/s}$$

9.8. Check entrainment

$$\% \text{ flooding} = \left(\frac{U_v}{U_f} \right) 100 \% \quad (\text{Sinnott, eq.11.83, p.462})$$

$$U_v = Q_v / A_n$$

Seksi enriching

$$U_v = 0.7590$$

$$\% \text{ flooding} = 57.2475$$

dari fig 11.29 Sinnott

$$\% \text{ flooding} = 7.2475 \text{ dan } Flv = 0.0487$$

$$\psi = 0.038$$

syarat : $\psi < 0.1 \rightarrow$ memenuhi



Seksi stripping

$$U_v = 0.2738$$

$$\% \text{ flooding} = 43.3854$$

dari fig 11.29 Sinnott

$$\% \text{ foading} = 43.3854 \text{ dan } Fl_v = 0.0783$$

$$\psi = 0.0016$$

syarat : $\psi < 0.1 \rightarrow$ memenuhi

10. Menentukan Tebal Dinding Menara

a. Tebal Shell

Diameter menara

- Seksi enriching = 0.4898 m = 19.28239655 in
- Seksi stripping = 1.052432801 m = 41.43436226 in

Tinggi cairan dalam shell

- Seksi enriching = 1.674800408 m
- Seksi stripping = 0.824901602 m

ρ cairan

- Seksi enriching = 935.0774879 kg/m³
- Seksi stripping = 880.1858376 kg/m³

$$t_s = \frac{P \cdot r_i}{f \cdot E - 0.6 P} + C$$

dimana:

t_s = tebal shell , in

p = tekanan design , lb/in²

r_i = jari-jari dalam shell, in

f = maksimum allowable stress , lb/in²

E = efisiensi pengelasan (double full-fillet lap joint)

C = faktor korosi , in

seksi enriching

bahan konstruksi stainless Steel SA 167 grade 11 type 316

$r_i = 0.244886436 \text{ m} = 9.641198275 \text{ in}$

$f = 18750 \text{ lb/in}^2$ (brownell & young, item. 4, p.342)

$E = 0.65$ (brownell & young, T.13.2, p.254)

$C = 0.011 \text{ mm}$ (www.outokumpu.com/33264.epibrw, table.4)
 $= 0.000433 \text{ in}$

$p_{\text{design}} = 1.2 * p_{\text{operasi}} = 17.64 \text{ lb/in}^2(\text{psi})$

$t_s = 0.014399651 \text{ in}$

dipilih tebal standar = $3/16 \text{ in} = 0.1875 \text{ in}$

$OD = ID + (2 * t_s) = 19.65739655$

Dari tabel 5.7, Brownell - Young, OD yang sesuai adalah 20 in

ID koreksi = $OD - 2 t_s = 19.625$

Seksi stripping

bahan konstruksi stainless steel SA 167 grade 11 type 316

$r_i = 1.052432801 \text{ m} = 41.43436226 \text{ in}$

$f = 17900 \text{ lb/in}^2$ (brownell & young, item. 4, p.342)

$E = 0.65$ (brownell & young, T.13.2, p.254)

$C = 0.011 \text{ mm}$ (www.outokumpu.com/33264.epibrw, table.4)

$$= 0.000433 \text{ in}$$

$$p \text{ design} = 1.2 * p \text{ operasi} = 22.932 \text{ lb/in}^2 \text{ (psi)}$$

$$t_s = 0.082194734 \text{ in}$$

$$\text{dipilih tebal standar} = 3/16 \text{ in} = 0.1875 \text{ in}$$

$$OD = ID + (2 * t_s) = 41.8094 \text{ in}$$

Dari tabel 5.7, Brownell - Young, OD yang sesuai adalah 42 in

$$ID \text{ koreksi} = OD - 2 t = 41.6250 \text{ in}$$

11. menentukan Tebal Head

Bentuk head = torispherical dished head

$$th = \frac{0.885P \cdot r_i}{f \cdot E - 0.1P} + c$$

Seksi enriching

$$th = 0.0128 \text{ in}$$

$$\text{dipilih tebal standart (th)} = 0.1875 \text{ in}$$

$$OD = ID + (2 * th) = 20 \text{ in}$$

$$= 0.508 \text{ m}$$

dari tabel 5.7 brownell & young p.91 didapat untuk OD 20, maka :

$$t \text{ head} = 3/16 \text{ in} = 0.1875 \text{ in}$$

$$r = 20 \text{ in}$$

$$icr = 1.25 \text{ in}$$

$$sf = 1.5-2.25 \text{ in (brownell \& young, table 5.8, p.93) ;}$$

$$\text{diambil nilai sf} = 2 \text{ in}$$

$$= 0.0508 \text{ m}$$

dari fig 5.8 brownell & young p.87 di dapat persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} a &= \frac{ID}{2} \\ b &= r - \sqrt{(BC)^2 - (AB)^2} \\ AB &= \frac{ID}{2} - (icr) \\ BC &= r - (icr) \\ AC &= \sqrt{(BC)^2 - (AB)^2} \\ OA &= th + b + sf \end{aligned}$$

$$a = 9.8125 \text{ in}$$

$$AB = 8.5625 \text{ in}$$

$$BC = 18.75 \text{ in}$$

$$b = 3.319289771 \text{ in}$$

$$AC = 16.68071023$$

$$OA = 5.5068 \text{ in}$$

$$= 0.1399 \text{ m}$$

Seksi stripping

$$th = 0.0727 \text{ in}$$

dipilih tebal standart (th) = 0.1875 in

$$OD = ID + (2 * th) = 42 \text{ in}$$

$$= 1.0668 \text{ m}$$

dari tabel 5.7 brownell & young p.91 didapat untuk OD 42, maka :

$$t \text{ head} = 3/16 \text{ in} = 0.1875 \text{ in}$$

$$r = 42 \text{ in}$$

$$icr = 2.625 \text{ in}$$

$sf = 1.5-2.25$ in (brownell & young, table 5.8, p.93) ;

diambil nilai $sf = 2$ in

0.0508 m

dari fig 5.8 brownell & young p.87 di dapat persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} a &= \frac{ID}{2} \\ b &= r - \sqrt{(BC)^2 - (AB)^2} \\ AB &= \frac{ID}{2} - (icr) \\ BC &= r - (icr) \\ AC &= \sqrt{(BC)^2 - (AB)^2} \\ OA &= th + b + sf \end{aligned}$$

$$a = 20.8125$$

$$AB = 18.1875$$

$$BC = 39.375$$

$$AC = 34.9229$$

$$b = 7.0772$$

$$OA = 9.2646 \text{ in}$$

$$0.23539 \text{ m}$$

Enriching

$$\text{Tray spacing (Ts) enriching} = 0.45 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi kolom} = N \cdot Ts = 3.15 \text{ m}$$

$$\text{Ruang kosong diatas plate pertama} = 10\% \cdot \text{tinggi kolom} = 0.315 \text{ m}$$

Stripping

$$\text{Tray spacing (Ts) enriching} = 0.3 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi kolom} = N \cdot T_s = 2.4 \text{ m}$$

$$\text{Ruang kosong dibawah plate terakhir} = 15\% \text{ tinggi kolom} = 0.36 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi menara} = 6.225 \text{ m}$$

$$H_h \text{ top} + H_h \text{ bottom} = 0.3752 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi total menara} = 6.6002 \text{ m}$$

6. menghitung ukuran pipa

$$D_{\text{opt}} = 226 W_m^{0.5} \rho^{-0.35} \quad (\text{sinnot, Eq.5.15, p.161})$$

dimana : D_{opt} = Diameter optimum, mm

W_m = kec. umpan masuk/keluar, kg/s

ρ = densitas gas umpan, kg/m³

a. Pipa Pemasukan Umpan Menara Distilasi

Komponen	y_i	ρ (kg/m ³)	$y_i \cdot \rho$
benzyl klorida	0.2884	908.4261	262.0266
benzyl alkohol	0.7115	890.6147	633.707
toluene	2.08725E-05	667.7274	0.013937
	1		895.7476

$$\rho = 895.7476 \text{ kg/m}^3$$

$$W_m = 0.2573 \text{ kg/s}$$

$$D_{\text{optimum}} = 10.6182 \text{ mm}$$

$$= 0.0106 \text{ m} = 0.4180 \text{ in}$$

dipilih pipa standar dengan nominal pipe size 0.5 in

dengan SN 40 (kern, table.11, p.844), sehingga didapat :

$$\text{ID} = 0.622 \text{ in}$$

$$\text{OD} = 0.840 \text{ in}$$

b. Pipa Pemasukan Refluks Menara Distilasi

$$\rho = 935.0775 \text{ kg/m}^3$$

$$W_m = 0.3447 \text{ kg/s}$$

$$D_{\text{optimum}} = 12.1069 \text{ mm}$$

$$0.0121 \text{ m} = 0.4766 \text{ in}$$

dipilih pipa standar dengan nominal pipe size 0.5 in

dengan SN 40 (kern, table.11, p.844), sehingga didapat :

$$\text{ID} = 0.622 \text{ in}$$

$$\text{OD} = 0.840 \text{ in}$$

c. Pipa Pemasukan Uap Boiler

$$\rho = 3.5227 \text{ kg/m}^3$$

$$W_m = 0.7379 \text{ kg/s}$$

$$D_{\text{optimum}} = 124.9398 \text{ mm} \quad 0.12494 \text{ m} \quad 4.918891 \text{ in}$$

dipilih pipa standar dengan nominal pipe size 6 in

dengan SN 40 (kern, table.11, p.844), sehingga didapat :

$$\text{ID} = 6.065 \text{ in}$$

$$\text{OD} = 6.625 \text{ in}$$

d. Pipa Pengeluaran Uap Puncak Menara Distilasi

$$\rho = 3.3918 \text{ kg/m}^3$$

$$W_m = 0.4266 \text{ kg/s}$$

$$D_{\text{optimum}} = 96.2668 \text{ mm}$$

0.0963 m

3.7900 in

dipilih pipa standar dengan nominal pipe size 4 in SN 40 (kern, table.11, p.844),

sehingga didapat :

ID = 4.026 in

OD = 4.500 in

e. Pipa Pengeluaran Cairan Dasar

ρ = 880.1858 kg/m³

W_m = 0.9133 kg/s

D optimum = 20.1283 mm 0.792453 in

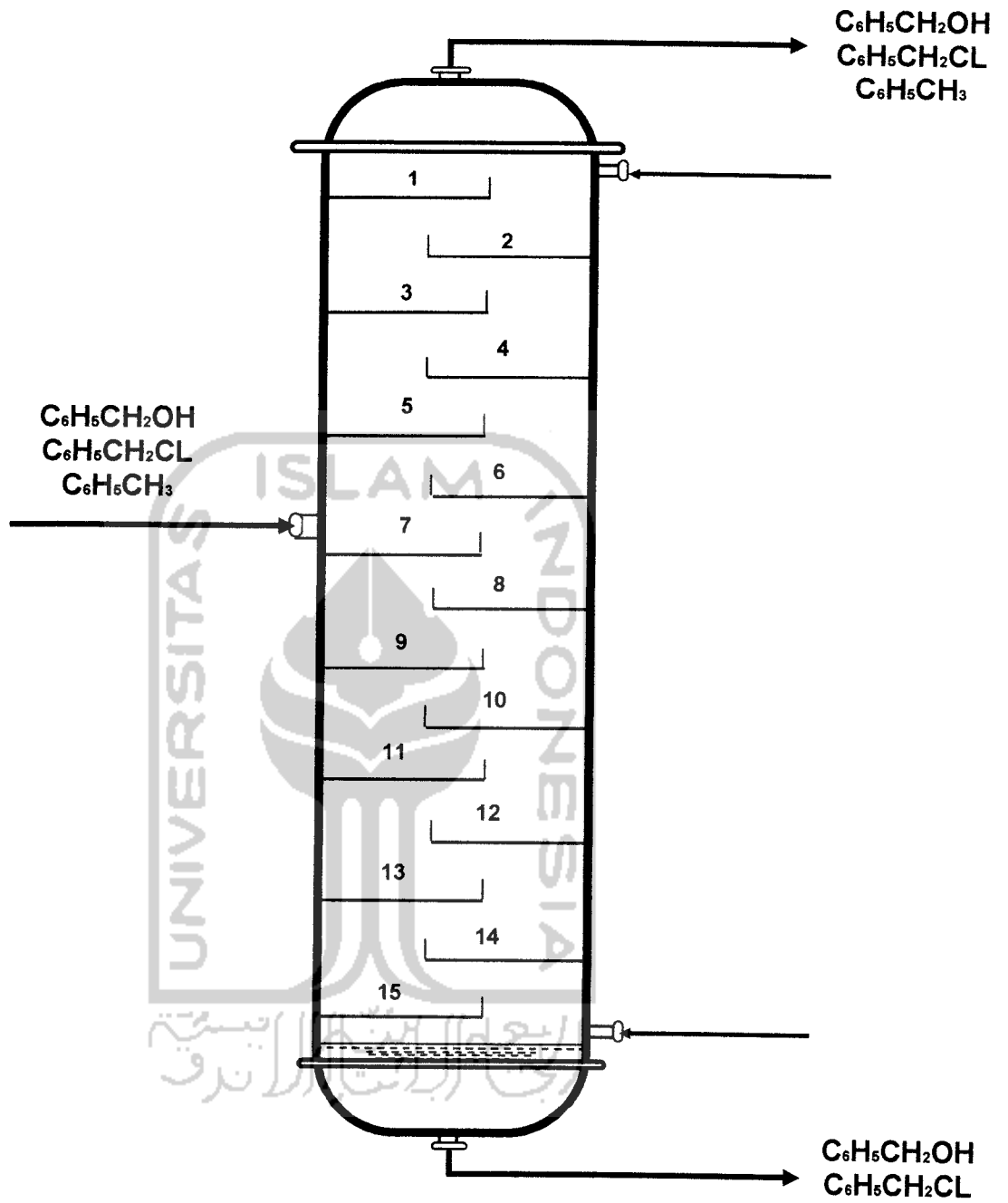
dipilih pipa standar dengan nominal pipe size 1.0 in

dengan SN 40 (kern, table.11, p.844), sehingga didapat :

ID = 0.957 in

OD = 1.320 in

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
الجامعة الإسلامية
الابن سينا



Gambar L.5. Menara distilasi (MD - 02)