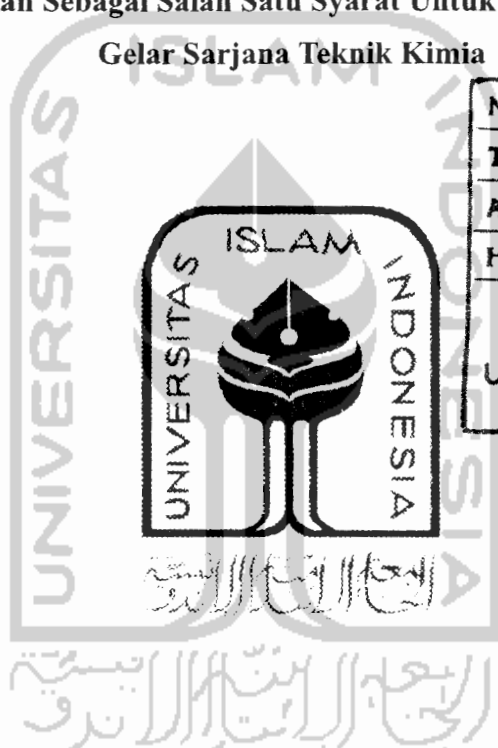


MILIK
PERPUSTAKAAN-FTI-UII
YOGYAKARTA TA / TK / 2004 / 282

**PRA RANCANGAN PABRIK AMYL ASETAT
DARI AMYL ALKOHOL DAN ASAM ASETAT
KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN**

Tugas Akhir

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Kimia**



No. Inv	1800/A/S/FTI-TK-VII/04
Tanggal	9 Agustus 04
Asal	F. TEKNO. INDUSTRI - UII
Harga	Rp = Rp =
PERPUSTAKAAN FAK. TEKNOLOGI INDUSTRI UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA YOGYAKARTA	

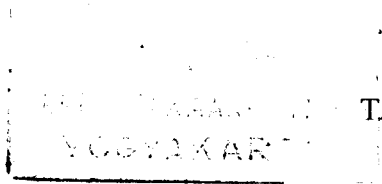
Disusun Oleh:

Nama : NISRINA

No. MHS : 99 521 175

**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JOGJAKARTA**

2004

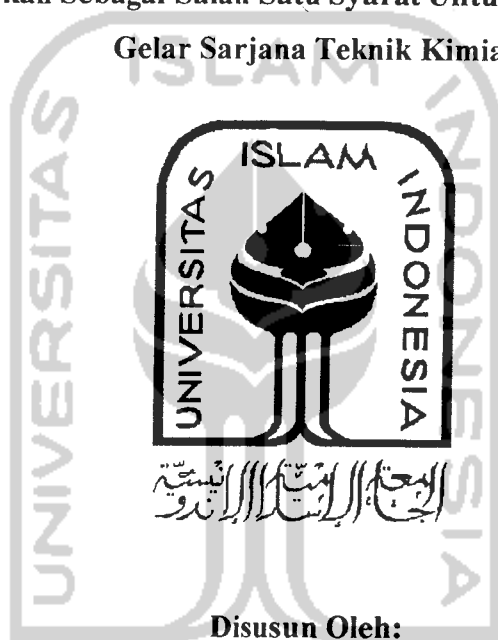


TA / TK / 2004 / 282

**PRA RANCANGAN PABRIK AMYL ASETAT
DARI AMYL ALKOHOL DAN ASAM ASETAT
KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN**

Tugas Akhir

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Kimia**



Disusun Oleh:

Nama : NISRINA

No. MHS : 99 521 175

**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JOGJAKARTA**

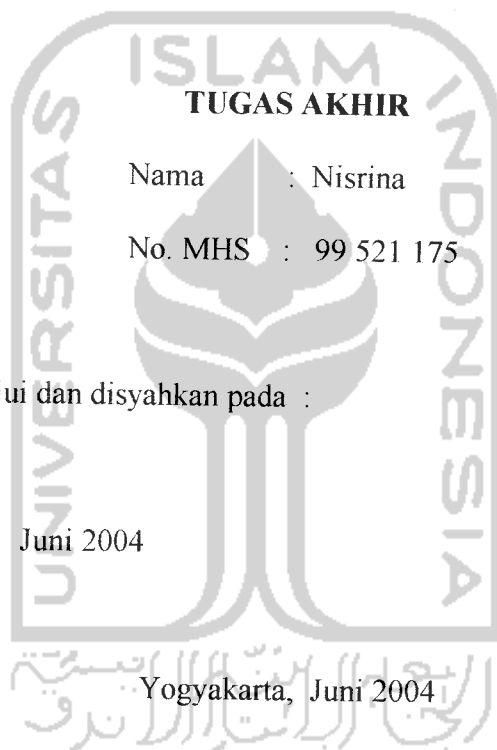
2004

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

PRA RANCANGAN PABRIK AMYL ASETAT

DARI AMYL ALKOHOL DAN ASAM ASETAT

KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN



Nama : Nisrina

No. MHS : 99 521 175

Telah disetujui dan disyahkan pada :

Hari :

Tanggal : Juni 2004

Dosen Pembimbing I

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized loop and a smaller mark below it.

(Ir. H. Bachrun Sutrisno, M.Sc)

Dosen Pembimbing II

A handwritten signature in black ink, written in a cursive style.

(Arif Hidayat, ST)

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PRA RANCANGAN PABRIK AMYL ASETAT
DARI AMYL ALKOHOL DAN ASAM ASETAT
KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN

TUGAS AKHIR

Oleh :

Nama : Nisrina

No. MHS : 99 521 175

Telah dipertahankan di depan sidang penguji sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Kimia, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta,

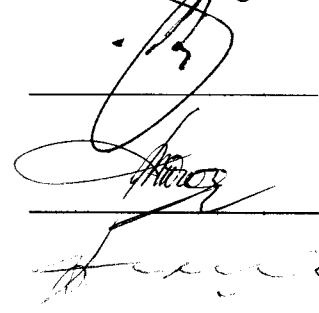
Tim Penguji

Ketua : Ir. H. Bachrun Sutrisno, M.Sc

Anggota I : Ir. Hj. Indah Molektuz Z, M.Sc., Ph.D

Anggota II : Ir. H. Abdul Malik Kholiq, MM

Tanda Tangan

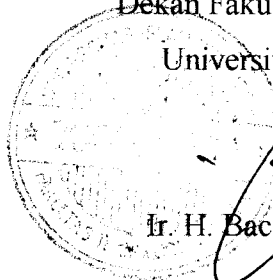


Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Ir. H. Bachrun Sutrisno, M.Sc



Halaman Persembahan

☀ Alhamdulillah.....

Setelah melewati perjalanan panjang,
akhirnya selesai sudah karya sederhana yang sangat berarti ini
karena untuk mencapainya penuh dengan pengorbanan
tidak hanya berupa materi tapi juga waktu, pikiran,
tenaga serta kesabaran yang tinggi.

Sujud Syukurku Kehadirat Allah SWT
yang telah memberikan rahmat dan karunia kepada hamba sehingga Tugas Akhir ini bisa
terselesaikan dengan baik dan semoga bisa bermansa'at bagi semuanya, Amin...

☀ Dan kepada orang "terindah" dalam hidupku ☀
karya ini merupakan persembahanku untukmu.....

"Kedua pengukir jiwa ragaku Bapak dan Ibu tercinta"

Hatimu adalah jurang yang dalamnya selalu ada kata maaf. Kesabaran dan cinta kasihmu bagaikan
cabaya dalam hidup ananda. Apa yang bisa ananda persembahkan sekarang masih sangat jauh untuk
bisa menebus semua yang pernah kalian berikan

"Kakakku tercinta"

Kutemukan arti hidup dalam dunia yang selama ini aku cari. Engkaulah jembatan untuk
menyeberangi kealfaan hidup dan 'tuk menggapai kesempurnaan hidup

"Suarna Juli"

Bagian hari-hariku yang menggambarkan semangat keindahan akan sesuatu perjuangan. Kutemukan
dan keusentuh melalui dirimu, dengan kesabaran, ketulusan dan ketelatenanmu menambah semangat
dalam hidupku. Keegoisanku yang terkadang muncul dalam pikiranku tidak mengurangi rasa
sayangmu kepadaku

♣ Thank's to... ♣

♠ Temen2 Teknik Kimia '99 : "Hesty" Makasih atas supportnya selama ini, tanpa bantuanmu mungkin aku belum bisa menyelesaikan TA-koe ini, k-mu tempat curhat yang baik walaupun terkadang kita ribut karena perbedaan pendapat tapi bukan berarti kita 'gak bisa partner-an buktinya kita bisa penelitian sama-sama. "Barkah" Makasih banyak k-mu dah banyak membantuku dalam segala hal, makasih juga supportnya aku 'gak akan lupa itu...Eh... non klo nikah jangan 'gak ngundang-ngundang ya... "Salvia" Makasih atas diskusinya ya... Aku ☹ kita 'gak bisa wisuda bareng padahal pendadarannya bareng ya... "Ika Gendut" Temen baikku dari semester 1, makasih ya atas bantuannya selama ini aku 'gak akan lupa itu... "Diab" K-mu tempat curhat yang baik, Hayo TA-nya dikerjain jangan pacaran mulu' ntar 'gak kelar-kelar, ingat 'non' waktu terus jalan jangan banyak santai, o.k...!! ♠

Temen-temen Kost koe.... "Pakel Family" ♠ "Indy..." Makasih atas semuanya....Eh.... 'Mbot' Skripsinya dikerjain ya... biar cepet kelar inget waktu terus jalan taon depan k-mu dah 25 lho (dah tua namanya ...) trus kalo dah lulus mo married2x aja jangan lupa undang2x ya, ta' enteni lho ya... "Putri" Makasih juga semuanya (terjemabannya bagus lho...) Sudah pendadaran trus wisuda deh... Selamat ya..... "Elint" Hayo.... Penelitiannya kapan... ??? Buruan ya.. mumpung aku masih di sini jadi aku juga bisa minta oleh2x... Ta' do'ain semuanya lancar2x aja "Henny..." Gimana non, enak 'gak kerja di Unocal... ? pasti enak ya... Makasih ya kemaren dah traktir q-ta2x lumayan buat perbaikan gizi..Ehem... jadi nih sama mas Amir... ? ya.. kalo mo nikah jangan 'gak undang2x ya.. ntar aku dateng deh ke balikepapan, sukses ya.... "M' poppy" Selamat ya.... Dah dapet kerja, padahal

kemaren aku baru mo pake kebaya abis m' poppy bilang bosan ngelamar kerja jadi nunggu lamaran aja tapi sekarang dah kerja jadi jangan lupa traktirannya dan satu lagi.... "Kare kambing" bikinan mama m' poppy memang paling top...!!! "M' ellin" Dub... yang mo S2 yang rajin ya... ndak boleh males2xan lho... Pesen ku "Berhati-hatilah dalam berkata-kata, m' ellin kan dah gede jadi bisa dong memilih mana yang harus diucapkan mana yang gak, ok "Smoga mas dody jadi yang terbaik buat m' ellin, amin... "Yoan & Timon" Adik2xku.. kuliah yang rajin ya.. biar cepet lulus jangan mau lama2x kuliah ngabisin duit aja.. "Nawank & Rani" Dub... kakak adek mesra bener..Makasih ya.. translatenya.. ⊗ Erry 'Gendut' ⊗ Makasih ya atas bantuannya selama ini, terutama transportnya... ⊗ Mas Dody ⊗ Makasih juga udah mo nganter2xcin, rukun-rukun ya ama m' ellin ta' do'ain dah pokoknya... "Anie" Makasih atas bantuannya selama aku KKN disana, sorry ya aku gak pernah ke sana lagi abis aku sibuk bener, tapi gak papa yang penting kita masih bisa "kabar-kabari" walo cuma lewat SMS."Dewie..." kok bisa putus ma berman ... ??? hayo... jangan2 k-mu selingkuh ya.... Kapan kita ketemu lagi aku dah mo pulang lho... "Erni Lobok" selamat ya dah wisudab bulan 4 kemaren tapi kok..... traktirannya tak kunjung tiba ya... "Galuh" makasih ya diskusinya... selamat ya udah wisuda traktirannya juga jangan lupa..

MOTTO

Sungguh bersama kesukaran pasti ada kemudahan, dan bersama kesukaran pasti ada kemudahan.

Karena itu, bila selesai suatu tugas, mulailah tugas yang lain dengan sungguh-sungguh

(Q.S Asy Sharh : 5 – 7)

Tuntutlah ilmu, Sesungguhnya menuntut ilmu adalah pendekatan diri kepada Allah SWT dan mengajaknya kepada orang yang tidak mengetahui adalah shodaqoh

(H.R Ar-rabii)

Ilmu pengetahuan adalah kawan diwaktu sendirian, sahabat diwaktu sunyi, petunjuk jalan kepada agama. Pedoman ketabahan disaat dalam kekurangan dan kesukaran

(Imam Al - Ghazali)

Akal budi dan pengetahuan adalah laksana raga dan jiwa. Tanpa raga, jiwa menjadi kosong belaka kecuali hanya berupa angin dan hampa. Tanpa jiwa, raga hanyalah kerangka tulang tanpa perasaan

(Kahlil Gibran)

Cinta merasuk ke dalam jiwa bukan lantaran keinginan kita melainkan atas kehendak Tuhan

(Kahlil Gibran)

Manusia bisa memberi tanpa mencintai tapi manusia tidak bisa mencintai tanpa memberi

Kebaikan dalam kata-kata menciptakan Percaya Diri

Kebaikan dalam berfikir menciptakan Kebijakan

Kebaikan dalam memberi menciptakan Cinta

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu'alaikum wr. wb

Segala puji bagi Allah SWT yang mempunyai kerajaan langit dan bumi, tidak ada Tuhan melainkan Dia, yang menghidupkan dan mematikan. Shalawat dan salam semoga senantiasa terlimpah kepada Nabi Besar Muhammad SAW serta rahmat dan ridhonya semoga tercurah kepada para sahabat dan keluarganya, Amin.

Alhamdulillah berkat rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “PRA RANCANGAN PABRIK AMYL ASETAT DARI AMYL ALKOHOL DAN ASAM ASETAT KAPASITAS PRODUKSI 20.000 TON/TAHUN”.

Penyusunan tugas akhir ini terutama dimaksudkan untuk memenuhi syarat memperoleh Gelar Sarjana Strata Satu Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta.

Penulis yakin dan sadar bahwa masih banyak dijumpai kekurangan-kekurangan di dalam penyusunan tugas akhir ini. Meskipun demikian penulis berharap semoga dapat memberi kegunaan sebagai sumbangan pikiran bagi siapa saja yang membutuhkan, terutama bagi diri penulis khususnya dan bagi pihak-pihak yang berkecimpung dalam bidang Teknik Kimia pada umumnya.

Dalam penyusunan tugas akhir ini, penulis telah menerima bantuan dan fasilitas serta bimbingan dari berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang setulusnya kepada:

1. Ir., H. Bachrun Sutrisno, M. Sc selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak membantu penulis dalam mengerjakan tugas akhir ini.
2. Arif Hidayat, ST, selaku Dosen Pembimbing II yang telah bersedia meluangkan waktu, tenaga dan pemikiran dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Ir. Hj. Indah Molektuz Z, M.Sc., Ph.D, selaku Dosen Penguji dan Pembimbing revisi Tugas Akhir ini.
4. Ir. H. Abdul Malik Kholiq, MM, selaku Dosen Penguji dan Pembimbing revisi Tugas Akhir ini.
5. Teman-teman Teknik Kimia angkatan '99 yang tak dapat disebutkan satu-persatu.
6. Semua pihak yang telah membantu penulis baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penulisan tugas akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Akhir kata segala kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan tugas akhir ini.

Semoga amal serta kebaikan budi yang telah diberikan kepada penulis
mendapat pahala yang setimpal dari Allah SWT, Amien.

Wallohumu afiq illa a'wammithoriq

Wassalamu'alaikum wr.wb



Jogjakarta, Juni 2004

Nisrina (99 521 175)

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
MOTTO	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
ABSTRACT	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Prospek Produk	3
BAB II PERANCANGAN PRODUK	
2.1. Spesifikasi Produk	4
2.2. Spesifikasi Bahan Baku	4
2.3. Spesifikasi Bahan Pembantu	6
2.4. Spesifikasi Hasil Samping	7

2.5. Pengendalian Kualitas	8
BAB III PERANCANGAN PROSES	
3.1. Uraian Proses	10
3.2. Metode Penentuan Perancangan	15
3.3. Spesifikasi Alat	25
BAB IV PERANCANGAN PABRIK	
4.1. Tata Letak Pabrik	66
4.2. Tata Ruang Pabrik	69
4.3. Maintenance	74
4.4. Utilitas	75
4.5. Laboratorium	83
4.6. Organisasi Perusahaan	85
BAB V EVALUASI EKONOMI	
5.1. Penaksiran Modal Industri	107
5.2. Penentuan Biaya Produksi Total	115
5.3. Analisa Keuntungan	119
BAB VI SIMPULAN	126
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

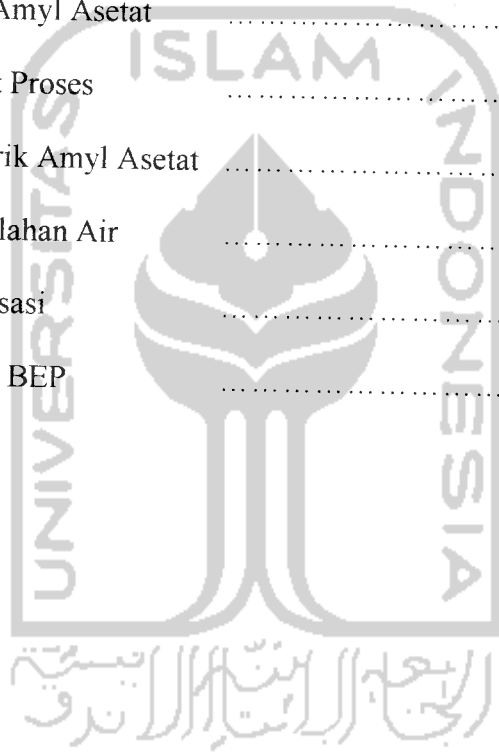
	Halaman
1.1. Data Impor Amyl Asetat oleh Indonesia	2
3.1. Neraca Massa Overall	16
3.1(a). Neraca Massa pada Reaktor	16
3.1(b). Neraca Massa pada Netralizer	17
3.1(c). Neraca Massa pada Decanter	17
3.1(d). Neraca Massa pada Menara Distilasi	18
3.2. Neraca Panas pada Reaktor	19
3.3. Neraca Panas pada Netralizer	19
3.4. Neraca Panas pada Menara Distilasi	20
3.5. Neraca Panas pada Heater (HE-01)	20
3.6. Neraca Panas pada Heater (HE-02)	20
3.7. Neraca Panas pada Heater (HE-03)	21
3.8. Neraca Panas pada Cooler (CO-01)	21
3.9. Neraca Panas pada Cooler (CO-02)	21
3.10. Neraca Panas pada Cooler (CO-03)	22
4.1. Jadwal Kerja Pabrik Amyl Asetat	98
4.2. Jumlah, Pendidikan dan Gaji Karyawan	99
5.1. Pysical Plant Cost	112

5.2. Direct Plant Cost	112
5.3. Fixed Capital Investment	113
5.4. Raw Material Inventory	114
5.5. Daftar Harga Jual Produk dalam 1 tahun	114
5.6. Daftar Biaya Working Capital	114
5.7. Daftar Biaya Direct Manufacturing Cost	116
5.8. Daftar Biaya Indirect Manufacturing Cost	117
5.9. Daftar Biaya Fixed Manufacturing Cost	117
5.10. Daftar Total Biaya Manufacturing Cost	118
5.11. Daftar Biaya General Expense	118



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
3.1. Diagram Alir Kualitatif	23
3.2. Diagram Alir Kuantitatif	24
4.1. Lokasi Pabrik Amyl Asetat	67
4.2. Tata Letak Alat Proses	72
4.3. Tata Letak Pabrik Amyl Asetat	73
4.4. Diagram Pengolahan Air	79
4.6. Struktur Organisasi	95
5.1. Grafik SDP dan BEP	125



ABSTRACT

Pre-design of Amyl Acetate plant with capacity 20,000 tons/year is planned to be built in Merak, the province Banten, in the area of land 30,000 m². This chemical plant will be operated for 330 days/year or 24 hours a day with total 300 employees.

Raw materials needed are amyl alcohol 13,793.420 tons/year, Acetate acid of about 10,205.380 tons/year, Sulphat acid (catalisator) of about 2,978.611 tons/year and Sodium hydroxide of about 486.3259 tons/year. The reaction is carry out in a 3 Continues Stirred Tank Reactors, which is set up on a series system isothermally and it operated at 100 °C and 1 atm using Sulphat Acid as catalisator. The utility needed consist of 4167.683028 gallons/hour of water, 740.4072 kgs/hour of steam, 25.5724 gallons/hour of fuel and 125.65 Kwh of electricity.

From an economic shows that this Chemical plant need to be covered by fixed capital of about US\$ 5,791,468 + Rp. 52,522,815,488 and working capital of about, Rp. 180,761,149,440. The profit before tax is Rp. 48,010,297,344 while after tax is Rp. 24,005,148,672. Percent Return on Investment (ROI) before and after tax are 45.88 % and 22.94 %, Pay Out Time (POT) before tax is 1.79 years and after tax is 3.04 years. Break Even Point (BEP) 46.47 %, Shut Down Point (SDP) 27.8 % and Discounted Cash Flow Rate (DCFR) is 20.09 %. From an economic evaluation result, it can concluded that Amyl Acetate plant vissible to be built.

الإسلامية
الجامعة الإسلامية
المدنية

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pada saat ini, bangsa Indonesia tengah berusaha bangkit dari keterpurukan ekonomi yang melanda negeri ini akibat adanya krisis ekonomi sejak tahun 1997. Berbagai cara dilakukan pemerintah untuk meningkatkan taraf hidup masyarakat serta mengurangi kemiskinan dan pengangguran yang melanda sebagian rakyat Indonesia. Hal ini dapat dilakukan antara lain dengan melakukan berbagai macam kegiatan pembangunan serta meningkatkan swasembada disegala bidang. Bila hal ini dapat terwujud maka bangsa Indonesia dapat bersaing dengan negara lain dalam menghadapi era globalisasi pasar bebas.

Pendirian pabrik amyl asetat merupakan salah satu upaya untuk mengurangi impor atau ketergantungan terhadap suatu barang dari luar negeri. Amyl Asetat merupakan salah satu ester asetat yang memiliki rumus bangun $\text{CH}_3\text{COOC}_5\text{H}_{11}$. Di dalam industri kimia Amyl Asetat banyak digunakan sebagai bahan *intermediate* maupun sebagai bahan baku. Bahkan dalam industri pembuatan Selulosa Nitrat, Ethyl Selulosa dan Polyvinyl Asetat, Amyl Asetat banyak digunakan sebagai *solven* (pelarut). Selain untuk industri kimia Amyl Asetat juga banyak digunakan dalam industri farmasi dan industri makanan, terutama digunakan untuk ekstraksi dan pemurnian pada penisilin (antibiotik) dan bahan pembantu pemberi *flavor*.

Selama ini kebutuhan Amyl Asetat di Indonesia masih diimpor dari luar negeri, terutama dari Jepang. Kebutuhan Amyl Asetat dari tahun ke tahun cenderung mengalami peningkatan, hal ini sejalan dengan meningkatnya penggunaan Amyl Asetat pada industri kimia dan industri farmasi. Hal ini nampak pada tabel import Amyl Asetat dari tahun 1990-2004 seperti pada tabel berikut :

Tabel 1.1. Data impor Amyl Asetat oleh Indonesia [4]

TAHUN	JUMLAH (Kg)
1990	58.813
1991	70.316
1992	73.268
1993	102.602
1994	157.632
1995	281.594
1996	1.441.922
1997	5.141.208
1998	9.724.264
1999	11.307.320
2000	12.890.376
2001	14.473.432
2002	16.056.488
2003	17.639.544
2004	19.222.603

Berdasarkan data tersebut, maka amyl asetat sangat dibutuhkan sebagai bahan baku maupun sebagai bahan pembantu pada pabrik-pabrik kimia di Indonesia.

1.2. Prospek Produk

Perkembangan industri di Indonesia, khususnya industri kimia dari tahun ke tahun telah mengalami peningkatan baik kualitas maupun kuantitas, sehingga kebutuhan bahan baku maupun bahan pembantu mengalami peningkatan.

Dilihat dari kegunaan amyl asetat yang cukup banyak dalam pembangunan disegala bidang, maka akan lebih menguntungkan bagi negara Indonesia untuk memproduksi amyl asetat lebih banyak lagi dari pada mengimpor dari negara lain. Untuk itu pabrik amyl asetat ini akan menjalin kerjasama dengan pabrik-pabrik di Indonesia yang membutuhkan amyl asetat baik sebagai bahan baku, bahan pembantu maupun sebagai bahan *intermediate*. Adapun pabrik-pabrik tersebut adalah Pabrik Polyvinil Asetat, Pabrik Ethylen, dan Pabrik penicilin.

Berdasarkan pertimbangan faktor-faktor di atas, maka perancangan pabrik amyl asetat dari amyl alkohol dan asam asetat dengan kapasitas 20.000 ton/tahun secara komersial menguntungkan sehingga perlu direalisasikan.

BAB II

PERANCANGAN PRODUK

Untuk memenuhi kualitas produk sesuai target pada perancangan ini, maka mekanisme pembuatan Amyl Asetat 99% dirancang berdasarkan variabel utama, yaitu : spesifikasi produk, spesifikasi bahan baku, spesifikasi bahan pembantu dan pengendalian mutu.

2.1. Spesifikasi Produk [13]

2.1.1. Sifat-Sifat Fisik Produk

- 1) Amyl Asetat
 - Kenampakan : Cairan tak berwarna
 - Kemurnian : 99 %
 - Rumus Molekul : $\text{CH}_3\text{COOC}_5\text{H}_{11}$
 - Berat molekul : 130
 - Melting Point : $-70,8\text{ }^\circ\text{C}$
 - Boiling Point : $148,4\text{ }^\circ\text{C}$
 - Density : 0,879 Kg/l
 - Cp : 63,83 cal/gmol $^\circ\text{C}$
 - Panas Pembentukan : - 155,54 Kcal/gmol

2.2. Spesifikasi Bahan Baku [12]

2.2.1. Sifat-sifat Fisik Bahan Baku

1) Amyl Alkohol

- Kenampakan : Cairan tak berwarna
- Kemurnian : 99 %
- Rumus Molekul : $C_5H_{11}OH$
- Berat Molekul : 88
- Melting Point : $-78,9\text{ }^{\circ}C$
- Boiling Point : $148,4\text{ }^{\circ}C$
- Density : $0,817\text{ Kg/lit}$
- Specific gravity : 0,879
- Cp : $49,8\text{ Kcal / Kmol }^{\circ}K$
- Panas Pembentukan : -85 Kcal/gmol

2) Asam Asetat

- Kenampakan : Cairan tak berwarna
- Kemurnian : 99,5 %
- Rumus Molekul : CH_3COOH
- Berat Molekul : 60
- Melting Point : $16,6\text{ }^{\circ}C$
- Boiling Point : $118,1\text{ }^{\circ}C$
- Density : $1,38\text{ Kg/lit}$
- Specific Gravity : 1,049
- Cp : $29,7\text{ Kcal/Kmol }^{\circ}K$

- Panas Pembentukan : -115,71 Kcal/gmol

2.3. Spesifikasi Bahan Pembantu [12]

2.3.1. Sifat-Sifat Fisik Bahan Pembantu

1) Asam Sulfat

- Kenampakan : Cairan
- Kemurnian : 10 %
- Rumus Molekul : H_2SO_4
- Berat Molekul : 98
- Boiling Point : 335,5 °K
- Melting Point : 10,38 °K
- Density : 1,8716 Kg/lt
- Cp : 31,79 cal/gmol °C
- Panas Pembentukan : -330,9 Kcal/gmol

2) Natrium Hidroksida

- Kenampakan : Cairan
- Kemurnian : 50 %
- Rumus Molekul : NaOH
- Berat Molekul : 40
- Melting Point : 322 °C
- Boiling point : 1557 °C
- Density : 1,4164 Kg/lt

- Cp : 14,23 cal/gmol °C
- Panas Pembentukan : -99,64 Kcal/gmol

2.4. Spesifikasi Hasil Samping [12]

2.4.1. Sifat-Sifat Fisik Hasil Samping

1) Natrium Sulfat

- Kenampakan : Cairan tak berwarna
- Rumus Molekul : Na_2SO_4
- Berat Molekul : 142
- Melting Point : 884 °C
- Density : 2,664 Kg/l
- Cp : 31,79 cal/gmol °C
- Panas Pembentukan : -330,9

2) Air

- Kenampakan : Cairan tak berwarna
- Rumus Molekul : H_2O
- Berat Molekul : 18
- Melting Point : 0 °C
- Boiling Point : 100 °C
- Density : 1 Kg/l
- Cp : 18 cal/gmol °C
- Panas Pembentukan : -68,32 Kcal/gmol

2.5. Pengendalian Kualitas

2.5.1. Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Sebelum dilakukan proses produksi, dilakukan pengujian terhadap kualitas bahan baku yang berupa amyl alkohol dan Asam Asetat. Pengujian ini dilakukan dengan tujuan agar Amyl Alkohol dan Asam Asetat yang akan digunakan sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan.

Adapun parameter yang akan diukur adalah :

- Kemurnian dari bahan baku amyl alkohol dan asam asetat
- Kandungan di dalam amyl alkohol dan asam asetat
- Kadar air
- Kadar zat-zat pengotor

2.5.2. Pengendalian Kualitas Produk

Untuk memperoleh mutu produk standar maka diperlukan pengawasan serta pengendalian terhadap proses yang ada. Pengendalian dan pengawasan jalannya produksi dilakukan dengan alat pengendalian yang berpusat di *control room* dilakukan dengan cara *automatic control* yang menggunakan beberapa indikator.

Beberapa kontrol yang dilakukan yaitu :

1) Kontrol terhadap produk

Kontrol terhadap produk ini dilakukan untuk memperoleh tingkat kemurnian amyl asetat yang diinginkan.

2) Kontrol terhadap kondisi operasi

- Mengontrol suhu

- Mengontrol tekanan

Alat kontrol yang digunakan dikondisikan pada harga tertentu:

- *Flow Meter*

Merupakan alat yang ditempatkan atau dipasang pada aliran bahan baku, aliran masuk, dan keluar alat proses. *Flow meter* ini dikondisikan pada harga tertentu. Bila *flow meter* ini mengalami penyimpangan dari harga yang telah ditentukan, maka akan diberikan isyarat yang merupakan perintah untuk mengembalikan ke kondisi semula.

- Suhu

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

- Tekanan

Perubahan tekanan dapat dideteksi dengan isyarat yang dikeluarkan berupa suara, nyala lampu dan lain-lain.

Jika pengendalian proses dilakukan terhadap kerja pada suatu harga tertentu supaya dihasilkan produk yang sesuai standar, maka pengendalian mutu dilakukan untuk mengetahui apakah bahan baku dan produk telah sesuai dengan spesifikasinya

BAB III

PERANCANGAN PROSES

Untuk memenuhi kualitas produk Amyl Asetat 99 % sesuai target, maka pada perancangan proses perlu dilakukan penyetingan yang tepat agar prosesnya lebih efektif dan efisien.

3.1. Uraian Proses [13]

Amyl Asetat merupakan hasil esterifikasi dari Amyl Alkohol dan Asam Asetat dalam fase cair, dengan persamaan reaksi sebagai berikut [13] :



Katalisator yang dipakai dalam reaksi esterifikasi pada umumnya adalah asam kuat seperti HCl dan H₂SO₄, tetapi yang banyak dipakai adalah H₂SO₄ sebab asam ini relatif kurang korosif dibanding HCl.

Reaksi berlangsung secara *reversible* pada suhu 95 – 100 °C dan tekanan 1 atm dengan mengikuti reaksi orde 2 terhadap Asam Asetat. Sehingga untuk memperoleh Amyl Asetat sebesar mungkin maka kecepatan reaksi kekanan harus lebih besar dari pada kecepatan reaksi ke kiri.

Data kecepatan reaksi esterifikasi Asam Asetat dan Amyl Alkohol menjadi Amyl Asetat diperoleh :

$$K_1 = 0,02004 \text{ lt/gmol.mnt}$$

$$K_2 = 4,16 \cdot 10^{-6} \text{ lt/gmol.mnt}$$

Dengan persamaan kecepatan reaksi sebagai berikut :

$$\begin{aligned}(-r_A) &= (k_1 \cdot [\text{CH}_3\text{COOH}] \cdot [\text{C}_5\text{H}_{11}\text{OH}]) - (k_2 \cdot [\text{CH}_3\text{COOC}_5\text{H}_{11}] \cdot [\text{H}_2\text{O}]) \\ &= (k_1 \cdot C_A \cdot C_B) - (k_2 \cdot C_C \cdot C_D)\end{aligned}$$

Reaksi esterifikasi Amyl Asetat terjadi dengan melepaskan panas (*eksoterm*), sehingga panas dapat mengalir ke sekelilingnya dan reaksi tidak mengalami perubahan terhadap suhu (*isothermal*). Untuk mempertahankan kondisi suhu reaksi perlu dilakukan pendinginan. Reaksi esterifikasi Amyl Asetat dapat berlangsung baik dengan komposisi dan kondisi umpan [6]:

mol Amyl Alkohol : mol Asam Asetat = 1

B/A = 1

H₂SO₄ = 10 %

Tekanan = 1 atm

Konversi maksimum = 90 %

3.1.1. Langkah Proses

Proses pembuatan Amyl Asetat ada 3 tahapan, sehingga dengan demikian pabrik ini terbagi menjadi 3 unit yaitu :

- 1) Unit persiapan bahan baku
- 2) Unit sintesa (reaksi)
- 3) Unit pemisahan atau pemurnian

3.1.1.1. Unit Persiapan Bahan Baku

Bahan baku Amyl Alkohol 99 % setelah diambil dari produsen dialirkan dan kemudian disimpan di dalam tangki penyimpanan (T-01) selama 1 bulan pada suhu 30 °C dan tekanan 1 atm dengan komposisi Amyl Alkohol sebanyak 1730,1445 kg/j dan Air sebanyak 11,4483 kg/j.

Bahan baku Asam Asetat 99,5 % setelah diambil dari produsen dialirkan dan kemudian disimpan di dalam tangki penyimpanan (T-02) selama 1 bulan pada suhu 30 °C dan tekanan 1 atm dengan komposisi Asam Asetat sebanyak 1282,1154 kg/j dan Air sebanyak 6,4426 kg/j.

Katalisator Asam Sulfat 10 % yang diambil dari produsen dalam keadaan encer dialirkan dan kemudian disimpan di dalam tangki penyimpanan (T-03) selama 1 bulan pada suhu 30 °C dan tekanan 1 atm dengan komposisi Asam Sulfat sebanyak 37,6087 kg/j dan Air sebanyak 338,4785 kg/j.

Natrium Hidroksida 50 % yang diambil dari produsen disimpan di dalam tangki penyimpanan (T-04) selama 1 bulan pada suhu 30 °C dan tekanan 1 atm dengan komposisi Natrium Hidroksida sebanyak 30,7024 kg/j dan Air sebanyak 30,7024 kg/j.

3.1.1.2. Syntesa (reaksi)

Umpan segar Amyl Alkohol 99 % dari tangki penyimpanan (T-01) yang dicampur dengan hasil *recycle* dari menara distilasi melewati alat penukar panas (HE-01), Asam Asetat 99,5 % dari tangki penyimpanan (T-02) melewati alat penukar

panas (HE-02) dan katalisator Asam Sulfat 10 % dari tangki penyimpanan (T-03) masing –masing dialirkan ke dalam reaktor (R-01).

Reaksi dijalankan dalam Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) yang dijalankan pada suhu 100 °C dan tekanan 1 atm. Karena reaksi bersifat eksotermis, maka untuk mempertahankan suhu tetap konstan, reaktor dilengkapi dengan koil pendingin yang dialiri air.

Berdasarkan optimasi jumlah reaktor diperoleh jumlah reaktor yang paling optimum yaitu harga yang paling ekonomis adalah 3 buah reaktor yang disusun secara seri.

Di dalam reaktor I (R-01) terjadi reaksi antara Amyl Alkohol dengan Asam Asetat. Hasil keluar dari reaktor I (R-01) dipompakan menuju reaktor II (R-02) dengan suhu 100 °C dan tekanan 1 atm kemudian hasil keluar reaktor II (R-02) dipompakan lagi menuju reaktor III (R-03) dengan suhu 100 °C dan tekanan 1 atm sehingga konversi total menjadi 90 %. Waktu tinggal yang diperlukan larutan dalam reaktor masing-masing selama 1 jam. Reaksi yang terjadi dalam reaktor adalah :



Larutan yang keluar dari reaktor III (R-03) sebelum masuk Netralizer (N) diturunkan suhunya sampai 50 °C dengan alat penukar panas (CL-01). Dalam Netralizer (N) ditambahkan larutan NaOH 50 % dari tangki penampung (T-04) untuk menetralkan Asam Sulfat. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :



Larutan dinaikkan suhunya sehingga suhu keluar Netralizer menjadi 67,7 °C dan selanjutnya dialirkan menuju Decanter (D)

3.1.1.3. Unit Pemisahan atau Pemurnian

Dari Netralizer di alirkan lagi menuju Decanter untuk memisahkan larutan fase ringan yang berupa Amyl Alkohol ($C_5H_{11}OH$), Asam Asetat (CH_3COOH), dan Air (H_2O) dengan fase berat yang berupa Amyl Alkohol ($C_5H_{11}OH$), Asam Asetat (CH_3COOH), Air (H_2O) dan Natrium Sulfat (Na_2SO_4). Pemisahan ini berdasarkan perbedaan berat jenis dan kelarutan campuran pada suhu reaksi 67,7 °C dan tekanan 1 atm. Untuk larutan fase berat dialirkan sebagai hasil samping yaitu menuju tangki penampung (T-05) dengan melewati alat penukar panas (CL-03) sehingga suhu yang masuk ke dalam tangki penampungan (T-05) menjadi 32 °C sedangkan komponen yang terdapat pada fase ringan dialirkan melewati alat penukar panas (HE-03) menuju Menara Distilasi dengan suhu 146,9 °C dan tekanan 1 atm.

Menara Distilasi (MD) menggunakan tipe *Sieve Plate Distillation Tower*. Hasil atas Menara Distilasi (MD) keluar pada suhu 134,2 °C dan tekanan 1 atm terdiri dari Amyl Alkohol, Amyl Asetat dan Air dimasukkan kembali (*recycle*) ke dalam Reaktor I (R-01) dengan menggunakan suhu campuran sebesar 39,4 °C kemudian masuk ke Reaktor I (R-01) dengan melewati alat penukar panas (HE-01) sehingga suhu menjadi 100 °C, Sedangkan hasil bawah yang terdiri dari Amyl Alkohol dan Amyl Asetat yang keluar pada suhu 157,8 °C dan tekanan 1 atm

didinginkan dengan alat penukar panas (CL-02) sehingga suhu menjadi 30 °C dialirkan dan disimpan ke dalam tangki penampungan produk (T-06).

3.2. Metode Penentuan Perancangan

Setting perencanaan pendirian pabrik Amyl Asetat dari bahan baku Amyl alkohol dan Asam Asetat kapasitas 20.000 ton/tahun meliputi : neraca massa, neraca panas dan spesifikasi alat.

3.2.1. Neraca Massa

Setting neraca massa peralatan pada pabrik Amyl Asetat dari bahan baku Amyl Alkohol dan Asam Asetat kapasitas 20.000 ton/tahun meliputi :

- 1) Neraca massa overall
- 2) Neraca massa pada reaktor
- 3) Neraca massa pada netralizer
- 4) Neraca massa pada decanter
- 5) Neraca massa pada menara distilasi

Tabel 3.1. Neraca Massa Overall

Komponen	Masuk (Kg / Jam)	Keluar (Kg / Jam)
$C_5H_{11}OH$	1730,144475	37,75197396
CH_3COOH	1282,115418	128,2115418
H_2SO_4	37,60871893	-
H_2O	394,6177958	754,6030471
$NaOH$	30,70239054	-
$CH_3COOC_5H_{11}$	-	2500,125065
Na_2SO_4	-	54,49674321
Total	3475,188798	3475,188371

Tabel 3.1(a) Neraca Massa pada Reaktor

Komponen	Masuk (Kg / Jam)	Keluar (Kg / Jam)
$C_5H_{11}OH$	1880,435946	188,0435946
CH_3COOH	1282,115418	128,2115418
H_2SO_4	37,60871893	37,60871893
H_2O	413,9153819	710,085521
$CH_3COOC_5H_{11}$	12,50062528	2512,62569
Total	3576,57609	3576,574377

Tabel 3.1 (b) Neraca Massa pada Netralizer

Komponen	Masuk (Kg / Jam)	Keluar (Kg / Jam)
$C_5H_{11}OH$	188,0435946	188,0435946
CH_3COOH	128,2115418	128,2115418
H_2SO_4	37,60871893	-
H_2O	740,7879115	754,6030471
$NaOH$	30,70239054	-
$CH_3COOC_5H_{11}$	2512,62569	2512,62569
Na_2SO_4	-	54,49674321
Total	3637,979847	3637,9807129

Tabel 3.1 (c) Neraca Massa pada Decanter

Komponen	Masuk (Kg / Jam)	Komponen	Keluar (Kg / Jam)
$C_5H_{11}OH$	188,0435946	Fase Ringan	
CH_3COOH	128,2115418	$C_5H_{11}OH$	167,8730557
H_2O	754,6030471	$CH_3COOC_5H_{11}$	2512,62569
$CH_3COOC_5H_{11}$	2512,62569	H_2O	7,546018504
Na_2SO_4	54,49674321	Jumlah	2688,044764
		Fase Berat	
		$C_5H_{11}OH$	20,17053892
		CH_3COOH	128,2115418
		H_2O	747,0570286
		Na_2SO_4	54,49674321
		Jumlah	949,9358525
Total	3637,9807129		3637,980617

Tabel 3.1 (d) Neraca Massa pada Menara Distilasi

Komponen	Masuk (Kg / Jam)	Komponen	Keluar (Kg / Jam)
$C_5H_{11}OH$	167,8730557	Hasil atas	
$CH_3COOC_5H_{11}$	2512,62569	$C_5H_{11}OH$	150,2914711
H_2O	7,546018504	$CH_3COOC_5H_{11}$	12,50062533
		Jumlah	162,7920964
		Hasil bawah	
		$C_5H_{11}OH$	17,58143504
		$CH_3COOC_5H_{11}$	2500,125065
		H_2O	7,546018504
		Jumlah	2525,252519
Total	2688,044764		2688,044615

3.2.2. Neraca Panas

Setting neraca panas pada pabrik amyl asetat dari bahan baku amyl alkohol dan asam asetat kapasitas produksi 20.000 ton/tahun meliputi :

- 1) Neraca panas pada reaktor
- 2) Neraca panas pada netralizer
- 3) Neraca panas pada menara distilasi
- 4) Neraca panas pada heater (HE-01)

- 5) Neraca panas pada heater (HE-02)
- 6) Neraca panas pada heater (HE-03)
- 7) Neraca panas pada cooler (CL-01)
- 8) Neraca panas pada cooler (CL-02)
- 9) Neraca panas pada cooler (CL-03)

Tabel 3.2 Neraca Panas pada Reaktor

Komponen	Masuk (Kcal / jam)	Keluar (Kcal / Jam)
Panas Umpan	156112,1958	0
Panas Produk	0	159465,6267
Panas Reaksi	374756,1875	0
Pendingin	0	371402,7188
Total	530868,3833	530868,3455

Tabel 3.3 Neraca Panas pada Netralizer

Komponen	Masuk (Kcal / jam)	Keluar (Kcal / Jam)
Panas Umpan dari reaktor	38653,6836	0
Panas Umpan NaOH	208,1238	0
Panas Produk	0	67380,609
Panas Reaksi	28518,3477	0
Total	67380,156	67380,609

Tabel 3.4 Neraca Panas pada Menara Distilasi

Komponen	Masuk (Kcal / jam)	Keluar (Kcal / Jam)
Panas Umpan	162888,136	
Panas Produk Atas	0	10781,742
Panas Produk Bawah	0	164341,2551
Panas Condensor		98557,8
Panas Reboiler	110792,6611	
Total	273680,7971	273680,7971

Tabel 3.5 Neraca Panas pada Heater (HE-01)

Komponen	Masuk (Kcal / jam)	Keluar (Kcal / Jam)
Panas Umpan pada suhu 39,4 °C	15685,7471	0
Panas Keluar pada suhu 100 °C	0	81696,5859
Beban Panas	66010,836	0
Total	81696,5831	81696,5859

Tabel 3.6 Neraca Panas pada Heater (HE-02)

Komponen	Masuk (Kcal / jam)	Keluar (Kcal / Jam)
Panas Umpan pada suhu 30 °C	3205,449	0
Panas Keluar pada suhu 100 °C	0	48081,734
Beban Panas	44876,285	0
Total	48081,734	48081,734

Tabel 3.7 Neraca Panas pada Heater (HE-03)

Komponen	Masuk (Kcal / jam)	Keluar (Kcal / Jam)
Panas Umpan pada suhu 67,7 °C	57057,7031	0
Panas Keluar pada suhu 146,9 °C	0	162888,3906
Beban Panas	105830,688	0
Total	162888,3911	162888,3906

Tabel 3.8 Neraca Panas pada Cooler (CO-01)

Komponen	Masuk (Kcal / jam)	Keluar (Kcal / Jam)
Panas Umpan pada suhu 100 °C	159480,4531	0
Panas Keluar pada suhu 50 °C	0	53160,1484
Beban Pendingin	0	106320,305
Total	159480,4531	159480,4534

Tabel 3.9 Neraca Panas pada Cooler (CO-02)

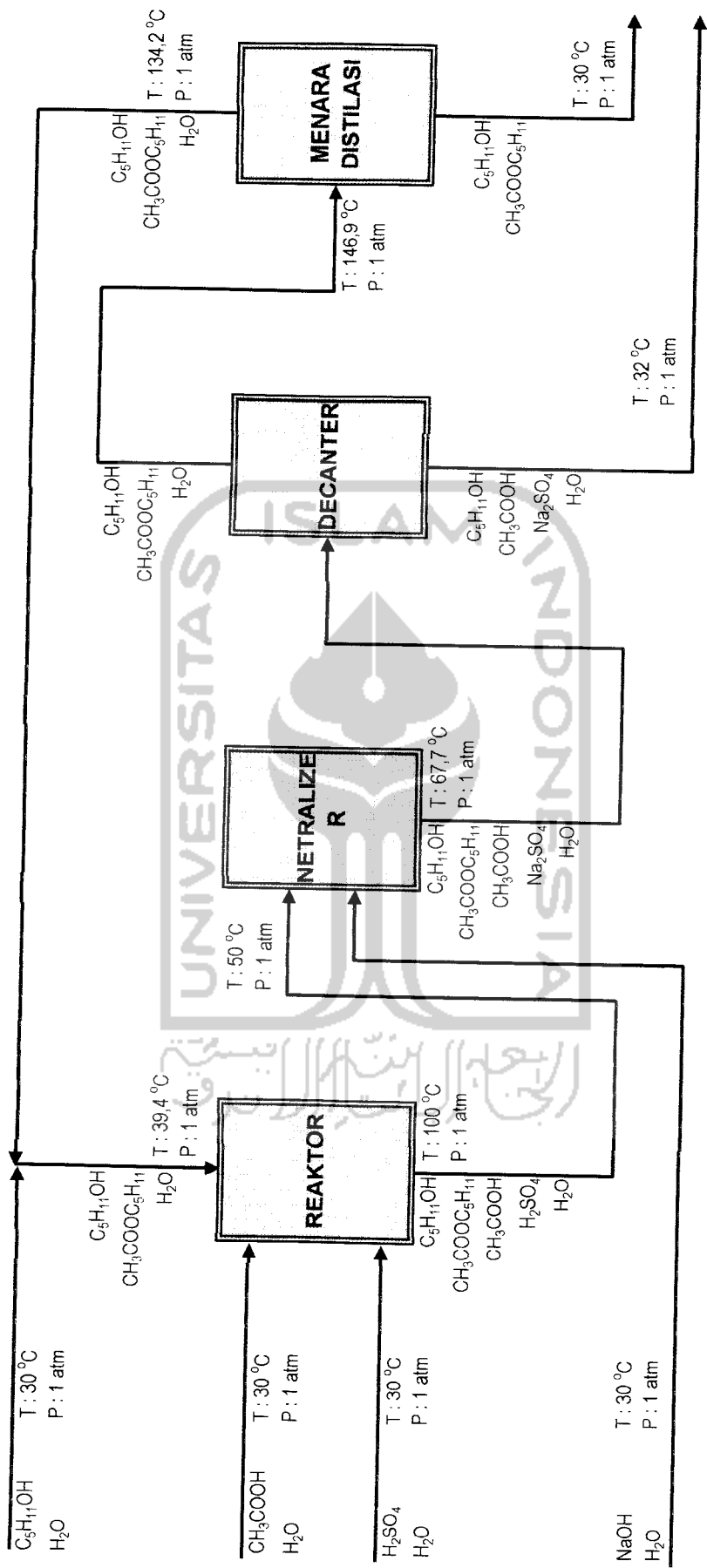
Komponen	Masuk (Kcal / jam)	Keluar (Kcal / Jam)
Panas Umpan pada suhu 157,8 °C	164341,4531	0
Panas Keluar pada suhu 35 °C	0	12375,11
Beban Panas	0	151966,344
Total	164341,4531	164341,454

Tabel 3.10 Neraca Panas pada Cooler (CO-03)

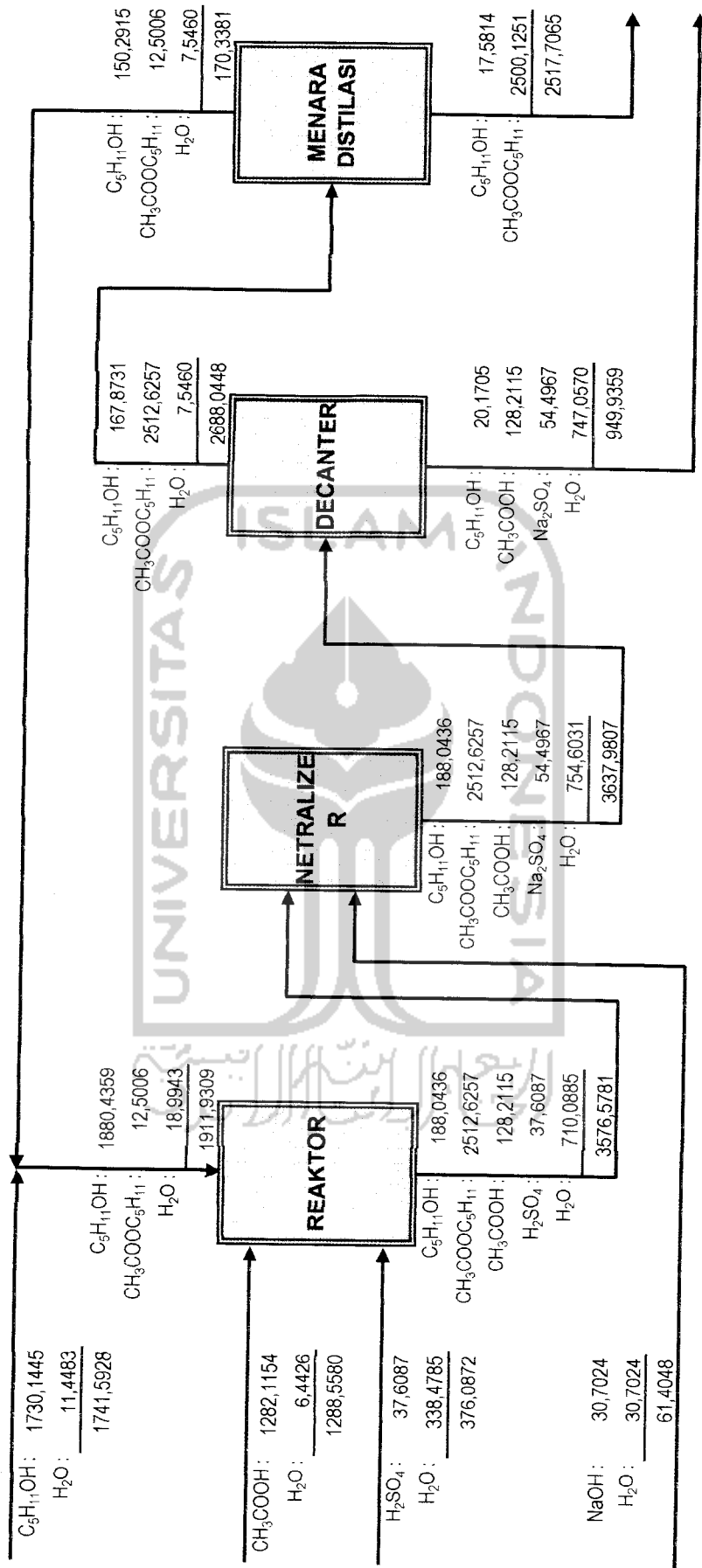
Komponen	Masuk (Kcal / jam)	Keluar (Kcal / Jam)
Panas Umpan pada suhu 67,7 °C	35617,6367	0
Panas Keluar pada suhu 32 °C	0	5838,9675
Beban Panas	0	29778,68
Total	35617,6367	35617,6475

Berikut *flow diagram* proses pembuatan amyl asetat dari amyl alkohol dan asam asetat kapasitas 20.000 ton/tahun baik secara kualitatif maupun kuantitatif.





Gambar 3.1. Diagram Alir Kuantitatif Pabrik Amyl Asetat



Gambar 3.2. Diagram Alir Kuantitatif Pabrik Amyl Asetat

3.3. Spesifikasi Alat

Spesifikasi peralatan pada perancangan pabrik amyl asetat dari amyl alkohol dan asam asetat kapasitas 20.000 ton/tahun meliputi :

3.3.1. Spesifikasi Alat Proses

1) Reaktor Alir Tangki Berpengaduk

Fungsi	: Mencampur $C_5H_{11}OH$ dengan CH_3COOH menjadi $CH_3COOC_5H_{11}$ dengan kapasitas 20.000 ton / tahun
Jenis	: Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) dilengkapi Dengan koil pendingin
Bahan	: Baja Stainless stell
Kondisi Operasi	
Tekanan	: 1 atm
Suhu	: 100 °C
Ukuran Reaktor	
Diameter	: 0,99 m
Tinggi	: 1,48 m
Volume cairan dalam head	: 0,125 m ³
Volume cairan di badan reaktor	: 0,979 m ³
Tinggi cairan di badan reaktor	: 1,28 m ³
Tebal shell	: 3 / 16 in
Tebal head	: 3 / 16 in

Pengaduk : Type Marine dengan 3 blade, 4 baffle
Diameter : 0,33 m
Tinggi : 0,33 m
Lebar baffle : 3,3 cm
Power : 1 Hp

Koil pendingin

Diameter : 2,0636 ft
Luas perpindahan
Panas per koil : 1,763 sqft
Jumlah koil : 20 lilitan
Tinggi lilitan koil
Minimum : 0,66 m
Jarak antarkoil : 1 in
Tinggi koil total : 1,144 m
Tebal isolasi : 3 in
Jumlah : 3 buah

2) Netralizer

Fungsi : Menetralkan katalis H_2SO_4 yang keluar dari reaktor bersama
Hasil reaksi dengan kecepatan umpan = 3576,5752 Kg/jam
Dengan penetralisir NaOH 50 %
Jenis : Reaktor Alir Tangki Berpengaduk

Bahan : Baja steinless stell

Kondisi operasi

Tekanan : 1 atm

Suhu : 50 °C

Ukuran reaktor

Diameter : 1,54 m

Tinggi : 2,32 m

Volume cairan dalam head : 0,312 m³

Volume cairan di badan reaktor : 3,653 m³

Tinggi cairan di badan reaktor : 1,952 m

Tebal shell : 4 / 16 in

Tebal head : 5 / 16 in

Pengaduk : Type Marine dengan 3 blade, 4 baffle

Diameter : 51,46 cm

Tinggi : 51,46 cm

Lebar : 5,15 cm

Power : 1 Hp

Jumlah : 1 buah

3) Decanter

Fungsi : Memisahkan fase ringan yang berupa Amyl Asetat, Amyl Alkohol dan Air dengan fase berat yang berupa larutan H_2O , $C_5H_{11}OH$, CH_3COOH dan Na_2SO_4 pada suhu $67,7\text{ }^\circ\text{C}$ dan Tekanan 1 atm

Type : Horizontal Drum Decanter

Kondisi Operasi

Suhu : $67,7\text{ }^\circ\text{C}$

Tekanan : 1 atm

Ukuran

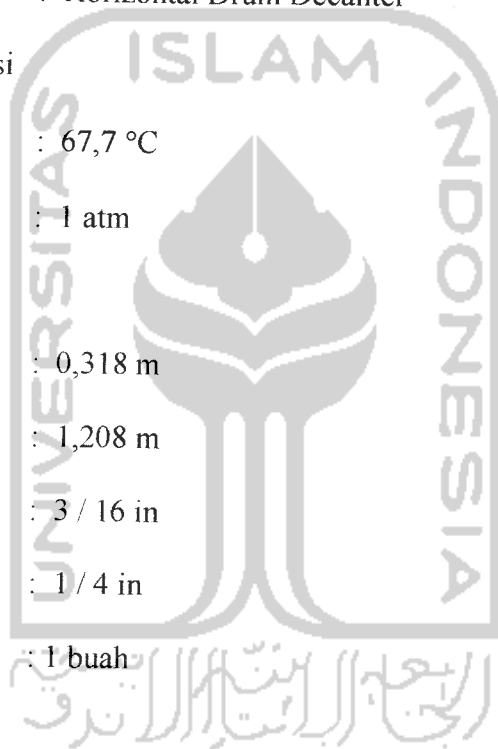
Diameter : 0,318 m

Panjang : 1,208 m

Tebal shell : 3 / 16 in

Tebal head : 1 / 4 in

Jumlah : 1 buah



4) Menara Distilasi

Fungsi : Memisahkan campuran Amyl Asetat, Amyl Alkohol dan Air yang keluar dari hasil atas Decanter.

Type : Sieve Plate Distillation Tower

Kondisi Operasi Umpan : Suhu = $148,88\text{ }^\circ\text{C}$

Tekanan = 1 atm

Kondisi Operasi Bawah : Suhu = 157,78 °C

Tekanan = 1,2 atm

Kondisi Operasi Atas : Suhu = 134,2 °C

Tekanan = 1 atm

Ukuran : Diameter Puncak = 0,621 m

Diameter Dasar = 0,995 m

Tinggi = 13,37 m

Tebal Shell = 3 / 16 in

Tebal Head = 3 / 16 in

Bahan : Carbon Stell SA 178 grade C

Jumlah : 1 buah

5) Condensor (CD)

Fungsi : Mengembunkan uap yang keluar dari puncak Menara Distilasi pada suhu 134,2 °C dengan pendingin air masuk ada suhu 30 °C dan suhu keluar 40 °C.

Jenis : Shell and Tube Exchanger

Type : Condenser total

Pendingin : Air

Bahan : Stainless Stell

Ukuran : Shell

IDs = 8 in

Jumlah pipa = 16

Pass = 1

Tube

OD, BWG = 0,75 , 16

ID = 0,62

Pitch = 1 square pitch

Panjang = 8

Pass = 2

A = 27,40213 ft²

Uc = 167,7 Btu/j.ft².F

Ud = 87,24571 Btu/j.ft².F

Rd = 0,0055

6) Reboiler (RB)

Fungsi : Menguapkan sebagian hasil bawah Menara Distilasi (MD) pada suhu 157,8 °C dengan pemanas steam jenuh pada suhu 170 °C.

Type : Shell and Tube Kettle Reboiler

Bahan :

Shell side, Cold fluid

Jenis fluida = fluida dingin (light organic)

ID = 10 in

Pass = 1

Tube side, Hot fluid

Jenis fluida = fluida panas

OD, BWG = 0,75 , 8

ID = 0,62

Pitch = 1

Panjang = 16 ft

Pass = 2

A = 211,62 ft²

Uc = 250 Btu/j.ft².F

Ud = 116,61 Btu/j.ft².F

7) Heater (HE-01)

Fungsi : Memanaskan umpan Amyl Alkohol dari suhu 39,4 °C menjadi 100 °C

Jenis : Double Pipe Heat Exchanger

Bahan : Stainless Stell

Ukuran

A = 12,79198 ft²

Uc = 180 Btu/j.ft².F

$$U_d = 127,3087 \text{ Btu/j.ft}^2.F$$

$$\text{Hairpins} = 1 \text{ buah, panjang } 8 \text{ ft}$$

$$\text{Pressure drop annulus} = 0,01606 \text{ psi}$$

$$\text{Pressure drop pipa} = 0,12711 \text{ psi}$$

$$R_d = 0,00229$$

8) Heater (HE-02)

Fungsi : Memanaskan umpan Asam Asetat dari suhu 30 °C menjadi 100 °C

Jenis : Double Pipe Heat Exchanger

Bahan : Stainless Steel

Ukuran

$$A = 16,35207 \text{ ft}^2$$

$$U_c = 240 \text{ Btu/j.ft}^2.F$$

$$U_d = 141,0409 \text{ Btu/j.ft}^2.F$$

$$\text{Hairpins} = 1 \text{ buah, panjang } 10 \text{ ft}$$

$$\text{Pressure drop annulus} = 0,08551 \text{ psi}$$

$$\text{Pressure drop pipa} = 0,07776 \text{ psi}$$

$$R_d = 0,00292$$

9) Heater (HE-03)

Fungsi : Memanaskan umpan masuk MD dari suhu 67,7 °C menjadi 146,9 °C

Dengan menggunakan steam jenuh pada suhu 170 °C

Jenis : Double Pipe Heat Exchanger

Bahan : Stainless Stell

Ukuran

A = 33,7206 ft²

Uc = 169 Btu/j.ft².F

Ud = 103,8747 Btu/j.ft².F

Hairpins = 2 buah, panjang 14 ft

Pressure drop annulus = 0,5485 psi

Pressure drop pipa = 0,41448 psi

Rd = 0,00371

10) Cooler (CL-01)

Fungsi : Mendinginkan hasil dari Reaktor dari suhu 100 °C menjadi suhu 50 °C dengan pendingin air masuk pada suhu 40 °C dan keluar pada suhu 30 °C

Jenis : Double pipe Heat Exchanger

Bahan : Stainless Stell

Ukuran : Annulus

ID = 6,065 in
OD = 6,625 in
Pressure drop = 0,64951 psi
Panjang = 16 ft

Pipe

OD = 4,58 in
ID = 4,03 in
Hairpin = 2
Panjang = 16 ft
A = 71,52949 ft²
Uc = 108 Btu/j.ft².F
Ud = 83,9332 Btu/j.ft².F
Rd = 0,00261

11) Cooler (CL-02)

Fungsi : Mendinginkan hasil bawah MD dari suhu 157,8 °C menjadi suhu 35 °C dengan pendingin air masuk pada suhu 40 °C dan keluar pada suhu 30 °C

Jenis : Shell and Tube Heat Exchanger

Bahan : Stainless Steel

Ukuran : Shell

IDs = 10 in

Nt = 52

Pass = 2

Tube

OD,BWG = 0,75 , 16

ID = 0,62

Pass = 2

Pitch = 1 ft²

Panjang = 12

A = 104,267 ft²

Uc = 92 Btu/j.ft².F

Ud = 76,61 Btu/j.ft².F

Rd = 0,00224

12) Cooler (CL-03)

Fungsi : Mendinginkan hasil bawah Decanter dari suhu 67,7 °C menjadi suhu 32 °C dengan pendingin air masuk pada suhu 40 °C dan keluar pada suhu 30 °C

Jenis : Double Pipe Heat Exchanger

Bahan : Stainless Stell

Ukuran : Annulus

$$\text{ID} = 6,065 \text{ in}$$

$$\text{OD} = 6,625 \text{ in}$$

$$\text{Pressure drop} = 0,05925 \text{ psi}$$

$$\text{Panjang} = 16 \text{ ft}$$

Pipe

$$\text{OD} = 4,58 \text{ in}$$

$$\text{ID} = 4,03 \text{ in}$$

$$\text{Pressure drop} = 0,0074 \text{ psi}$$

$$\text{Hairpin} = 2$$

$$A = 74,59837 \text{ ft}^2$$

$$U_c = 108 \text{ Btu/j.ft}^2.\text{F}$$

$$U_d = 87,53425 \text{ Btu/j.ft}^2.\text{F}$$

$$R_d = 0,00212$$

13) Tangki (T-01)

Fungsi : Menyimpan Amyl Alkohol pada suhu $30 \text{ }^\circ\text{C}$ dan tekanan 1 atm selama 1 bulan.

Jenis : Tangki Silinder Vertical

Kondisi Operasi : Suhu = $30 \text{ }^\circ\text{C}$

Tekanan = 1 atm

Ukuran : Diameter (D) = 56 ft

Tinggi (H) = 32 ft

Tebal Shell = 0,357 in

Bahan : Carbon Stell SA 240 grade C

14) Tangki (T-02)

Fungsi : Menyimpan Asam Asetat pada suhu 30 °C dan tekanan 1 atm
selama 1 bulan.

Jenis : Tangki Silinder Vertical

Kondisi Operasi : Suhu = 30 °C

Tekanan = 1 atm

Ukuran : Diameter (D) = 40 ft

Tinggi (H) = 32 ft

Tebal Shell = 0,404 in

Bahan : Carbon Stell SA 240 grade C

15) Tangki (T-03)

Fungsi : Menyimpan Asam Sulfat pada suhu 30 °C dan tekanan 1 atm
selama 1 bulan.

Jenis : Tangki Silinder Vertical

Kondisi Operasi : Suhu = 30 °C

Tekanan = 1 atm

Ukuran : Diameter (D) = 24 ft
Tinggi (H) = 24 ft
Tebal Shell = 0,223 in
Bahan : Carbon Stell SA 240 grade C

16) Tangki (T-04)

Fungsi : Menyimpan Natrium Hidroksida pada suhu 30 °C dan tekanan 1 atm selama 1 bulan.

Jenis : Tangki Silinder Vertical

Kondisi Operasi : Suhu = 30 °C

Tekanan = 1 atm

Ukuran : Diameter (D) = 16 ft

Tinggi (H) = 16 ft

Tebal Shell = 0,172 in

Bahan : Carbon Stell SA 240 grade C

17) Tangki (T-05)

Fungsi : Menyimpan hasil bawah Decanter pada suhu 32 °C dan tekanan 1 atm selama 1 bulan.

Jenis : Tangki Silinder Vertical

Kondisi Operasi : Suhu = 32 °C

Tekanan = 1 atm

Ukuran : Diameter (D) = 32 ft

Tinggi (H) = 16 ft

Tebal Shell = 0,215in

Bahan : Carbon Stell SA 240 grade C

18) Tangki (T-06)

Fungsi : Menyimpan Produk pada suhu 30 °C dan tekanan 1 atm selama 1 bulan.

Jenis : Tangki Silinder Vertical

Kondisi Operasi : Suhu = 30 °C

Tekanan = 1 atm

Ukuran : Diameter (D) = 64 ft

Tinggi (H) = 32 ft

Tebal Shell = 0,405 in

Bahan : Carbon Stell SA 240 grade C

19) Accumulator (ACC)

Fungsi : Menampung sementara hasil atas MD yang akan direcycle ke dalam MD dengan waktu tinggal 1 jam

Jenis : Tangki Silinder Horizontal

Ukuran : Diameter (D) = 0,77 m
Tinggi (H) = 1,54 m
Tebal dinding = 3 / 16 in
Bahan : Carbon Stell SA 240 grade C

20) Pompa (P-01)

Fungsi : Memompakan umpan Amyl Alkohol ke Tangki Penyimpanan
(T-01)

Jenis : Pompa Centrifugal

Kapasitas : 281,783 gpm

Tenaga motor : 3 Hp, 3 fase

Pipa : Bahan : Comercial Stell

Sch number : 40

IPS : 4 in

ID : 4,026 in

OD : 4,5 in

21) Pompa (P – 02)

Fungsi : Memompakan umpan Asam Asetat ke Tangki Penyimpanan
(T- 02)

Jenis : Pompa Centrifugal

Kapasitas : 281,783 gpm

Tenaga motor : 7,5 Hp, 3 fase

Pipa : Bahan : Comercial Stell

Sch number : 40

IPS : 4 in

ID : 4,026 in

OD : 4,5 in

22) Pompa (P – 03)

Fungsi : Memompakan katalisator Asam Sulfat ke Tangki
Penyimpanan (T– 03)

Jenis : Pompa Centrifugal

Kapasitas : 281,783 gpm

Tenaga motor : 5 Hp, 3 fase

Pipa : Bahan : Comercial Stell

Sch number : 40

IPS : 4 in

ID : 4,026 in

OD : 4,5 in

23) Pompa (P – 04)

Fungsi : Memompakan larutan NaOH 50 % ke Tangki Penyimpanan
(T– 04)

Jenis : Pompa Centrifugal
Kapasitas : 281,783 gpm
Tenaga motor : 3 Hp, 3 fase
Pipa : Bahan : Comercial Stell

Sch number : 40

IPS : 4 in

ID : 4,026 in

OD : 4,5 in

24) Pompa (P - 05)

Fungsi : Memompakan bahan baku Amyl Alkohol dari Tangki
Penyimpan (T- 01) menuju Reaktor (R - 01)

Jenis : Pompa Centrifugal

Kapasitas : 9,372 gpm

Tenaga motor : 0,5 Hp, 3 fase

Pipa : Bahan : Comercial Stell

Sch number : 40

IPS : 0,8 in

OD : 1,05 in

ID : 0,824 in

25) Pompa (P – 06)

Fungsi : Memompakan Asam Asetat dari Tangki Penyimpanan (T-02)
Menuju Reaktor (R - 01)

Jenis : Pompa Centrifugal

Kapasitas : 5,41 gpm

Tenaga motor : 0,5 Hp, 3 fase

Pipa : Bahan : Comercial Stell

Sch number : 40

IPS : 0,5 in

ID : 0,622 in

OD : 0,84 in

26) Pompa (P – 07)

Fungsi : Memompakan Asam Sulfat dari Tangki Penyimpanan (T-03)
Menuju Reaktor (R - 01)

Jenis : Pompa Centrifugal

Kapasitas : 1,523 gpm

Tenaga motor : 0,5 Hp, 3 fase

Pipa : Bahan : Comercial Stell

Sch number : 40

IPS : 0,5 in

ID : 0,622 in

OD : 0,84 in

27) Pompa (P – 08)

Fungsi : Memompakan NaOH 50 % dari Tangki Penyimpanan (T-04)
Menuju Netralizer (N)

Jenis : Pompa Centrifugal

Kapasitas : 0,224 gpm

Tenaga motor : 0,5 Hp, 3 fase

Pipa : Bahan : Comercial Stell

Sch number : 40

IPS : 0,5 in

ID : 0,622 in

OD : 0,84 in

28) Pompa (P – 09)

Fungsi : Memompakan hasil dari Reaktor (R - 01) menuju Reaktor
(R - 02)

Jenis : Pompa Centrifugal

Kapasitas : 17,186 gpm

Tenaga motor : 0,5 Hp, 3 fase

Pipa : Bahan : Comercial Stell

Sch number : 40

IPS : 1 in
ID : 1,049 in
OD : 1,32 in

29) Pompa (P – 10)

Fungsi : Memompakan hasil reaksi dari Reaktor (R- 02) menuju
Reaktor (R - 03)

Jenis : Pompa Centrifugal

Kapasitas : 1,523 gpm

Tenaga motor : 0,5 Hp, 3 fase

Pipa : Bahan : Comercial Stell

Sch number : 40

IPS : 1 in

ID : 1,049 in

OD : 1,32 in

30) Pompa (P – 11)

Fungsi : Memompakan hasil Reaksi dari Reaktor (R – 03) menuju
Netralizer (N)

Jenis : Pompa Centrifugal

Kapasitas : 17,186 gpm

Tenaga motor : 0,5 Hp, 3 fase

Pipa : Bahan : Comercial Stell
Sch number : 40
IPS : 1 in
ID : 1,049 in
OD : 1,32 in

31) Pompa (P – 12)

Fungsi : Memompakan hasil Reaksi dari Netralizer (N) menuju
Decanter (D)
Jenis : Pompa Centrifugal
Kapasitas : 17,147 gpm
Tenaga motor : 0,5 Hp, 3 fase
Pipa : Bahan : Comercial Stell
Sch number : 40
IPS : 1 in
ID : 1,049 in
OD : 1,32 in

32) Pompa (P – 13)

Fungsi : Memompakan hasil keluar dari Decanter (D) menuju Tangki
(T – 05)
Jenis : Pompa Centrifugal

Kapasitas : 2,384 gpm

Tenaga motor : 0,5 Hp, 3 fase

Pipa : Bahan : Comercial Stell

Sch number : 40

IPS : 0,5 in

ID : 0,622 in

OD : 0,84 in

33) Pompa (P – 14)

Fungsi : Memompakan hasil keluar dari Decanter (D) menuju
Menara Distilasi (MD)

Jenis : Pompa Centrifugal

Kapasitas : 13,519 gpm

Tenaga motor : 0,5 Hp, 3 fase

Pipa : Bahan : Comercial Stell

Sch number : 40

IPS : 1 in

ID : 0,824 in

OD : 1,05 in

35) Pompa (P – 15)

Fungsi : Memompakan hasil atas Menara Distilasi (MD) dari

Accumulator (ACC) menuju Menara Distilasi dan Recycle

Reaktor (R – 01)

Jenis : Pompa Centrifugal

Kapasitas : 0,879 gpm

Tenaga motor : 3 Hp, 3 fase

Pipa : Bahan : Comercial Stell

Sch number : 40

IPS : 0,5 in

ID : 0,622 in

OD : 0,84 in

36) Pompa (P – 16)

Fungsi : Memompakan hasil bawah Menara Distilasi dari reboiler
Menuju Tangki Produk (T – 06)

Jenis : Pompa Centrifugal

Kapasitas : 12,617 gpm

Tenaga motor : 0,5 Hp, 3 fase

Pipa : Bahan : Comercial Stell

Sch number : 40

IPS : 0,8 in

ID : 0,824 in

OD : 1,05 in

37) Pompa (P - 17)

Fungsi : Memompakan hasil samping dari Tangki (T – 05) menuju
Tangki pengangkutan

Jenis : Pompa Centrifugal

Kapasitas : 281,783 gpm

Tenaga motor : 1,5 Hp, 3 fase

Pipa : Bahan : Comercial Stell

Sch number : 40

IPS : 4 in

ID : 4,026 in

OD : 4,5 in

38) Pompa (P – 18)

Fungsi : Memompakan produk dari Tangki (T – 06) menuju
Tangki pengangkutan.

Jenis : Pompa Centrifugal

Kapasitas : 281,783 gpm

Tenaga motor : 1,5 Hp, 3 fase

Pipa : Bahan : Comercial Stell

Sch number : 40

IPS : 4 in

ID : 4,026 in

OD : 4,5 in

3.3.2 Spesifikasi Alat Utilitas

1) Bak Pengendap Awal (BU – 01)

Fungsi : Mengendapkan kotoran kasar dalam air. Pengendapan Terjadi karena gravitasi dengan waktu tinggal = 4 jam

Dirancang bak dengan over design : 20 %

Volume bak = 353,313 m³

Ukuran bak :

Panjang = 15 m

Lebar = 8 m

Dalam = 3 m

2) Bak Penampung Awal (BU – 02)

Fungsi : Menampung air yang berasal dari bak pengendap awal (BU-01) Sekaligus mengendapkan kotoran lembut secara gravitasi

Dengan waktu tinggal = 4 jam

Dirancang bak dengan over design : 20 %

Volume bak = 353,313 m³

Ukuran bak :

Panjang = 15 m

Lebar = 8 m

Dalam = 3 m

3) Tangki Flokulator

Fungsi : Melarutkan dan membuat campuran yang akan diumpungkan ke dalam Clarifier (CL – 01) dengan kecepatan total 80,6 Kg/j

Over design : 20 %

Waktu tinggal : 6 jam

Volume tangki (Vt) = 3,673 m³

Ukuran bak :

Diameter = 1,327 m

Tinggi = 2,655 m

4) Clarifier (CL – 01)

Fungsi : Menggumpalkan dan mengendapkan kotoran yang bersifat Koloid yang berasal dari Bak Penampung Awal (BU – 02)
Dengan waktu tinggal = 8 jam

Over design : 20 %

Volume Air = 98,143 m³

Ukuran Clarifier :

Diameter = 6 m

Kedalaman = 3 m

Tinggi Cone = 2 m

5) Bak Saringan Pasir (SPU – 01)

Fungsi : Menyaring kotoran-kotoran yang telah menggumpal yang ada

Dalam air

Kecepatan air yang disaring = 12,268 Kg/j

= 54,019 Gpm

Kecepatan penyaringan = 10,50 gpm / ft²

Luas penampang saringan = 5,145 ft²

Diameter : 0,78 m

Over design : 20 %

Volume tangki = 2,454 m³

Tinggi tangki = 5,133 m

6) Bak Penampung Air Bersih (BU – 03)

Fungsi : Menampung air bersih yang berasal dari saringan pasir

(SPU- 01) dengan waktu tinggal = 12 jam

Over design : 20 %

Volume tangki = 176,656 m³

Ukuran bak :

Panjang = 11 m

Lebar = 5 m

Dalam = 3 m

7) Tangki Tawas (TU – 01)

Fungsi : Melarutkan dan membuat larutan tawas 5 % yang akan
Diumpankan ke dalam Clarifier (CL – 01) dengan kecepatan
Total = 1,05 Kg/j

Type alat : Tangki silinder vertical

Over design : 20 %

Volume tangki = 17,258 m³

Ukuran tangki :

Diameter = 2,8 m

Tinggi = 2,8 m

8) Tangki Air Kapur (TU – 02)

Fungsi : Melarutkan dan membuat larutan kapur 5 % yang akan
Diumpankan ke dalam Clarifier (CL – 01) dengan kecepatan
Total = 1,82 Kg/j

Type alat : Tangki silinder Vertical

Over design : 20 %

Volume tangki = 29,746 m³

Ukuran tangki :

Diameter = 3,4 m

Tinggi = 3,4 m

9) Tangki Poly Elektrolit (TU – 03)

Fungsi : Melarutkan dan membuat larutan Poly elektrolit 5 % sebagai Umpan Clarifier (CL – 01) dengan kecepatan total sebesar 0,006 Kg/j

Type Alat : Tangki silinder vertical

Over design : 20 %

Volume tangki = 0,301 m³

Ukuran tangki :

Diameter = 0,7 m

Tinggi = 0,7 m

10) Tangki Air Rumah Tangga dan Kantor (TU – 04)

Fungsi : Menampung air kebutuhan rumah tangga dan kantor dari bak Air bersih (BU – 03) dengan waktu tinggal = 24 jam

Type Alat : Tangki silinder vertical

Over design : 20 %

Volume tangki = 258,683 m³

Ukuran tangki :

Diameter = 6,9 m

Tinggi = 6,9 m

11) Demineralisasi

Fungsi : Menghilangkan kesadahan air dengan menyerap ion-ion yang
Masih terdapat dalam air dengan H_2SO_4 (*kation exchanger*)
Dan $NaOH$ (*anion exchanger*)

Jumlah air yang dibutuhkan = air proses + air make up steam

$$= 74,041 \text{ Kg/j}$$

$$= 0,074 \text{ m}^3/\text{j}$$

a) *Kation Exchanger (KE - 01)*

Fungsi : Mengikat ion-ion positif yang ada dalam air lunak

Type alat : Silinder tegak yang berisi tumpukan butir-butir resin
pengikat ion.

Resin : Jenis C - 300 dengan notasi RH_2

Kebutuhan H_2SO_4 untuk regenerasi :

Kesadahan terikat resin = $65 \text{ ppm} \cdot Q$

$$= 0,485 \text{ Kg/j}$$

H_2SO_4 yang diperlukan = $3767,94 \text{ Kg/th}$

Debit air : $0,326 \text{ gpm}$

Kecepatan air, diambil $2 \text{ gpm} / \text{ft}^2$

Luas penampang = $0,163 \text{ ft}^2$

Ukuran :

Diameter = $0,14 \text{ m}$

Tinggi = $2,723 \text{ m}$

b) Anion Exchanger (AE – 01)

Fungsi : Mengikat ion-ion negatif yang ada dalam air lunak

Type alat : Silinder tegak yang berisi tumpukan butir-butir resin penukar ion.

Resin : Jenis C – 500P dengan notasi R(OH)₂

Kebutuhan NaOH untuk regenerasi :

$$\text{Kesadahan terikat resin} = 65 \text{ ppm} \cdot Q$$

$$= 0,485 \text{ Kg/j}$$

$$\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ yang diperlukan} = 3075,87 \text{ Kg/th}$$

$$\text{Debit air} : 0,326 \text{ gpm}$$

$$\text{Kecepatan air, diambil} 2 \text{ gpm} / \text{ft}^2$$

$$\text{Luas penampang} = 0,163 \text{ ft}^2$$

Ukuran :

$$\text{Diameter} = 0,14 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi} = 2,723 \text{ m}$$

12) Deaerator (D – 01)

Fungsi : Melepaskan gas-gas yang terlarut dalam air seperti O₂, CO₂, dll

Type Alat : Silinder tegak yang berisi bahan isian, dimana air disemprotkan dari atas dan udara panas yang dialirkan dari bawah secara *countercurrent*.

Luas penampang = 8,215 ft²

Kecepatan volume udara = 71878,414 cuft/j

Volume bahan isian = 179,696 ft³

Ukuran :

Diameter = 0,986 m

Tinggi = 6,667 m

13) Cooling Tower (CT - 01)

Fungsi : Mendinginkan kembali air pendingin yang telah dipergunakan
untuk disirkulasi kembali

Type Alat : Deck tower

Jumlah air yang dibutuhkan = 73945,570313 Kg/j

Suhu air panas = 122 °F

Suhu air dingin = 65 °F

Jumlah air yang disirkulasi = 325,608 gpm

Wet bulb temperatur = 21 °F

Luas area cooling tower = 134,074 ft²

14) Pompa (PU - 01)

Fungsi : Mengalirkan air dari sungai menuju Bak Pengendap
Awal (BU-01) dengan kecepatan = 12267,8125 Kg/j

Type Alat : Pompa sentrifugal
Debit (Q) : 0,0034108 m³/dtk
Kapasitas : 54,014 gpm
Ukuran Pipa :
- Diameter Luar (OD) : 2,88 in
- Diameter Dalam (ID): 2,469 in
- Luas Penampang : 4,79 in
Putaran Pompa : 2900 rpm
Total Head (H) : 21,51 m
Daya Pompa (BHP) : 1,481 Hp
Dipakai pompa sentrifugal 3 Hp

14) Pompa (PU – 02)

Fungsi : Mengalirkan air dari Bak Penampung Awal (BU-02)
menuju Tangki Flokulasi (TF-01) dengan kecepatan
12267,813 Kg/j

Type Alat : Pompa sentrifugal
Debit (Q) : 0,003408 m³/dtk
Kapasitas : 54,014 gpm
Ukuran Pipa :
- Diameter Luar (OD) : 2,88 in
- Diameter Dalam (ID): 2,469 in

- Luas Penampang : 4,79 in

Putaran Pompa : 2900 rpm

Total Head (H) : 23,54 m

Daya Pompa (BHP) : 1,621 Hp

Dipakai pompa sentrifugal 3 Hp

15) Pompa (PU – 03)

Fungsi : Mengalirkan air dari Tangki Flokulator (TF-01) menuju
Clarifier (CL-01) dengan kecepatan = 12267,813 Kg/j

Type Alat : Pompa sentrifugal

Debit (Q) : 0,003408 m³/dtk

Kapasitas : 54,014 gpm

Ukuran Pipa :

- Diameter Luar (OD) : 2,88 in

- Diameter Dalam (ID) : 2,469 in

- Luas Penampang : 4,79 in

Putaran Pompa : 2900 rpm

Total Head (H) : 10,84 m

Daya Pompa (BHP) : 0,747 Hp

Dipakai pompa sentrifugal 1,5 Hp

16) Pompa (PU – 04)

Fungsi : Mengalirkan air dari Bak Penampung Air Bersih (BU-03) menuju proses Demineralisasi dan kebutuhan kantor dan rumah tangga dan air pendingin dengan kecepatan 11968,598 Kg/j

Type Alat : Pompa sentrifugal
Debit (Q) : 0,003325 m³/dtk
Kapasitas : 52,696 gpm
Ukuran Pipa :
- Diameter Luar (OD) : 2,88 in
- Diameter Dalam (ID): 2,469 in
- Luas Penampang : 4,79 in
Putaran Pompa : 2900 rpm
Total Head (H) : 10,8 m
Daya Pompa (BHP): 0,726 Hp
Dipakai pompa sentrifugal 1,5 Hp

17) Pompa (PU – 05)

Fungsi : Mengalirkan air dari Bak Cooling Tower (CT) menuju sistem pendinginan proses dengan kecepatan 73945,5703 Kg/j

Type Alat : Pompa sentrifugal

Debit (Q) : 0,02054 m³/dtk
Kapasitas : 325,572 gpm
Ukuran Pipa :
- Diameter Luar (OD) : 4,5 in
- Diameter Dalam (ID): 4,026 in
- Luas Penampang : 12,7 in

Putaran Pompa : 2900 rpm

Total Head (H) : 17,05 m

Daya Pompa (BHP) : 7,074 Hp

Dipakai pompa sentrifugal 10 Hp

18) Pompa (PU-06)

Fungsi : Mengalirkan air dari alat proses menuju Cooling Tower
(CT) dengan kecepatan 73945,57 Kg/j

Type Alat : Pompa sentrifugal

Debit (Q) : 0,02054 m³/dtk

Kapasitas : 325,572 gpm

Ukuran Pipa :
- Diameter Luar (OD) : 4,5 in
- Diameter Dalam (ID): 4,026 in
- Luas Penampang : 12,7 in

Putaran Pompa : 2900 rpm

Total Head (H) : 17,05 m

Daya Pompa (BHP) : 7,074 Hp

Dipakai pompa sentrifugal 10 Hp

19) Pompa (PU – 07)

Fungsi : Mengalirkan air dari Kation Exchanger (KE-01) menuju
Anion Exchanger (AE-01) dengan kecepatan 74,041

Kg/j

Type Alat : Pompa sentrifugal

Debit (Q) : 0,000021 m³/dtk

Kapasitas : 0,326 gpm

Ukuran Pipa :

- Diameter Luar (OD) : 0,84 in

- Diameter Dalam (ID): 0,622 in

- Luas Penampang : 0,304 in

Putaran Pompa : 2900 rpm

Total Head (H) : 5,01 m

Daya Pompa (BHP) : 0,002 Hp

Dipakai pompa sentrifugal 0,5 Hp

- 20) Pompa (PU – 08)
- Fungsi : Mengalirkan air dari Anion Exchanger (AE-01) menuju Deaerator (D-01) dengan kecepatan = 74,041 Kg/j
- Type Alat : Pompa sentrifugal
- Debit (Q) : 0,000021 m³/dtk
- Kapasitas : 0,326 gpm
- Ukuran Pipa :
- Diameter Luar (OD) : 0,84 in
 - Diameter Dalam (ID): 0,622 in
 - Luas Penampang : 0,304 in
- Putaran Pompa : 2900 rpm
- Total Head (H) : 5,01 m
- Daya Pompa (BHP) : 0,002 Hp
- Dipakai pompa sentrifugal 0,5 Hp
- 21) Pompa (PU – 09)
- Fungsi : Mengalirkan air dari Deaerator (D-01) menuju Boiler (BLU-06) dengan kecepatan = 740,407 Kg/j
- Type Alat : Pompa sentrifugal
- Debit (Q) : 0,000206 m³/dtk
- Kapasitas : 3,26 gpm
- Ukuran Pipa :

- Diameter Luar (OD) : 0,84 in
- Diameter Dalam (ID): 0,622 in
- Luas Penampang : 0,304 in

Putaran Pompa : 2900 rpm

Total Head (H) : 38,78 m

Daya Pompa (BHP) : 0,161 Hp

Dipakai pompa sentrifugal 0,5 Hp

22) Tangki Umpan Boiler

Fungsi : Menampung air umpan Boiler sebagai air pembuat steam di dalam Boiler dengan waktu tinggal 24 jam

Ke dalam tangki ini ditambahkan bahan-bahan yang dapat mencegah terjadinya korosi dan kerak pada Boiler yaitu :

a. Hidrazin (N_2H_4)

Fungsi : Untuk menghilangkan sisa-sisa gas yang terlarut terutama oksigen sehingga tidak terjadi korosi pada Boiler.

Kadar : 5 ppm

Kebutuhan Hidrazin : 2,932 Kg/th

b. NaH_2PO_4

Fungsi : Untuk mencegah timbulnya kerak di Boiler dengan kadar 12-17 ppm

Kebutuhan : 8,79604 Kg/j

Type Alat : Tangki Silinder Vertikal

Volume cairan : 17,734305 m³

Over design : 20 %

Volume tangki : 21,281 m³

Diameter : 3,004 m

23) Boiler

Fungsi : Membangkitkan steam jenuh tekanan 52 psia pada suhu 284 °F
sebanyak 740,407 Kg/j.

Alat : Ketel uap jenis Water Tube Boiler dengan bahan bakar fuel oil.

Panas yang dibutuhkan untuk membangkitkan steam :

Beban panas boiler = 322521,406 Btu /j

Diperkirakan efisiensi pembakaran = 70 %

Panas yang harus dibutuhkan dari bahan bakar = 2627176,5 Btu/j

Kebutuhan bahan bakar Fuel Oil dengan Heating Value = 131000 Btu/gal

Kebutuhan bahan bakar = 75,91 lt/jam

Kebutuhan udara = 1255 Kg/j

BAB 1V

PERANCANGAN PABRIK

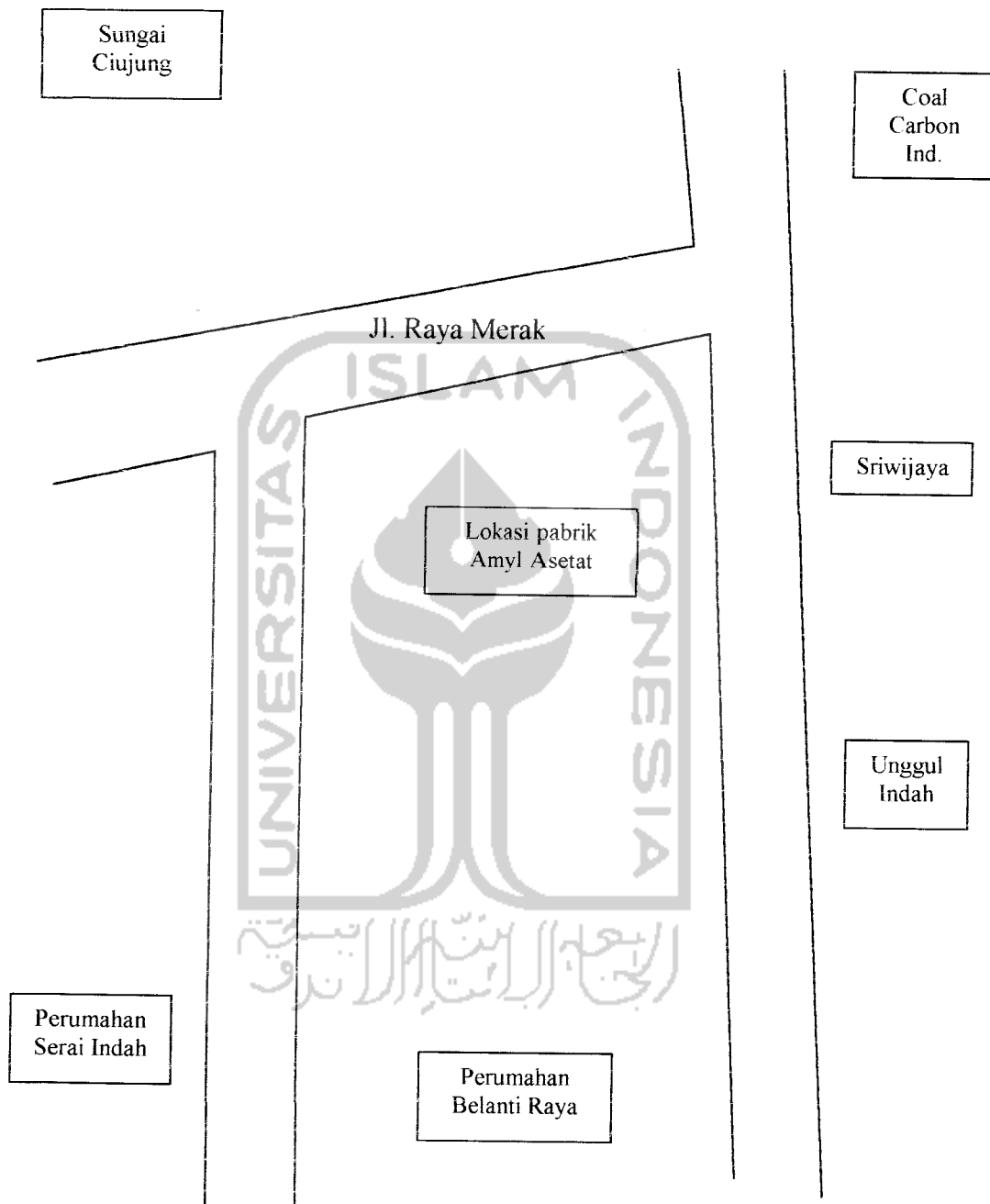
Untuk menghasilkan kualitas produk amyl asetat 99 % sesuai target, maka perlu diperhatikan masalah tata letak pabrik, tata ruang pabrik dan utilitas, karena faktor-faktor tersebut sangat mempengaruhi tingkat efisiensi biaya produksi yang akan dikeluarkan.

4.1. Tata Letak Pabrik

Lokasi suatu pabrik dapat mempengaruhi kedudukan pabrik dalam persaingan maupun penentuan kelangsungan hidupnya. Idealnya lokasi yang dipilih harus dapat memberikan kemungkinan memperluas atau memperbesar pabrik dan memberi keuntungan secara ekonomis maupun teknis untuk jangka panjang.

Pabrik Amyl Asetat dengan kapasitas 20.000 ton/tahun ini direncanakan akan didirikan di Jalan Raya Merak km 20, Cilegon, Banten. Kota Cilegon merupakan salah satu kota dengan banyak kegiatan baik itu di bidang perindustrian, ekonomi, pendidikan maupun pariwisata.

Berikut gambar lokasi pabrik amyl asetat.



Gambar. 4.1. Lokasi Pabrik Amyl Asetat

Pemilihan kawasan pabrik amyl asetat dari amyl alkohol dan asam asetat kapasitas produksi 20.000 ton/tahun ini didasarkan atas beberapa pertimbangan yaitu :

1. Penyediaan bahan baku

Bahan baku Amyl Alkohol dapat diimpor dari Kanada atau Jepang melalui Pelabuhan Merak atau Tanjung Priok sedangkan Asam Asetat diperoleh dari PT. Kumenindo Krida Nusa, Indramayu.

2. Pemasaran

Merak saat ini merupakan kawasan industri dan terletak di dekat kota-kota besar pulau Jawa, Sumatera dan Kalimantan sehingga daerah pemasarannya cukup baik.

3. Tenaga Kerja

Sebagian besar tenaga kerja yang dibutuhkan adalah tenaga kerja yang berpendidikan kejuruan atau menengah. Untuk mencukupinya dapat diperoleh dari kota sekitar lokasi pabrik.

4. Transportasi

Pengangkutan bahan baku dan produk mudah karena lokasi pabrik cukup dekat dengan pelabuhan Merak dan Tanjung Priok serta transportasi darat yang baik.

5. Sumber air

Untuk daerah Merak, dengan sumber air sungai Ciujung.

4.2. Tata Ruang Pabrik

Tata ruang pabrik merupakan tempat kedudukan dari bagian-bagian pabrik. Meliputi tempat bekerja karyawan, tempat kerja peralatan dan tempat penimbunan bahan baku ditinjau dari segi hubungan antara satu dengan yang lainnya. Dalam penentuan tata ruang pabrik yang penting adalah penempatan alat-alat produksi sedemikian rupa sehingga dalam proses produksi dapat memberikan kepuasan serta keselamatan kerja kepada segenap karyawan.

Selain alat-alat yang tercantum dalam *flow sheet process*, beberapa bangunan fisik lainnya seperti : kantor, gudang, laboratorium, bengkel dan lain-lainnya harus terletak pada bagian yang seefisien mungkin, terutama ditinjau dari lalu lintas, barang, kontrol, keamanan dan ekonomi.

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam perencanaan tata ruang pabrik adalah :

- 1) Perluasan pabrik dan kemungkinan penambahan bangunan di masa yang akan datang. Ekspansi pabrik harus sudah termasuk dalam perhitungan awal sebelum kebutuhan tempat menjadi masalah besar dikemudian hari. Sejumlah areal khusus sudah harus disiapkan untuk dipakai sebagai perluasan pabrik bila dimungkinkan pabrik menambah peralatannya untuk mengolah bahan bakunya sendiri.
- 2) Keamanan terhadap bahaya kebakaran, ledakan asap atau gas beracun. Faktor yang terberat dalam menentukan tata ruang pabrik adalah faktor keamanan. Meskipun telah dilengkapi dengan alat-alat pengaman tapi faktor-faktor pencegah harus tetap dilaksanakan.

3) Luas Areal yang tersedia.

Harga tanah menjadi faktor yang membatasi kemampuan penyediaan areal. Pemakaian tempat di dalam tata ruang pabrik harus disesuaikan dengan areal yang tersedia. Bila harga tanah sedemikian tingginya, kadang-kadang diperlukan efisiensi yang tinggi terhadap peralatan lainnya atau lantai ruangan diatur sedemikian rupa sehingga akan menghemat tempat.

4) Bangunan yang ada harus memenuhi standar sehingga bangunan pabrik, baik dalam arti kekuatan fisik maupun perlengkapan yang harus menyertainya, misalnya : ventilasi dan juga pendingin udara jika diperlukan.

5) Penempatan instalasi dan utilitas

Distribusi gas, udara, air dan listrik memerlukan instalasi pada setiap pabrik. Keteraturan penempatan instalasi akan membantu kemudahan kerja dan *maintenance*.

6) Jaringan jalan raya

Untuk pengangkutan bahan, sarana jalan raya seringkali diperlukan. Penempatannya tidak boleh mengganggu proses atau kelancaran dari tempat yang dilaluinya.

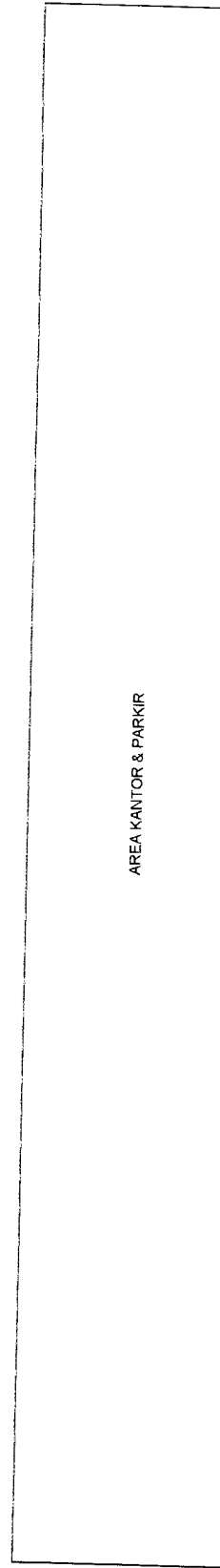
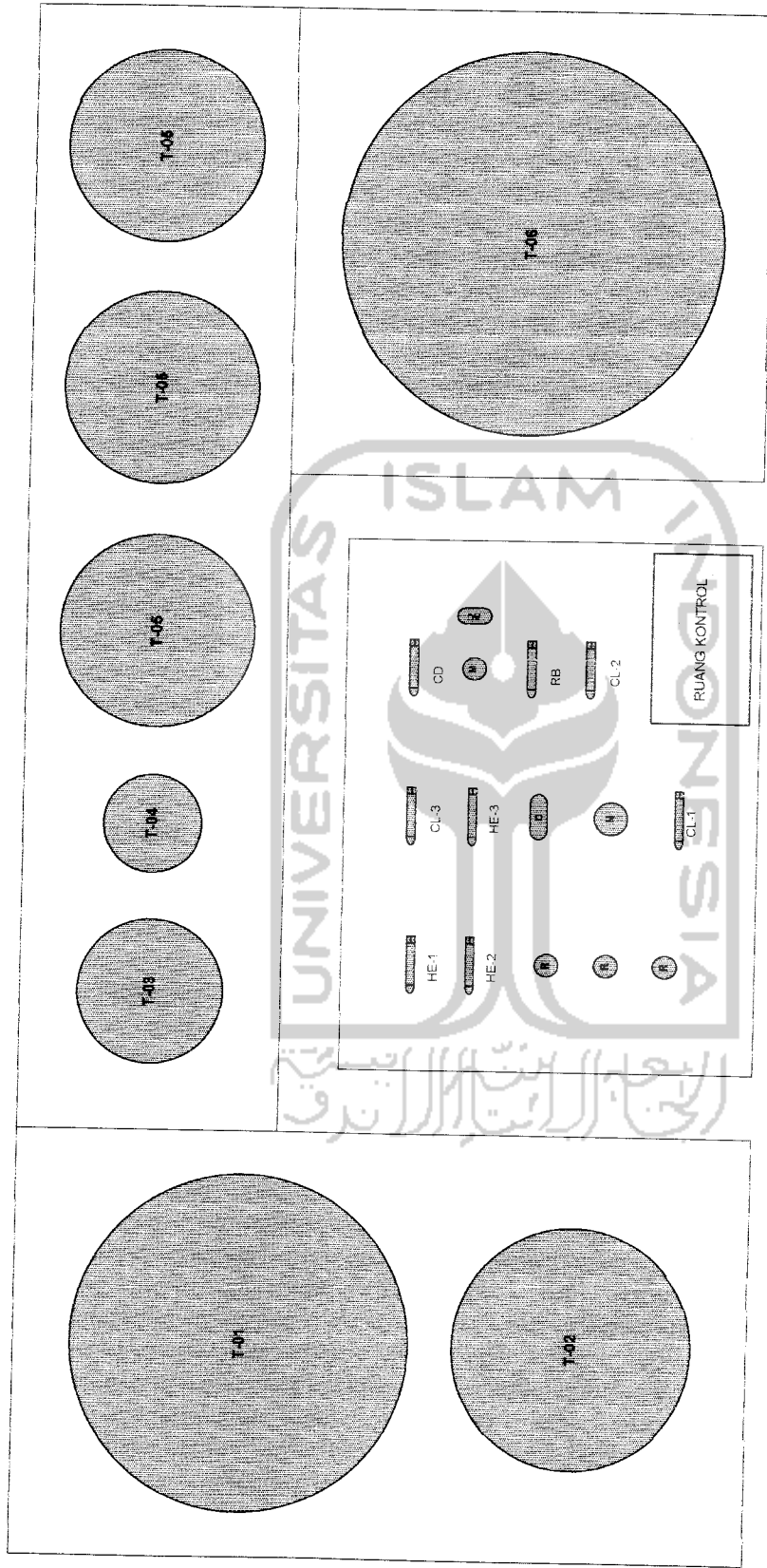
Tujuan pembuatan tata ruang pabrik :

- ◆ Mengadakan integrasi terhadap semua faktor yang mempengaruhi semua orang.
- ◆ Mengalirkan kerja dalam pabrik sesuai dengan jalannya diagram alir proses.
- ◆ Mengerjakan perpindahan bahan sedikit mungkin.

- ◆ Seluruh ruangan dapat dipergunakan secara efektif.
- ◆ Menjamin keselamatan dan kepuasan karyawan.
- ◆ Mengadakan pengaturan alat-alat produksi yang fleksibel supaya dikemudian hari dapat diperbaiki.

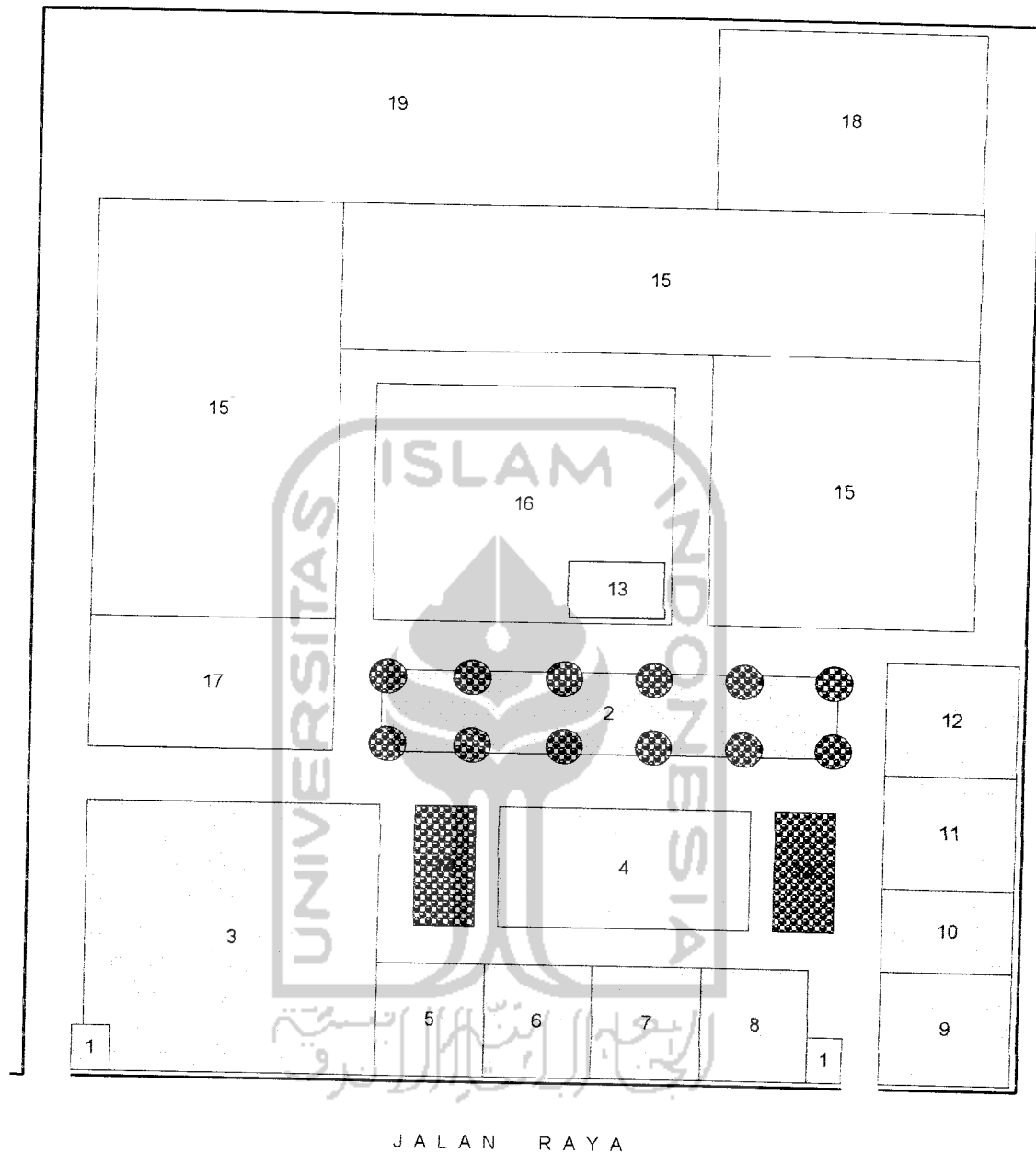
Berikut gambar tata letak alat proses dan tata letak pabrik amyl asetat.





SKALA 1 : 280

Gambar 4.2. Tata Letak Alat Proses Pabrik Amyl Asetat



Gambar 4.3. Tata Letak Pabrik Amyl Asetat

Keterangan :

- 1. Pos Jaga
- 2. Area Parkir
- 3. Kantor
- 4. Gedung Serbaguna

- 5. Perpustakaan
- 6. Tempat Ibadah
- 7. Kantin & Koperasi Kary.
- 8. Poliklinik
- 9. Laboratorium

- 10. Gudang
- 11. Bengkel
- 12. Pemadam Kebakaran
- 13. Ruang Kontrol
- 14. Taman / Pepohonan

- 15. Area Tangki
- 16. Area Proses Produksi
- 17. Area Utilitas
- 18. Area Pengolahan Limbah
- 19. Area Perluasan Pabrik

4.3. *Maintenance*

Maintenance berguna untuk menjaga sarana atau fasilitas peralatan pabrik dengan cara pemeliharaan dan perbaikan mesin agar produksi dapat berjalan dengan lancar dan produktivitas menjadi lebih tinggi sehingga akan tercapai target produksi yang diharapkan.

Perawatan *preventif* dilakukan setiap hari untuk menjaga dari kerusakan mesin dan kebersihan lingkungan mesin. Sedangkan perawatan periodik dilakukan secara terjadwal sesuai dengan buku petunjuk yang ada. Penjadwalan tersebut dibuat sedemikian rupa sehingga mesin-mesin mendapat perawatan khusus secara bergantian. Mesin-mesin beroperasi secara kontinyu dan akan berhenti jika terjadi kerusakan.

Perawatan mesin-mesin dilakukan dengan prosedur yang tepat. Hal ini dilihat dari penjadwalan yang dilakukan pada tiap-tiap mesin. Perawatan tiap-tiap mesin meliputi :

a) Over haul 1 x 1 tahun

Merupakan perbaikan dan pengecekan serta *leveling* mesin secara keseluruhan meliputi : pembongkaran mesin, pergantian bagian-bagian mesin yang sudah rusak, kemudian kondisi mesin dikembalikan mendekati kondisi baru.

b) Repairing

Merupakan kegiatan *maintenance* yang bersifat memperbaiki bagian-bagian mesin. Hal ini biasanya dilakukan setelah pemeriksaan.

Faktor-faktor yang mempengaruhi *maintenance* :

◆ Umur mesin

Jika umur mesin semakin tua maka banyak pula perawatan yang harus dilakukan sehingga bisa menyebabkan bertambahnya biaya perawatan.

◆ Bahan baku

Penggunaan bahan baku yang kurang berkualitas akan mengakibatkan perawatan mesin harus lebih baik.

◆ Perlengkapan mesin

Penggunaan peralatan tambahan pada mesin akan meringankan kerja mesin dalam proses produksi.

◆ Tenaga manusia

Pemanfaatan tenaga kerja terdidik, terlatih dan berpengalaman akan menghasilkan pekerjaan yang baik pula.

4.4. Utilitas

Unit utilitas merupakan unit pendukung dalam penyediaan Air, Uap, Listrik, dan Bahan Bakar, Dimana keberadaannya sangat penting dan harus ada. Unit Utilitas ini terdiri dari unit pengolahan air, pembuatan *steam*, penyediaan bahan bakar dan penyediaan kebutuhan listrik.

4.4.1. Unit Pengolahan Air

Untuk keperluan air yang diharapkan, maka terlebih dahulu harus dilakukan *treatment* pada sumber air melalui tahapan-tahapan sebagai berikut :

a) Screening

Yaitu penyaringan air dari sumber (air sungai) untuk mencegah terikutnya kotoran berukuran besar (sampah) masuk ke dalam unit pengolahan air.

b) Pengendapan secara fisis

Di dalam bak ini, kotoran-kotoran akan mengendap karena gaya beratnya sendiri. Waktu tinggal di dalam bak ini berkisar antara 4 – 8 jam. Dengan adanya pengendapan ini maka akan mengurangi kebutuhan bahan kimia yang diperlukan dalam pengolahan air.

c) Pengolahan secara kimia

Kotoran-kotoran halus atau lumpur yang masih terbawa dari bak pengendap, diendapkan lagi dalam bak ini, dengan penambahan bahan-bahan kimia seperti tawas dan kapur. Di dalam bak ini dilengkapi dengan pengaduk supaya diperoleh campuran yang sama dan pengadukannya berlangsung dengan cepat.

d) Filtrasi

Filtrasi berfungsi untuk menghilangkan partikel-partikel koloid yang masih tersisa. Filter yang dipakai adalah saringan pasir dengan alasan :

- Kecepatan filtrasi besar 1500 ml/j
- Effisiensi penghilangan bakteri dapat mencapai 90 – 99 %

Kebutuhan air dibagi atas :

1) Air Pendingin

Air pendingin setelah dipakai di peralatan akan mengalami kenaikan suhu. Untuk menghemat pemakaian air pendingin maka sistem air pendingin dilakukan

dalam suatu sistim sirkulasi dengan menurunkan suhunya di *cooling tower*. Air pendingin dikumpulkan dalam suatu bak penampung lalu dipompakan ke *cooling tower*. *Cooling tower* adalah suatu menara yang terdiri dari kerangka kayu. Air yang akan diturunkan suhunya dipercikkan dengan udara yang ditiup *fan*. Kontak udara dengan air akan menguapkan sebagian dari air tersebut, sehingga suhu akan turun kembali dan siap untuk didinginkan sebagai pendingin kembali. Udara luar dihisap dengan *fan*, sehingga terjadi kekosongan di dalam rancangan menara tersebut yang bisa langsung di isi dengan udara pengganti dengan sendirinya. Karena udara masuk dengan kontinyu maka kontak udara dengan air dapat berlangsung dengan baik.

2) Air proses

Air proses ini digunakan untuk keperluan proses pengenceran di tangki-tangki pencampur dan pencucian di masing-masing filter.

3) Air umpan boiler

Air umpan boiler selain harus dihilangkan kesadahanannya, juga harus memenuhi syarat batas kadar total solid, total alkalinity dan total suspended solidnya. Batas air boiler menurut ABMA (*American Boiler Manufacture Association Standart*) untuk boiler dengan tekanan operasi 0 – 300 psig adalah :

- Total solid : 3.500 ppm
- Total alkalinity : 700 ppm
- Suspended : 300 ppm

Untuk mencapai batas tersebut, air umpan boiler harus mengalami *external* dan *internal treatment*.

- ◆ *External treatment* yaitu *treatment* terhadap air sebelum masuk unit pembangkit uap, yaitu proses penyediaan air denin.
- ◆ *Internal treatment* dilakukan pada unit pembangkit uap (boiler) yang meliputi pencegahan terjadinya kerak, korosi serta *foaming*. Adanya sadah di dalam air akan menghalangi terjadi perpindahan panas di dalam boiler, sehingga menyebabkan terjadinya proses pembentukan uap.

4) Air Sanitasi

Untuk memenuhi persyaratan sebagai air minum maka setelah filtrasi dilakukan disinfeksi, disinfeksi diperlukan untuk mematikan bakteri-bakteri yang ada di dalam air. Sebagai disinfeksi umumnya dipakai Chlor dalam berbagai bentuk, sebab harga chlor lebih murah dan penanganannya mudah.

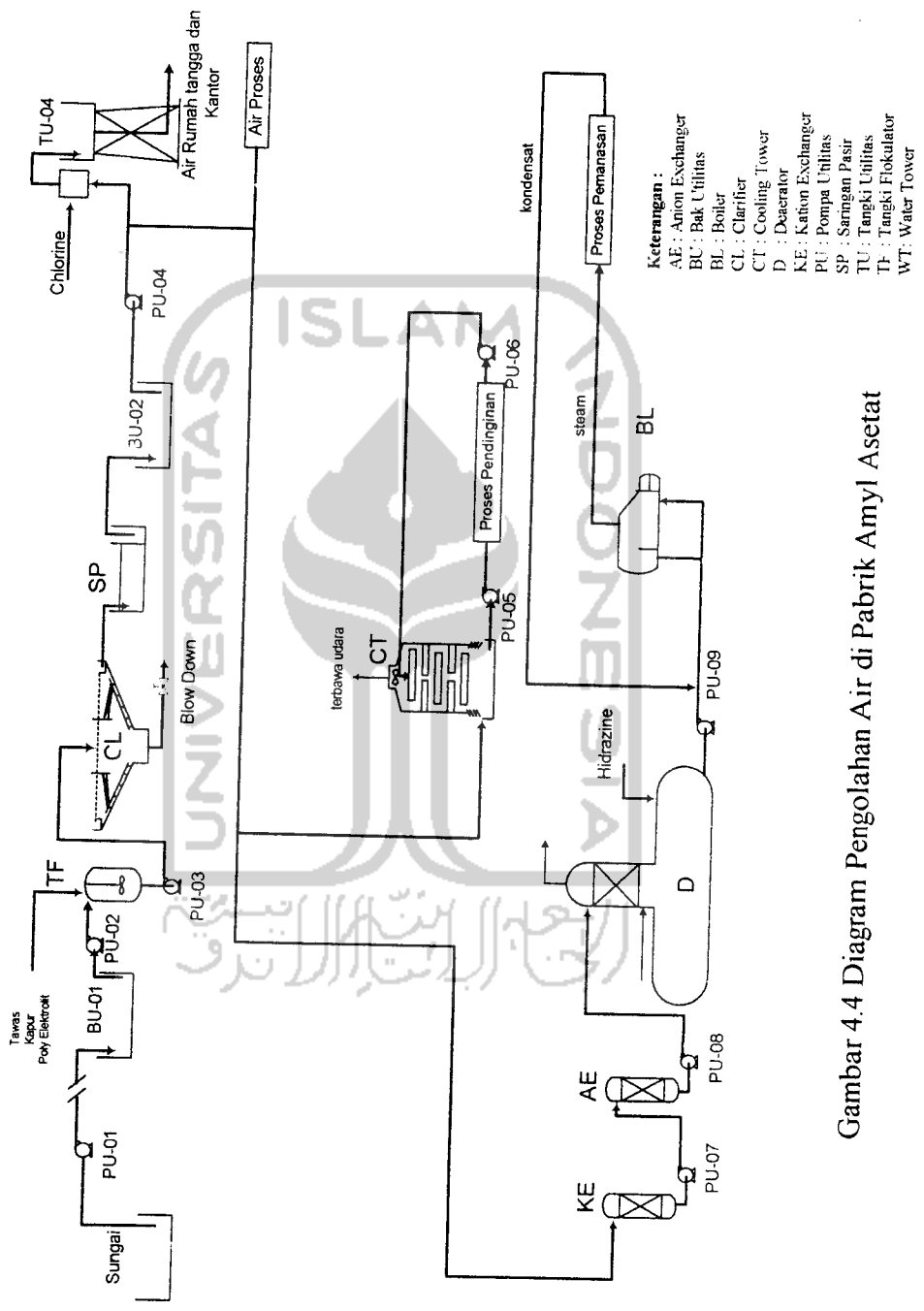
Pada umumnya disinfeksi akan efektif pada pH 7 atau sedikit di atasnya.

Chlor yang biasa digunakan ada dalam 3 bentuk, yaitu :

- a) Dalam bentuk *bleaching powder* untuk keperluan dalam jumlah kecil.
- b) Dalam bentuk chlor cair atau larutan sodium hypochlorit, untuk keperluan dalam jumlah sedang.
- c) Dalam bentuk gas untuk keperluan besar.

Untuk pra rancangan ini digunakan chlor dalam bentuk *bleaching powder* karena air yang diperlukan sedikit, maka kebutuhan chlor juga sedikit.

Berikut gambar diagram pengolahan air pada pabrik amyl asetat.



Gambar 4.4 Diagram Pengolahan Air di Pabrik Amyl Asetat

4.4.2 Unit Kebutuhan Steam

Untuk menghasilkan uap air yang digunakan untuk proses pabrik adalah boiler/ketel uap.

Dalam pra rancangan ini dipakai boiler jenis water tube, karena mempunyai keuntungan antara lain :

- Pemasangan mudah
- Harganya lebih murah
- Tinggi permukaan air tidak memerlukan pengawasan seteliti mungkin.
- Memerlukan ruang dengan ketinggian rendah

4.4.3 Unit Kebutuhan Listrik

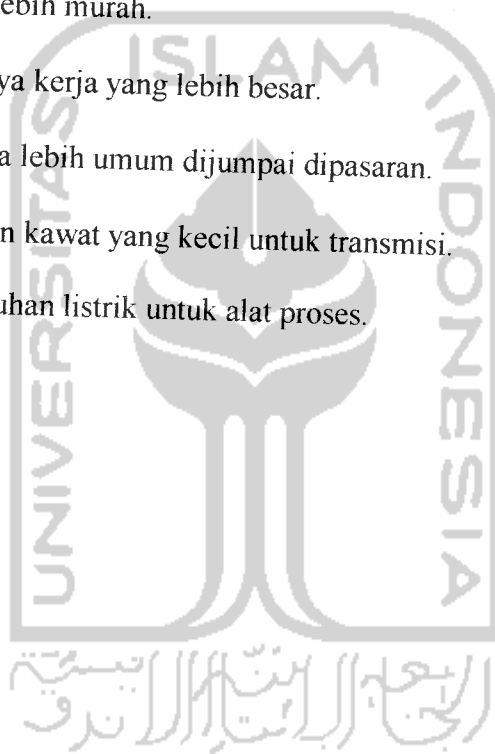
Di dalam suatu pabrik, listrik merupakan sumber daya utama. Tenaga listrik digunakan untuk menggerakkan pompa, pesawat proses instrumentasi, penerangan dan lain-lain. Untuk penyediaan tenaga listrik ada dua pilihan yaitu dibangkitkan sendiri atau dibeli dari luar (PLN). Keuntungan menggerakkan listrik dari PLN adalah biayanya lebih murah, sedangkan kerugiannya adalah kesinambungan penyediaan listrik kurang terjamin dan tegangannya tidak terlalu tetap. Sebaliknya jika listrik disediakan sendiri kesinambungan tegangannya dapat dijaga tetap, tetapi biaya untuk bahan bakar dan perawatan harus diperhitungkan.

Pemilihan yang terbaik yang diambil yaitu dengan penyediaan listrik utama dari generator dan untuk tambahan diambil dari PLN. Generator ini berfungsi untuk

menyediakan listrik bagi bahan-bahan yang tidak boleh berubah-ubah tegangannya. Generator yang digunakan adalah generator arus bolak-balik (AC) sistem 3 phase dengan pertimbangan sebagai berikut :

- ◆ Tegangan yang dihasilkan dapat diatur tinggi.
- ◆ Dapat menghasilkan tenaga yang cukup besar dan bekerja pada kecepatan tinggi.
- ◆ Perawatannya lebih murah.
- ◆ Mempunyai daya kerja yang lebih besar.
- ◆ Motor-motornya lebih umum dijumpai dipasaran.
- ◆ Dapat digunakan kawat yang kecil untuk transmisi.

Berikut tabel kebutuhan listrik untuk alat proses.



Tabel 4.1. Konsumsi tenaga listrik untuk alat proses

No.	Alat	Daya
1	Pompa (P - 01)	3,00 Hp
2	Pompa (P - 02)	7,50 Hp
3	Pompa (P - 03)	5,00 Hp
4	Pompa (P - 04)	3,00 Hp
5	Pompa (P - 05)	0,50 Hp
6	Pompa (P - 06)	0,50 Hp
7	Pompa (P - 07)	0,50 Hp
8	Pompa (P - 08)	0,50 Hp
9	Pompa (P - 09)	0,50 Hp
10	Pompa (P - 10)	0,50 Hp
11	Pompa (P - 11)	0,50 Hp
12	Pompa (P - 12)	0,50 Hp
13	Pompa (P - 13)	0,50 Hp
14	Pompa (P - 14)	0,50 Hp
15	Pompa (P - 15)	3,00 Hp
16	Pompa (P - 16)	0,50 Hp
17	Pompa (P - 17)	1,50 Hp
18	Pompa (P - 18)	1,50 Hp
19	Reaktor (R - 01)	0,50 Hp
20	Reaktor (R - 02)	0,50 Hp
21	Reaktor (R - 03)	0,50 Hp
22	Netralizer (N)	1,50 Hp
23	Pompa (PU - 01)	3,00 Hp
24	Pompa (PU - 02)	3,00 Hp
25	Pompa (PU - 03)	1,50 Hp
26	Pompa (PU - 04)	1,50 Hp
27	Pompa (PU - 05)	10,00 Hp
28	Pompa (PU - 06)	10,00 Hp
29	Pompa (PU - 07)	0,50 Hp
30	Pompa (PU - 08)	0,50 Hp
31	Pompa (PU - 09)	0,50 Hp
32	Fan Cooling Tower	5,00 Hp
	Jumlah	68,50 Hp

Kebutuhan Listrik utilitas dan keperluan lainnya = 100 Hp

Total kebutuhan listrik = 125,65 Kwatt

4.4.4 Unit Penyediaan Bahan Bakar

Bahan bakar yang digunakan adalah *fuel oil*. Kebutuhan bahan bakar ini dipenuhi dengan membeli dari Pertamina. Adapun spesifikasi bahan bakar yang digunakan adalah :

- ◆ Jenis bahan bakar : Fuel Oil
- ◆ Heating value : 131000 btu/gal
- ◆ Density fuel oil : 0,950 kg/lt
- ◆ Effisiensi bahan bakar : 70 %
- ◆ Spesifik gravity solar : 0,9 kg/lt
- ◆ API : 22 – 28 °API
- ◆ Effisiensi motor diesel : 80 %

4.5 Laboratorium

Laboratorium mempunyai peranan tersendiri di dalam suatu pabrik, selain indikator-indikator yang ada di panel analisa. Laboratorium adalah detektor lain yang langsung dapat mengenali ketidakberesan dan kelangsungan operasi pesawat dari analisa hasil produknya, terutama produk utama yang telah ditetapkan spesifikasi yang harus dipenuhi.

Analisa dilakukan dalam waktu yang teratur dan sedemikian rupa sehingga apabila terjadi penyimpangan bisa segera diketahui dan diambil langkah-langkah penanggulangan secara dini sebelum efeknya lebih meluas.

Selain sebagai alat kontrol bagi produk pada khususnya dan kelangsungan pabrik pada umumnya, laboratorium juga sebagai sarana pengembangan ide-ide dan penelitian terhadap kemungkinan penemuan baru dan peningkatan proses produksi pabrik, baik dari segi kualitas maupun kuantitas produk yang lebih bermutu serta mempunyai nilai keuntungan yang lebih baik. Adapun analisa yang dilakukan dapat bersifat :

a) Analisa rutin harian

Analisa ini dilakukan setiap hari pada produk amyl asetat. Sampel yang akan diteliti diambil 1 hari sekali dimana pada produk ini dilakukan pengujian untuk mengetahui kemurnian dan impuritesnya.

b) Analisa rutin mingguan

Analisa ini dilakukan rutin setiap seminggu sekali, hal ini dilakukan untuk menganalisa air yang dipakai di pabrik. Analisa dikelompokkan sebagai berikut :

- Air yang diabsorbsi
- Air untuk sistem pendingin

Analisa yang dilakukan yaitu mengenai keasaman, kebasahan, kesadahan, total bahan yang terlarut dan pengukuran pH.

c) Analisa tambahan

Analisa ini dilakukan untuk hal-hal yang bersifat tidak rutin, jadi hanya tergantung pada permintaan atau kondisi tertentu, seperti pada saat pembelian bahan baku.

4.6 Organisasi Perusahaan

4.6.1 Bentuk Perusahaan

Bentuk perusahaan yang dipilih adalah Perseroan Terbatas (PT). Dasar pertimbangan pemilihan bentuk ini adalah :

- a) Bentuk Perseroan Terbatas merupakan suatu badan hukum yang berdiri sendiri serta mempunyai kekayaan sendiri yang diperoleh dengan menjual saham-sahamnya.
- b) Bentuk Perseroan Terbatas sistem managemennya terdiri dari :
Team Dewan Komisaris yang dalam pelaksanaan operasinya dilakukan oleh seorang Direksi yang dipilih oleh team berdasarkan rapat umum pemilik saham.
- c) Tanggung jawab Direksi dapat dikontrol dengan adanya team Dewan Komisaris yang selalu melihat dan memantau perkembangan perusahaan.
 - Sistem pemodalannya lebih mudah didapatkan dibandingkan bentuk perusahaan lain.
 - Modal perusahaan didapatkan dengan cara penjualan saham-sahamnya dan bila perusahaan mengalami kerugian para pemilik saham hanya akan kehilangan saham yang telah ditanamkan tanpa mengganggu kekayaan pribadi pemilik saham.
 - Perseroan Terbatas merupakan perusahaan yang kekuasaan tertingginya dipegang oleh para pemilik saham sehingga perkembangan perusahaan selalu dapat diawasi dan dikontrol.

Ciri-ciri Perseroan Terbatas adalah :

- a) Perseroan Terbatas didirikan berdasarkan akta pendirian dari notaris berdasarkan Undang-Undang.
- b) Besarnya modal ditentukan dalam akta pendirian yang terdiri dari sahan-saham.
- c) Operasional perusahaan dilaksanakan oleh Direksi yang dipilih berdasarkan rapat umum pemilik saham.
- d) Pemilik terdiri dari pemegang saham.
- e) Kekuasaan tertinggi dipegang oleh pemilik saham.
- f) Pemilik personalia sepenuhnya dipegang dan diserahkan kepada Direksi dan dasar pertimbangan pada sistem hukum perubahan yang ada.

4.6.2 Struktur Organisasi

Salah satu faktor yang menunjang kemajuan perusahaan adalah organisasi yang diterapkan, karena berhubungan dengan kelancaran komunikasi yang terjadi pada akhirnya akan mempengaruhi kinerja perusahaan.

Manfaat adanya struktur organisasi antara lain :

- 1) Persoalan mengenai pembatasan tugas, tanggung jawab, wewenang, dan lain-lain lebih jelas.
- 2) Penempatan pegawai lebih tepat.
- 3) Penyusunan program pengembangan manajemen lebih terarah.
- 4) Turut menentukan pelatihan yang diperlukan untuk pejabat yang sudah ada.
- 5) Dapat mengatur kembali langkah kerja dan prosedur kerja yang berlaku bila terbukti kurang lancar.

Sistem organisasi yang dipilih yaitu sistem garis dan staf, karena garis kekuasaan lebih sederhana dan praktis. Menurut pembagian kerjanya, seorang karyawan hanya bertanggung jawab pada atasannya saja dan demi kelancaran produksi pimpinan dalam melaksanakan tugasnya dibantu oleh beberapa staf ahli yang terdiri atas orang-orang yang ahli dalam bidangnya.

Alasan pemilihan sistem garis dan staf adalah sebagai berikut :

- 1) Hanya ada satu pimpinan, dengan demikian tidak terjadi kesimpangsiuran dalam menjalankan tugas atau menerima perintah.
- 2) Kepala bagian merupakan staf ahli dalam bidangnya, hal ini membantu kelancaran dan kemajuan perusahaan.

4.6.2.1. Job Description

a) Pemegang Saham

Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi perusahaan tersebut. Kekuasaan tertinggi berada pada Rapat Umum Pemegang Saham, yang berwenang untuk :

- ◆ Mengangkat dan memberhentikan Dewan Komisaris
- ◆ Mengangkat dan memberhentikan Dewan Direksi
- ◆ Mengesahkan hasil-hasil usaha, neraca perhitungan laba rugi tahunan.

b) Dewan Komisaris

Dewan Komisaris diangkat pada Rapat Umum Pemegang Saham untuk waktu tertentu dan mempunyai tugas dan wewenang sebagai berikut :

- ◆ Menetapkan kebijaksanaan perusahaan sesuai dengan kebijaksanaan umum.
- ◆ Mengangkat dan memberitahukan serta melakukan pengawasan terhadap direksi.
- ◆ Menolak dan menyetujui rencana direksi.
- ◆ Mempertanggungjawabkan perusahaan kepada pemegang saham.

c) Dewan Direksi

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 Direktur Teknik dan Produksi serta Direktur Keuangan dan Umum.

Tugas Direktur Utama antara lain :

- ◆ Melakukan *policy* perusahaan dan mempertanggungjawabkan pekerjaannya pada pemegang saham pada rapat umum pemegang saham.
- ◆ Menjaga kestabilan manajemen perusahaan dan membuat kelangsungan hubungan yang baik antara pemilik saham, pimpinan dan karyawan.
- ◆ Mengangkat dan memberhentikan Kepala Bagian dengan persetujuan rapat umum pemegang saham.

- ◆ Mengkoordinasi kerja sama dengan Direktur Teknik dan Produksi serta Direktur Keuangan dan Umum.

d) Direktur Teknik dan Produksi

Tugas Direktur Teknik dan Produksi antara lain :

- ◆ Bertanggung jawab kepada Direktur Utama dalam bidang keuangan, pelayanan umum dan pemasaran.
- ◆ Mengkoordinasi, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala bagian yang menjadi bawahannya.

e) Kepala Bagian

Secara umum tugas kepala bagian adalah mengkoordinasi, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungannya sesuai dengan garis-garis yang diberikan oleh pimpinan perusahaan. Kepala Bagian dapat juga bertindak sebagai staf direktur bersama-sama dengan staf ahli. Kepala bagian ini bertanggung jawab kepada direktur masing-masing. Kepala bagian terdiri dari :

1) Kepala bagian Penelitian dan Pengembangan.

Bertanggung jawab kepada Direktur Teknik dan Produksi dengan membawahi :

- Seksi laboratorium

Seksi laboratorium bertugas mengawasi dan menganalisa mutu bahan baku, bahan pembantu dan produk, serta mengawasi hal-hal yang berhubungan dengan buangan pabrik.

- Seksi Pengendalian Lingkungan

- Seksi Pendidikan dan Pelatihan

Tugas dan wewenang bagian penelitian dan pengembangan :

- Mempertinggi mutu produk
- Memperbaiki proses dari pabrik, perencanaan alat dan pengembangan produksi
- Mengadakan penelitian pemasaran suatu produk ke suatu tempat
- Mempertinggi efisiensi kerja
- Meningkatkan keterampilan karyawan sesuai dengan bidangnya

2) Kepala Bagian Produksi.

Bertanggung jawab kepada Direktur teknik dan Produksi dalam bidang mutu dan kelancaran produksi. Kepala Bagian produksi membawahi :

- Seksi Proses

Tugas Seksi Proses adalah mengontrol jalannya proses pabrik dan produksi, serta menjalankan tindakan seperlunya pada peralatan produksi yang mengalami kerusakan sebelum diperbaiki oleh seksi yang berwenang.

- Seksi Utilitas

Tugas Seksi Utilitas adalah melaksanakan dan mengatur sarana utilitas untuk memenuhi kebutuhan air proses dan kebutuhan air lainnya.

- Seksi *Finishing*

Tugas Seksi *Finishing* adalah mengawasi dan mengendalikan produk akhir yang siap dipasarkan.

3) Kepala Bagian Teknik

Tugas Kepala Bagian Teknik meliputi :

- Bertanggung jawab kepada Direktur Teknik dan Produksi dalam bidang peralatan, proses dan utilitas.
- Mengkoordinasi kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya.

Kepala Bagian Teknik membawahi :

- Seksi Perawatan

Tugas Seksi Perawatan antara lain :

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

- Seksi Listrik dan Instrumentasi

Tugas Seksi Listrik dan Instrumentasi adalah mengontrol kondisi instrumen pengendalian pabrik, memperbaiki dan meningkatkan kemampuan instrumen.

4) Kepala Bagian Pemasaran

Bertanggung jawab kepada Direktur Teknik dan Produksi dalam bidang bahan baku dan pemasaran hasil produksi. Kepala Bagian Pemasaran membawahi :

- Seksi Pengadaan

Tugas Seksi Pengadaan adalah mencatat persediaan bahan baku, bahan pembantu, dan mengatur distribusi hasil produksi dari gudang konsumen.

- Seksi Pemasaran

Tugas Seksi Pemasaran adalah merencanakan strategi penjualan hasil produksi dan distribusi hasil produksi dari gudang.

5) Kepala Bagian Administrasi dan Keuangan

Kepala Bagian Administrasi dan Keuangan ini bertanggung jawab kepada Direktur Keuangan dan Umum dalam bidang anggaran, audit keuangan dan akuntan serta perbendaharaan. Kepala Bagian Keuangan membawahi :

- Seksi Administrasi

Tugas Seksi Administrasi adalah merencanakan anggaran perusahaan untuk periode tertentu dan memperbaiki kondisi keuangan dimasa depan.

- Seksi Keuangan

Tugas Seksi Keuangan adalah menghitung penggunaan uang perusahaan, mengamankan kondisi keuangan.

6) Kepala Bagian Umum

Kepala Bagian umum bertanggung jawab kepada Direktur Keuangan dan Umum dalam bidang personalia, hubungan masyarakat, keamanan, keselamatan kerja dan kesehatan.

- Seksi Personalia

Tugas seksi personalia antara lain :

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

- Seksi Keamanan

Tugas Seksi keamanan antara lain :

- Menjaga semua bangunan pabrik dan fasilitas perusahaan.
- Mengawasi keluar masuknya orang-orang, baik karyawan maupun bukan.
- Menjaga dan merahasiakan yang berhubungan dengan intern perusahaan.

- Seksi Keselamatan kerja

Tugas Seksi Keselamatan Kerja antara lain :

- Memimpin dan mengkoordinir kegiatan yang berhubungan dengan keselamatan kerja, baik bagi pekerja maupun bagi pengunjung.
- Memberikan aturan-aturan yang harus ditaati oleh seluruh orang yang terlibat dalam setiap pekerjaan di lingkungan pabrik maupun instalasi proses untuk menghindari resiko kecelakaan.
- Secara periodik melaksanakan *safety* orientasi bagi para pekerja, seperti tata cara penggunaan alat pelindung kepala.

- Seksi Kesehatan

Seksi kesehatan bertugas antara lain :

- Memperhatikan dan menjaga kesehatan karyawan berbentuk klinik dengan seorang dokter untuk mengantisipasi apabila terjadi kecelakaan pada waktu kegiatan pabrik berlangsung.
- Memberikan tes kesehatan bagi karyawan baru.

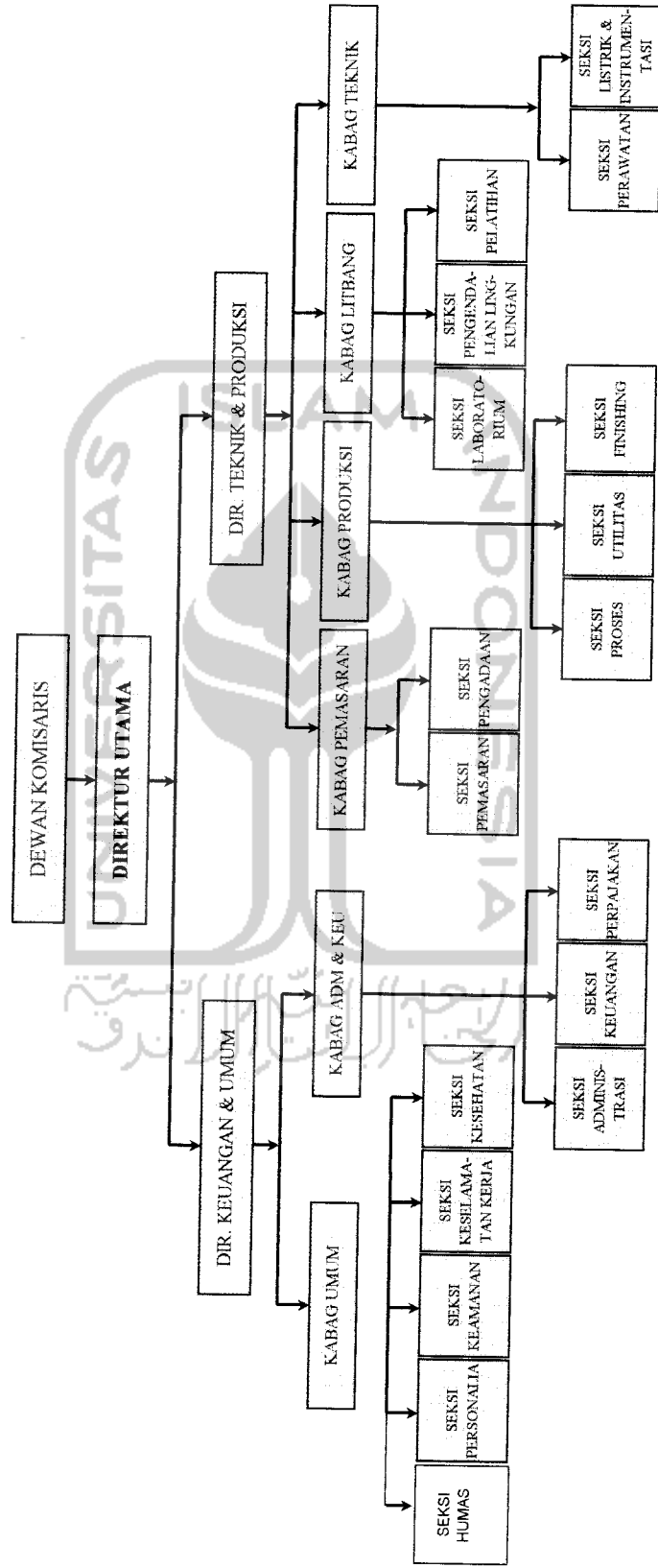
- Seksi Hubungan masyarakat

Seksi Hubungan masyarakat ini bertugas mengatur hubungan antara perusahaan dengan masyarakat diluar lingkungan perusahaan.

Berikut gambar struktur organisasi pabrik amyl asetat yang didirikan.



STRUKTUR ORGANISASI PERUSAHAAN



Gambar 4.5 Struktur Organisasi Pabrik Amyl Asetat

4.6.2.2 Sistem Kepegawaian

Pada Pabrik Amyl Asetat ini sistem gaji karyawan berbeda-beda tergantung pada status karyawan, kedudukan, tanggung jawab dan keahlian.

Pembagian karyawan pabrik ini dapat dibagi menjadi tiga golongan sebagai berikut :

1. Karyawan Tetap

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

2. Karyawan Harian

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

3. Karyawan Borongan

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

4.6.2.3 Sistem Kerja

Pabrik Amyl Asetat direncanakan beroperasi 330 hari dalam setahun dan 24 jam sehari. Sisa hari yang bukan hari libur digunakan untuk perbaikan atau perawatan dan *shut down*. Sedangkan pembagian jam kerja karyawan pada pabrik iso-butyl-aldehid ini terbagi menjadi dua yaitu :

a) Waktu Kerja Normal (non shift)

Karyawan yang termasuk ke dalam waktu kerja normal adalah Direktur, Staf Ahli, Kepala Bagian, Kepala Seksi serta Bagian Administrasi. Karyawan bekerja selama 6 hari dalam sepekan, sedangkan hari minggu dan hari besar libur.

- Hari Senin – Jum'at : pukul 08.00 – 15.00 WIB
- Hari Sabtu : pukul 08.00 – 12.00 WIB

b) Waktu Kerja Shift

Karyawan Shift adalah karyawan yang langsung menangani proses produksi atau mengatur bagian-bagian tertentu dari pabrik yang mempunyai hubungan dengan keamanan dan kelancaran produksi.

- Shift pagi : pukul 07.00 – 15.00 WIB
- Shift sore : pukul 15.00 – 23.00 WIB
- Shift malam : pukul 23.00 – 07.00 WIB

Karyawan shift ini dibagi menjadi 4 regu, yaitu 3 regu bekerja dan 1 regu libur. Setiap regu mendapat giliran 5 hari kerja dan libur secara bergantian.

Untuk hari libur atau hari besar yang telah ditetapkan pemerintah, maka regu yang masuk tetap masuk. Jadwal kerja masing-masing regu ditetapkan sebagai berikut :

Tabel 4.2. Jadwal Kerja masing-masing regu

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

Keterangan :

P = shift pagi

M = shift malam

S = shift siang

L = libur

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

4.6.2.4 Tingkat Pendidikan Karyawan

Dalam struktur organisasi sebuah pabrik masing-masing jabatan diisi orang-orang dengan spesifikasi pendidikan yang berbeda sesuai dengan jabatan dan tanggung jawabnya. Gaji karyawan ditentukan berdasarkan tingkat pendidikan dan golongan.

Tabel 4.3. Jumlah, pendidikan dan gaji per bulan karyawan

Jabatan	Pendidikan minimum	Gaji (Rupiah)	Jumlah
Dirut	S-1 T. Kimia, pengalaman Minimal 5 Tahun	16.000.000	1
Direktur	S-1 T. Kimia/Ekonomi, Pengalaman min. 3 Tahun	7.500.000	2
Kepala Bagian	S-1 T. Kimia/T. Mesin/ T. Elektro/Ekonomi, Pengalaman min. 2 Tahun	3.000.000	6
Ka. Seksi	S-1 T. Kimia/T. Mesin/ T. Elektro/Ekonomi	2.500.000	18
Staff	D-3 T. Kimia/T. Mesin/ T. Elektro/Ekonomi	1.500.000	35
Operator lapangan	STM Kimia/T. Mesin/ T. Elektro	900.000	162
Operator Administrasi	SMU	700.000	75

4.6.2.5 Kesejahteraan Karyawan

Untuk meningkatkan kesejahteraan karyawan, maka perusahaan memberikan jaminan sosial sebagai berikut :

1) Gaji dan tunjangan

- Gaji berupa gaji pokok yang diberikan berdasarkan golongan karyawan.
- Tunjangan jabatan yang diberikan kepada karyawan berdasarkan jabatannya.
- Gaji lembur yang diberikan kepada karyawan yang bekerja di luar jam kerja.

- Memberikan hak pensiun bila karyawan sudah habis masa kerjanya. Uang pensiun diberikan sekaligus pada saat permulaan pensiun.

2) Cuti

- Cuti sakit diberikan kepada karyawan yang menderita sakit berdasarkan surat keterangan dokter yang ditunjuk oleh perusahaan.
- Cuti tahunan diberikan kepada setiap karyawan.
- Cuti hamil bagi karyawan wanita yang akan melahirkan berhak mendapat cuti hamil selama 3 bulan, yakni : 1,5 bulan sebelum dan 1,5 bulan sesudah melahirkan. Selama cuti, gaji tetap dibayarkan dengan ketentuan kelahiran anak pertama, kedua dan seterusnya minimal 3 tahun.

3) Pengobatan

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

4) Kerohanian

- Mendirikan sebuah masjid yang berada di lingkungan pabrik serta melaksanakan sholat jum'at secara bersama bagi umat islam.

4.6.2.6 Kesehatan dan Keselamatan Kerja

Salah satu syarat yang harus dipenuhi oleh suatu badan usaha atau perusahaan adalah mengutamakan keselamatan kerja bagi para karyawannya, perubahan skala

kecepatan dan kedalamannya pengoperasian pabrik tersebut. Dengan sendirinya akan memperbesar resiko akan bahaya yang terkandung dalam industri. Dengan demikian upaya penanganan resiko sehubungan dengan bahaya industri haruslah dikendalikan sebaik mungkin.

Maka dari itu pelaksanaan pembinaan keselamatan kerja merupakan usaha yang mendasar dan sangat vital dalam usaha pencegahan kecelakaan kerja. Mengingat akibat yang dapat merugikan kelancaran kegiatan ekonomi, efisiensi dan lain-lain, serta daya tenaga kerja berupa penderitaan tenaga kerja itu sendiri (cacat, meninggal dunia dan sebagainya)

Atas dasar itulah, maka Pabrik Amyl Asetat dibentuk regu keselamatan kerja yang mempunyai tugas :

- ❖ Kontrol terhadap lingkungan yang membahayakan
- ❖ Kontrol terhadap tindakan yang membahayakan
- ❖ Menyebarkan pelaksanaan keselamatan kerja, seperti : penerbitan pemakaian alat pelindung diri, menyediakan fasilitas alat pelindung diri dan mengadakan pelatihan dan pemadam kebakaran
- ❖ Mengecek dan merawat mobil pemadam kebakaran
- ❖ Mengecek dan merawat alat pemadam api ringan
- ❖ Mencegah dan menolong terjadinya keselamatan kerja

Adapun penyebab terjadinya kecelakaan kerja :

a) Bengkel Kerja

Terdiri atas :

- Kebersihan / kerapian
 - Dinding bengkel
 - Ventilasi / cahaya
 - Bagian-bagian mesin yang dibongkar
 - Barang-barang bekas
 - Kabel, listrik
 - Pembagian ruangan (ruang las, ruang material)
- Alat-alat dan Perlengkapan
 - Kondisi tool / kunci
 - Alat-alat pengangkat
 - Mesin perkakas dan mesin bantu lainnya
- Alat-alat pengaman
 - Papan pengumuman / label pemberitahuan
 - Status mesin yang dikerjakan
 - Alat pemadam kebakaran
 - Larangan merokok, arus listrik
 - Gambar-gambar keselamatan kerja
 - Kotak PPPK
 - Kapasitas mesin (mesin pengangkat dan lain-lain)

b) Mesin

Terdiri atas :

- Bagian mesin yang bertekanan
- Bagian mesin yang bergerak
- Bagian mesin yang panas
- Lokasi mesin / bagian mesin yang sulit
- Kebersihan / kerapian sekitar mesin
- Kebisingan bunyi mesin

c) Manusia

Terdiri atas :

Pengenalan alat pengaman

- Jenis dan cara penggunaan
- Kondisi alat pengaman
- Tempat penyimpanan

Adapun sarana-sarana yang menunjang upaya keselamatan kerja yang dipakai adalah :

1) Pelindung kepala (*safety head*)

Pelindung kepala ini dibedakan berdasarkan warnanya, dimana tiap warna menunjukkan unit kerja. Pemakaiannya dengan klasifikasi sebagai berikut:

- Warna Kuning : Unit pemeliharaan
- Warna Hijau : Unit operasi
- Warna Biru : Untuk umum
- Warna Merah : Untuk PMK

- Warna Putih : Untuk kepala regu dan kepala seksi

2) Pelindung mata

Pelindung mata ini dikhususkan untuk para karyawan dan yang bekerja di bagian operasi, pemeliharaan mesin untuk mengelas dan utilitas.

3) Pelindung badan

Antara lain :

- Topi tahan panas untuk karyawan dibidang produksi dan pemeliharaan
- Jaket dan rompi kulit untuk karyawan yang bekerja bagian pelaksanaan
- Jaket karet untuk karyawan yang bekerja di bagian pengadaan listrik
- Jas hujan

4) Pelindung tangan

Antara lain :

- Sarung tangan karet untuk karyawan yang bekerja di bagian listrik atau Utilitas.
- Sarung tangan kulit untuk karyawan yang bekerja di bagian pengelasan dan bengkel mesin.
- Sarung tangan kain untuk karyawan yang bekerja di area proses produksi.

5) Pelindung kaki yaitu :

- Pelindung kaki karet untuk karyawan yang bekerja di bagian listrik.
- Pelindung kaki dengan alas berkarbon, untuk karyawan yang bekerja di bagian produksi.

6) Peredam suara, yaitu *ear muff* (dipakai di daerah yang terlalu bising)

- 7) Sabuk pengaman, yang digunakan untuk bagian konstruksi dan alat berat
- 8) Adanya PPPK ditiap-tiap seksi

Selain itu ada juga sarana-sarana keselamatan kerja, yang berupa :

- a) Mobil PMK yang berjumlah dua buah
- b) Alarm, jika ada kerusakan pada alat produksi

Usaha pencegahan kecelakaan kerja

Setelah diketahui sebab dan terjadinya kecelakaan, dapat ditentukan cara pencegahan kecelakaan kerja antara lain :

- Lingkungan fisik

Mesin peralatan kerja dan bahan-bahan produksi, meliputi :

- a) Letak mesin harus sedemikian rupa sehingga tenaga kerja dapat mengerjakan sesuatu dengan leluasa dan bebas bergerak.
- b) Perencanaan mesin dan peralatan dengan memperhatikan segi-segi keselamatannya.
- c) Pada tingkat pembelian peralatan harus diperhatikan mutu dan syarat keselamatan kerja dari barang-barang yang dibeli.
- d) Mesin atau peralatan yang rusak atau aus harus segera diperbaiki atau diganti.
- e) Alat pelindung mesin tidak boleh dibuka kalau rusak cepat diperbaiki atau diganti dan dipasang kembali.

- Lingkungan kerja, yaitu :

Pemeliharaan rumah tangga

- a) Ruangan kerja harus lebih bersih, lantai jangan licin dan harus dibersihkan sewaktu-waktu.
- b) Ruangan kerja harus cukup luas sehingga tenaga kerja dapat bergerak dengan leluasa.
- c) Cara menempatkan mesin harus sedemikian rupa, sehingga jarak dari satu mesin ke mesin yang lain cukup lebar.
- d) Ventilasi udara harus sedemikian rupa, sehingga ruang kerja mendapatkan pertukaran udara yang cukup baik, disamping itu kadar zat-zat yang berbahaya dapat dikurangi sampai pada batas yang aman.
- e) Halaman harus bersih.

- Penerangan

Penerangan yang tepat dan disesuaikan dengan pekerjaan akan membantu mengurangi terjadinya kesilauan maupun kelelahan mata yang mengakibatkan kecelakaan kerja. Penerangan sangat perlu bagi pencegahan kecelakaan di tempat-tempat dengan bahaya terantuk dan terjatuh.

BAB V

EVALUASI EKONOMI

Analisa Ekonomi dimaksudkan untuk mengetahui apakah pabrik layak atau tidak untuk didirikan. Untuk itu Pra rancangan pabrik amyl asetat ini evaluasi atau penilaian investasi yang ditinjau dengan metode :

- 1) *Return On Sales*
- 2) *Return On Instrument*
- 3) *Pay Out Time*
- 4) *Break Even Point*
- 5) *Shut Down Point*
- 6) *Discounted Cash Flow*

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

5.1 Penaksiran modal industri (*fixed capital investment*) :

5.1.1 Modal tetap (*Fixed Capital Investment*)

Fixed Capital Investment adalah investasi untuk mendirikan fasilitas produksi dan pembuatannya yaitu seluruh biaya instalasi proses, bangunan, *auxiliary service*, dan *engineering* yang terlibat dalam pendirian sebuah pabrik baru.

Adapun komponen-komponen dari *Fixed Capital Investment* adalah :

- 1) *Phisycal Plant Cost*

Terdiri atas :

- a) *Delivery Equipment Cost*
- b) *Equipment Instalation*
- c) *Instrumentation*
- d) *Insulation*
- e) *Electrical*
- f) *Building*
- g) *Land and Yard Inprovement*
- h) *Utilities*
- *Purchased Equipment Cost*

Adalah harga pembelian alat-alat proses dari tempat pembelian.

Harga alat pabrik dapat ditentukan berdasarkan harga pada tahun yang lalu dikalikan dengan Rasio Index Harga. Perkiraan harga ini sangat sering digunakan [1].

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

dimana : Ex = Harga alat pada tahun x

Ey = Harga alat pada tahun y

Nx = Index harga pada tahun x

Ny = Index harga pada tahun y

Apabila suatu alat dengan kapasitas tertentu ternyata tidak memotong kurva spesifikasi, maka harga alat dapat diperkirakan dengan persamaan [1]:

$$E_b = E_a \left[\frac{C_b}{C_a} \right]^{0.6}$$

Dimana : E_a = harga alat a

E_b = harga alat b

C_a = kapasitas alat a

C_b = kapasitas alat b

Harga index yang digunakan adalah :

- a) CE index 1954 = 86.1 (Aries & Newton)
- b) CE index 1993 = 359.2 (<http://www.che.com>)
- c) CE index 1999 = 390.6 (<http://www.che.com>)
- d) CE index 2000 = 391.1 (<http://www.che.com>)
- e) CE index 2005 = 414.627

- Dasar Perhitungan

Satu tahun operasi : 330 hari

1 US \$: Rp. 8500,-

Upah buruh asing : \$ 20/man hour

Upah buruh lokal : Rp 10.000/man hour

Perbandingan man per hour asing : 1,5 man hour lokal

Tabel 5.1 Daftar Harga Alat Proses

No.	Nama Alat	Jumlah Alat	Harga Alat US \$	Total Harga US \$
1.	Reaktor	3	25,041	75,124
2.	Netralizer	1	96,313	96,313
3.	Decanter	1	4,816	4,816
4.	Menara Distilasi	1	62,603	62,603
5.	Condenser	1	7,705	7,705
6.	Reboiler	1	15,410	15,410
7.	Heater (HE-01)	1	2,793	2,793
8.	Heater (HE-02)	1	1,926	1,926
9.	Heater (HE-03)	1	3,275	3,275
10.	Cooler (CO-01)	1	6,742	6,742
11.	Cooler (CO-02)	1	4,719	4,719
12.	Cooler (CO-03)	1	3,612	3,612
13.	Pompa (P-01)	2	2,841	5,682
14.	Pompa (P-02)	2	2,841	5,682
15.	Pompa (P-03)	2	2,841	5,682
16.	Pompa (P-04)	2	2,841	5,682
17.	Pompa (P-05)	2	1,011	2,023
18.	Pompa (P-06)	2	963	1,926
19.	Pompa (P-07)	2	963	1,926
20.	Pompa (P-08)	2	963	1,926
21.	Pompa (P-09)	2	1,156	2,312
22.	Pompa (P-10)	2	1,156	2,312
23.	Pompa (P-11)	2	1,156	2,312
24.	Pompa (P-12)	2	1,156	2,312
25.	Pompa (P-13)	2	963	1,926
26.	Pompa (P-14)	2	1,108	2,215
27.	Pompa (P-15)	2	963	1,926
28.	Pompa (P-16)	2	1,059	2,119
29.	Pompa (P-17)	2	2,841	5,682
30.	Pompa (P-18)	2	2,841	5,682
31.	Accumulator	1	2,504	2,504
32.	Tangki (T-01)	1	154,101	154,101
33.	Tangki (T-02)	1	105,944	105,944
34.	Tangki (T-03)	1	67,419	67,419
35.	Tangki (T-04)	1	20,226	20,226
36.	Tangki (T-05)	3	57,788	173,363
37.	Tangki (T-06)	1	202,257	202,257
	Jumlah			1,070,181

Tabel 5.2 Daftar Harga Alat Utilitas

No.	Nama Alat	Jumlah Alat	Harga Alat US \$	Total Harga US \$
1.	Pompa (PU-01)	2	1,300	2,600
2.	Pompa (PU-02)	2	1,300	2,600
3.	Pompa (PU-03)	2	1,300	2,600
4.	Pompa (PU-04)	2	1,300	2,600
5.	Pompa (PU-05)	2	5,297	10,594
6.	Pompa (PU-06)	2	5,297	10,594
7.	Pompa (PU-07)	2	1,108	2,215
8.	Pompa (PU-08)	2	1,108	2,215
9.	Pompa (PU-09)	2	1,204	2,408
10.	Boiler	1	57,788	57,788
11.	Kation Exchanger	2	2,475	4,950
12.	Anion Exchanger	2	2,971	5,943
13.	Deaerator	1	14,683	14,683
14.	Cooling Tower	1	38,525	38,525
15.	Clarifier	1	48,156	48,156
16.	Saringan Pasir	1	96,313	96,313
17.	Tangki Flokulator	1	57,788	57,788
18.	TU-01	1	21,670	21,670
19.	TU-02	1	26,486	26,486
20.	TU-03	1	2,109	2,109
21.	TU-04	1	42,378	42,378
22.	TU-05	1	38,525	38,525
23.	Generator	1	134,838	134,838
	Jumlah			628,581

Tabel 5.3 Physical Plant Cost (PPC)

NO	KOMPONEN	Rp	\$
1	Harga alat sampai di tempat	0	1,337,726
2	Instalasi	244.001.168	134,843
3	Pemipaan	282.126.368	544,187
4	Instrumentasi	22.875.110	130,027
5	Isolasi	38.125.184	34,781
6	Listrik	38.125.184	109,694
7	Bangunan	26.471.999.488	0
8	Tanah	6.000.000.000	0
9	Utilitas	593.964.544	1,421,223
	JUMLAH	33.668.472.832	3,712,479

2) *Direct Plant Cost (DPC)*

Tabel 5.4 Direct Plant Cost (DPC)

NO	KOMPONEN	Rp	\$
1	PPC	33.668.472.832	3,712,479
2	Engineer	6.733.694.464	742,496
	JUMLAH	40.402.165.760	4,454,975

3) *Fixed Capital Investment* (FCI)

Tabel 5.5 Fixed Capital Investment (FCI)

NO	KOMPONEN	Rp	\$
1	DPC	40.402.165.760	4,454,975
2	Contractor fee	2.020.108.288	222,749
3	Contingency	10.100.541.440	1,113,744
	JUMLAH	52.522.815.488	5,791,468

5.1.2 **Modal kerja (*working capital*)**

Working Capital Investment adalah investasi yang diperlukan untuk menjalankan usaha atau modal suatu pabrik dalam jangka waktu tertentu. Adapun komponen-komponen dari *working capital investment* adalah :

- 1) *Raw material inventory* (Bahan baku)
- 2) *In process inventory* (Bahan baku proses)
- 3) *Product inventory* (Produk)
- 4) *Extended credit* (Uang cadangan)
- 5) *Available cash* (Uang dalam bentuk cash)

Tabel 5.6 Daftar Raw Material Inventory

No.	Raw Material Inventory	Biaya per Tahun (Rp)	Biaya per Bulan (Rp)
1.	Amyl Alkohol	206.901.231.616	17.241.769.300
2.	Asam Asetat	102.053.797.888	8.504.483.150
3.	Asam Sulfat	26.807.494.656	2.233.957.888
4.	Natrium Hidroksida	4.377.473.100	364.789.425
	Total	340.139.442.176	28.344.952.832

Tabel 5.7 Daftar Harga Jual Produk dalam 1 Tahun

No.	Nama Produk	Jumlah Produk (ton/tahun)	Harga Produk (Rp)
1.	Amyl Asetat	20.000	498.505.908.224
	Jumlah		498.505.908.224

Tabel 5.8 Daftar Biaya Working Capital (WC)

No.	Nama Komponen	Waktu Produksi	Biaya Working Capital (Rp)
1.	Raw Material Inventory	1 bulan proses	28.344.952.832
2.	In Process Inventory	1,5 x MC per bulan	47.517.442.048
3.	Product Inventory	MC per bulan	31.678.294.016
4.	Extended Credit	MC per bulan	31.678.294.016
5.	Available Cash		
	Total		180.761.149.440

5.2 Penentuan Biaya Produksi Total (*Production Cost*)

5.2.1 Biaya Pembuatan (*Manufacturing Cost*)

Manufacturing Cost adalah jumlah *direct*, *indirect* dan *fixed manufacturing cost* yang berkaitan dengan produk.

Adapun komponen-komponen dari *Manufacturing Cost* adalah

1) *Direct Manufacturing Cost* (DMC)

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

Adapun komponennya meliputi :

- Raw Material (Bahan Baku)
- Labour (Upah)
- Supervision (Pengawas)
- Maintenance (Pemeliharaan)
- Plant Supplies (Kebutuhan pengoperasian alat)
- Royalties and patent (Pembayaran kepada pemilik teknologi)
- Utilities (Utilitas)

Tabel 5.9 Daftar Biaya Direct Manufacturing Cost (DMC)

No.	Nama Komponen	Prosentase biaya	Total Biaya (Rp)
1.	Raw material	-	340.139.442.176
2.	Gaji Karyawan	-	4.137.600.000
3.	Maintenance	2 % FCI	2.092.920.448
4.	Supervisi	10 % Gaji Kary.	413.760.000
5.	Plant Supplies	15 % Maintenance	313.938.080
6.	Royalties & Patent	1 % Sales	4.985.058.816
7.	Utilities	-	535.746.528
	Total Biaya DMC		352.618.479.616

2) *Indirect Manufacturing Cost (IMC)*

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

- *Pay roll overhead*
- *Laboratory*
- *Plant overhead*
- *Packaging and Shipping*

Tabel 5.10 Daftar Biaya Indirect Manufacturing Cost (IMC)

No.	Nama Komponen	Prosentase Biaya	Total Biaya (Rp)
1.	Payroll Overhead	20 % Gaji Kary.	827.520.000
2.	Laboratorium	20 % Gaji kary.	827.520.000
3.	Pack dan Ship	1 % Sales	4.985.085.816
4.	Plant Overhead	75 % Gaji kary.	4.137.600.000
	Total		10.777.698.304

3) *Fixed Manufacturing Cost*

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

Tabel 5.11 Daftar Biaya Fixed Manufacturing Cost

No.	Nama Komponen	Prosentase Biaya	Total Biaya (Rp)
1.	Depresiasi	10 % FCI	10.464.603.136
2.	Property tax	2 % FCI	5.232.301.568
3.	Asuransi	1 % FCI	1.046.460.224
	Total Biaya FMC		16.743.364.608

Tabel 5.12 Daftar Total Biaya Manufacturing Cost (MC)

No.	Nama Komponen	Total Biaya (Rp)
1.	DMC	352.618.479.616
2.	IMC	10.777.698.304
3.	FMC	16.743.364.608
	Total Biaya FMC	380.139.536.384

5.2.2 Biaya Pengeluaran Umum (*General Expense*)

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

Tabel 5.13 Daftar Biaya General Expense

No.	Nama Komponen	Prosentase Biaya	Total Biaya (Rp)
1.	Administrasi	2,5 % MC	11.272.878.080
2.	Sales	3 % MC	19.006.978.048
3.	Finance	10 % WC + FCI	28.540.717.056
4.	Riset	2,5 % MC	11.404.185.600
	Total Biaya FMC		70.356.066.304

$$\begin{aligned} \text{Total Biaya Produksi} &= \text{Manufacturing Cost} + \text{General Expense} \\ &= \text{Rp. } 450.495.610.880,- \end{aligned}$$

5.3 Analisa Keuntungan

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

Total Sales :

Harga Amyl Asetat = Rp. 25.000 / Kg

Produksi Tiap tahun = $1,994024 \times 10^{07}$ Kg

Annual Sales = Rp. 498.505.908.224,-

Total Annual Sales = Rp. 498.505.908.224,-

5.3.1 Keuntungan Sebelum Pajak

Total Sales = Rp. 498.505.908.224,-

Total Biaya Produksi = Rp. 450.495.610.880,-

Keuntungan = Rp. 48.010.297.344,-

5.3.2 Keuntungan Sesudah Pajak

Pajak = 50 %

Keuntungan = Rp. 24.005.148.672,-

5.3.3 Analisa Kelayakan

1) Return on Investment (ROI)

Return On Investment adalah kecepatan pengembalian modal investasi, dinyatakan dalam persentase terhadap modal tetap, dengan persamaan sebagai berikut

:

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

a) Sebelum pajak

$$Pb. Ra = \text{Rp. } 48.010.297.344,-$$

$$If = \text{Rp. } 104.646.025.216,-$$

$$\begin{aligned} ROI &= \frac{Pb. ra}{If} \times 100 \% \\ &= \frac{48.010.297.344}{104.646.025.216} \times 100 \% \\ &= 45,88 \% \end{aligned}$$

b) Sesudah pajak

$$Pa. ra = \text{Rp. } 24.005.148.672,-$$

$$If = \text{Rp. } 104.646.025.216,-$$

$$\begin{aligned} ROI &= \frac{Pa. ra}{If} \times 100 \% \\ &= \frac{24.005.148.672}{104.646.025.216} \times 100 \% \\ &= 22,94 \% \end{aligned}$$

2) *Pay Out Time (POT)*

Pay Out Time adalah waktu yang dibutuhkan untuk mengembalikan *Capital Investment* dengan keuntungan pertahun sebelum dikurangi penyusutan, dengan persamaan sebagai berikut :

$$POT = \frac{\text{Fixed Capital Investment}}{\text{Profit} + 0,1 \text{ FCI}}$$

a) Sebelum pajak

$$Pb . ra = \text{Rp. } 48.010.297.344,-$$

$$If = \text{Rp. } 104.646.025.216,-$$

$$0,1 If = \text{Rp. } 10.464.603.136,-$$

$$POT = \frac{If}{Pb . ra + 0,1 If}$$

$$= \frac{104.646.025.216}{48.010.297.344 + 10.464.603.136}$$

$$= 1,79 \text{ th}$$

b) Sesudah pajak

$$Pa . ra = \text{Rp. } 24.005.148.672,-$$

$$If = \text{Rp. } 104.646.025.216,-$$

$$0,1 If = \text{Rp. } 10.464.603.136,-$$

$$POT = \frac{If}{Pa . ra + 0,1 If}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{104.646.025.216}{24.05.148.672 + 10.464.603136} \\ &= 3.04 \text{ th} \end{aligned}$$

3) **Break Even Point (BEP)**

Break Even Point adalah titik impas yaitu suatu kondisi dimana pabrik tidak mendapatkan keuntungan atau kerugian.

$$\text{Fixed Cost (Fa)} = \text{Rp. } 16.743.364.608,-$$

$$\text{Variable Cost (Va)} = \text{Rp. } 350.645.321.728,-$$

$$\text{Regulated Cost (Ra)} = \text{Rp. } 83.106.922.496,-$$

$$\text{Sales} = \text{Rp. } 498.505.908.224,-$$

$$\begin{aligned} \text{BEP} &= \frac{(\text{Fa} + 0,3 \text{ Ra})}{(\text{Sa} - \text{Va} - 0,7 \text{ Ra})} \times 100 \% \\ &= \frac{16.743.364.608 + 0,3 \cdot 83.106.922.496}{(498,506 - 350,645 - 0,7 \cdot 83,106) \cdot 10^9} \times 100 \% \\ &= 46,47 \% \end{aligned}$$

4) **Shut Down Point (SDP)**

Shut Down Point adalah titik di bawah BEP dimana titik tersebut total pengeluaran tetap pertahun akan sama dengan selisih antara penjualan dan biaya total pertahun.

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

$$\begin{aligned} &= \frac{(0,3 \cdot 83,106) \cdot 10^9}{(498,506 - 350,645 - 0,7 \cdot 83,106) \cdot 10^9} \times 100 \% \\ &= 27,80 \% \end{aligned}$$

Grafik BEP & SDP

- titik di sisi kiri :

$$Fa = \text{Rp. } 16.743.364.608,-$$

$$Fa + 0,3 \cdot ra = \text{Rp. } 41.675.440.000,-$$

- titik di sisi kanan :

$$Fa = \text{Rp. } 16.743.364.608,-$$

$$Fa + va = \text{Rp. } 367.388.686.300,-$$

$$Fa + va + ra = \text{Rp. } 450.495.610.880,-$$

$$\text{Sales} = \text{Rp. } 498.505.908.224,-$$

$$\text{Sales} + Fa = \text{Rp. } 515.249.272.800,-$$

5) *Discounted Cash Flow Rate (DCFR)*

Analisa keuntungan dengan cara *discounted cash flow* menghitung nilai uang tiap tahun berdasarkan investasi yang tidak kembali setiap akhir tahun selama umur pabrik.

$$\text{Umur pabrik} = 10 \text{ th}$$

$$\text{Salvage value} = \text{Rp. } 10.464.603.136,-$$

$$\text{Cash flow} = \text{Annual profit} + \text{depresiasi} + \text{finance}$$

$$= \text{Rp. } 63.010.467.840,-$$

Discounted cash flow dihitung secara *trial & error*

$$(WC+FCI) \cdot (1+i)^{10} / CF = [(1+i)^9 + (1+i)^8 + \dots + (1+i) + 1] + (WC+SV)/CF$$

$$R = S$$

Dengan cara *trial & error* untuk mencari harga *i*

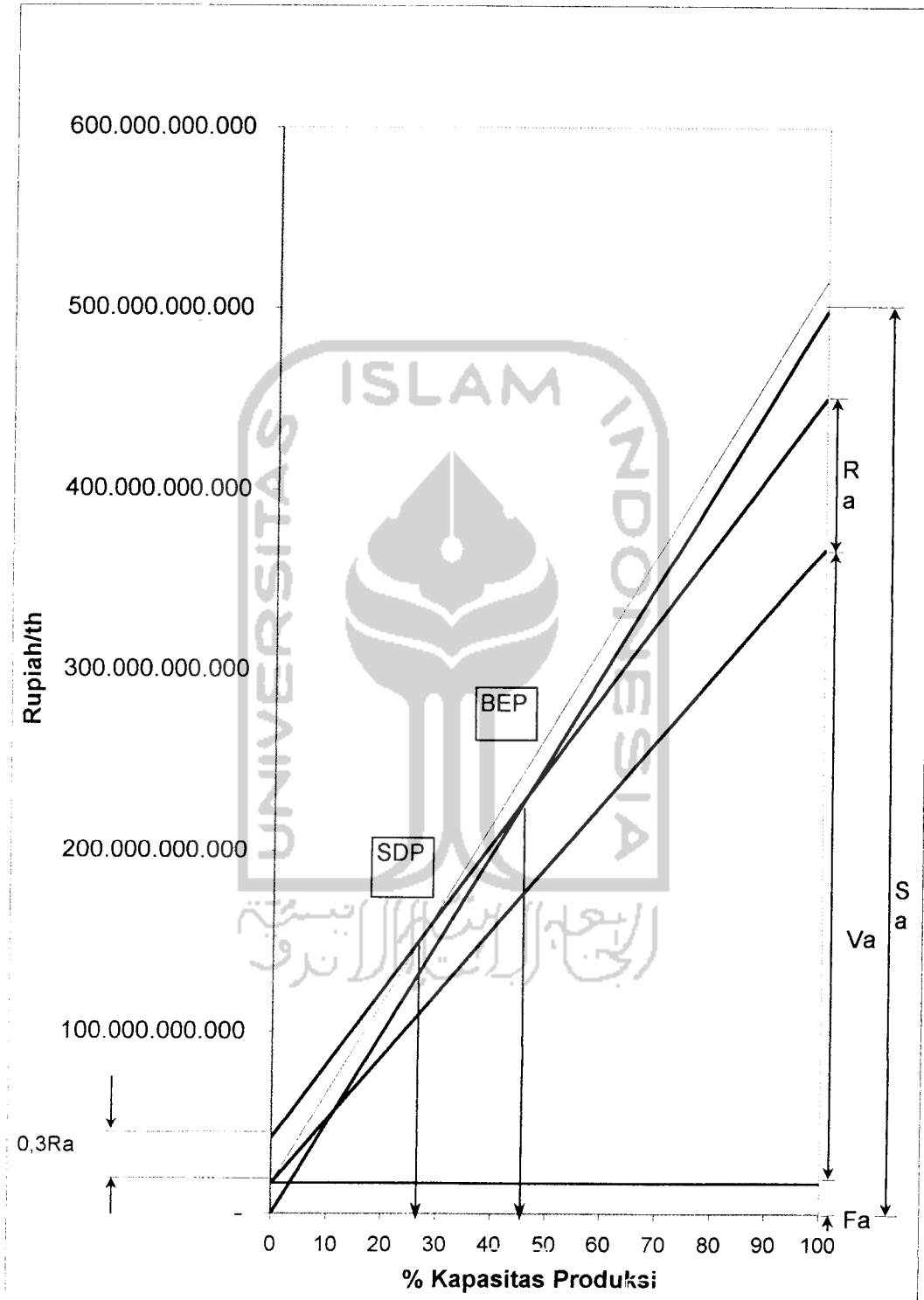
Tabel 5.14 Daftar Harga *i*:

I	R	S
0.2000	28.04559517	28.9935074
0.2010	28.28018761	29.1220303
0.2020	28.51654434	29.2512093
0.2030	28.75467682	29.3810482
0.2040	28.99459839	29.5115490
0.2050	29.23631859	29.6427135
0.2060	29.47985268	29.7745495
0.2070	29.72521019	29.9070549
0.2080	29.97240448	30.0402374
0.2090	30.22144699	30.1740971

Sehingga diperoleh :

$$\text{Interest } (i) = 20,9 \%$$

Dari perhitungan evaluasi ekonomi, maka dapat digambarkan grafik hubungan kapasitas produksi terhadap Break Even Point dan Shut Down Point sebagai berikut :



Gambar 5.1 Grafik Hubungan Kapasitas Produksi Terhadap BEP dan SDP

BAB VI

SIMPULAN

Dalam perancangan pabrik amyl asetat dari amyl alkohol dan asam asetat kapasitas 20.000 ton/tahun dapat disimpulkan :

- 1) Pendirian pabrik amyl asetat dari amyl alkohol dan asam asetat dengan kapasitas produksi 20.000 ton/tahun dilatarbelakangi oleh pengurangan nilai impor atau ketergantungan amyl asetat dari luar negeri, sebagai penyedia bahan baku bagi pabrik-pabrik kimia lainnya. Sekaligus sebagai wujud pemulihan perekonomian Indonesia dan untuk menghadapi era globalisasi.
- 2) Perancangan produk amyl asetat 99 % dirancang berdasarkan variabel utama, yaitu : Spesifikasi bahan baku, Spesifikasi bahan pembantu, spesifikasi hasil samping dan spesifikasi produk serta dilakukan penyetingan yang tepat agar prosesnya lebih efektif dan efisien untuk mendapatkan kualitas produk amyl asetat yang diinginkan.
- 3) Pabrik amyl asetat berbentuk Perseroan Terbatas (PT) didirikan di jalan Raya Merak km 20, Cilegon Propinsi Banten di atas tanah 30.000 m³ dengan jumlah karyawan 300 orang dan beroperasi selama 330 hari setiap tahunnya.
- 4) Ditinjau dari segi proses, keberadaan bahan baku, sifat bahan baku dan kondisi operasinya, maka pabrik Amyl Asetat ini tergolong pabrik beresiko rendah. Berdasarkan hasil perhitungan evaluasi ekonomi diperoleh sebagai berikut :

- ROI sebelum pajak 45,88 % dan sesudah pajak 22,94 %

Syarat kelayakan ROI sebelum pajak minimal 11 %

- POT sebelum pajak 1,79 % dan sesudah pajak 3,04 %

Syarat kelayakan POT maksimal 5 tahun

- Harga BEP 46,47 %

Syarat kelayakan BEP pabrik kimia 40 % - 60 %

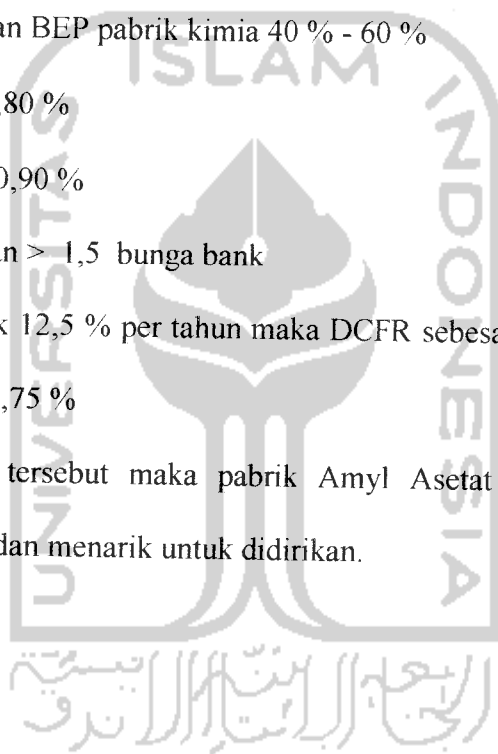
- Harga SDP 27,80 %

- Harga DCFR 20,90 %

Syarat kelayakan > 1,5 bunga bank

Jika bunga bank 12,5 % per tahun maka DCFR sebesar 20,90% > dari 1,5 bunga bank sebesar 18,75 %

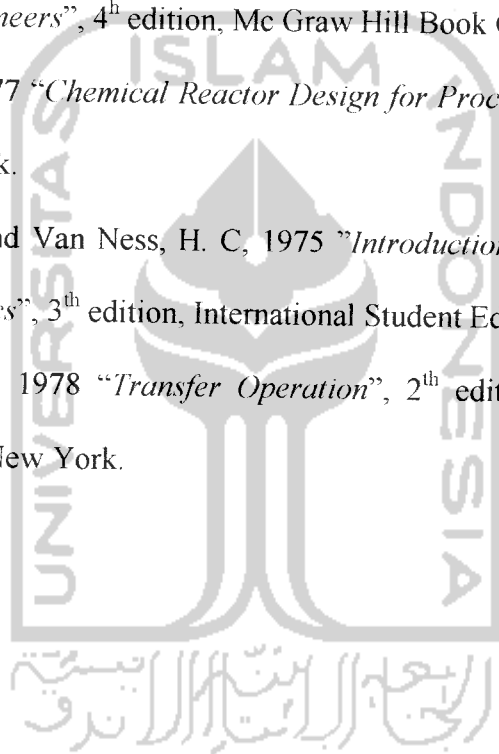
Dari faktor-faktor tersebut maka pabrik Amyl Asetat dengan kapasitas 20.000 ton/tahun ini layak dan menarik untuk didirikan.

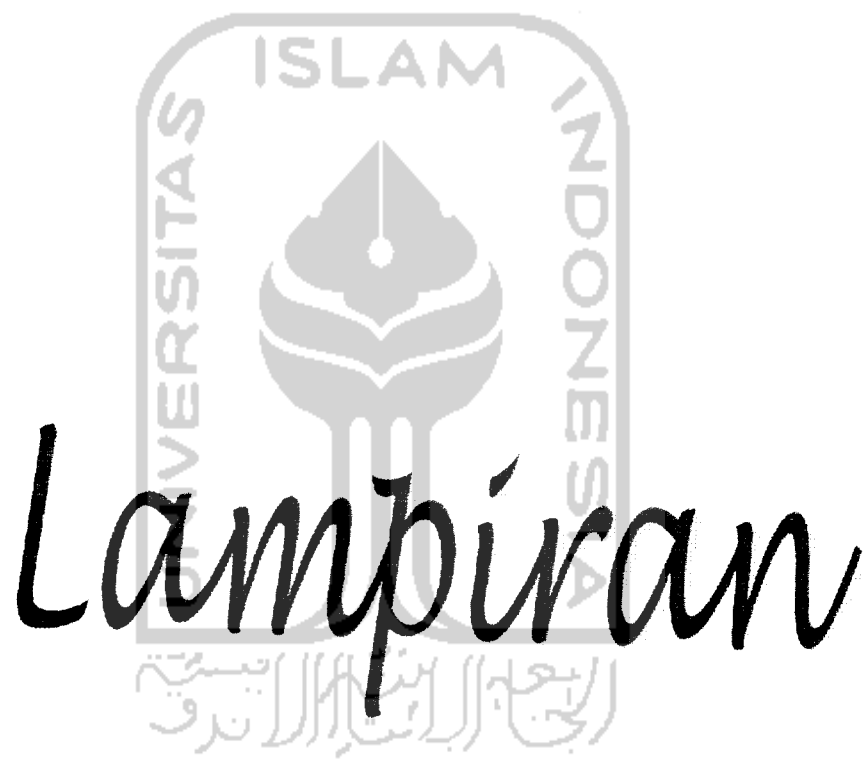


DAFTAR PUSTAKA

1. Aries, R. S and Newton, R. D, 1954 "*Chemical Engineering Cost Estimation*", MC Graw Hill Book Company. Inc, New York.
2. Brown, G. G. et. Al. 1987 "*Unit Operation*". 4th edition, John Wiley & Sons Inc, New York.
3. Brownell, C. E, and Young, E. H. 1959 "*Process Equipment Design*", John Wiley & Sons Inc, New York.
4. Biro Pusat Statistik, 2004 "*Statistik Perdagangan Luar Negeri*", Jakarta.
5. Coulson, J. H, and Richard Son, J. F, 1989 "*Chemical Engineering*", Oxford, Pergamon Press.
6. Faith, Keyes, and Clarks, 1975 "*Industrial Chemical*", 4th edition, John Wiley and Sons Inc, London.
7. Groggin, P. H, 1958 "*Unit Process in Organic Systesis*". 5th edition. Mc. Graw Hill Book Company. Inc, New York.
8. Kern, D. Q, 1988 "*Process Heat Transfer*", 24th edition, Mc. Graw Hill Company. Inc, New York.
9. Kirk, R. E, and Othmer, D. I, 1978 "*Encyclopedia of Chemical Technology*", 3th edition, A Willey Interscience Publication, John Wiley and Sons, New York.
10. Levenspiel, Octave, 1969, "*Chemical Reaction Engineering*", 2th edition, John Wiley and Sons, New York.

11. Ludwig, E. E, 1964 "*Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plants*", 2th edition, Gulf Publishing Co, Houston.
12. Perry, R. H, and Green, D. W. 1984 "*Perry's Chemical Engineering Hand Book*", 6th edition, Mc Graw Hill Book Co. Inc, Tokyo
13. Peter, M. S, and Timmerhaus, K. D, 1991 "*Plant Design and Economic for Chemical Engineers*", 4^h edition, Mc Graw Hill Book Co. Inc, Singapore.
14. Rase, H. F, 1977 "*Chemical Reactor Design for Process Plant*", John Wiley and Sons, New York.
15. Smith, J. M, and Van Ness, H. C, 1975 "*Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics*", 3th edition, International Student Edition, New York.
16. Treyball, R. E, 1978 "*Transfer Operation*", 2th edition, Mc Graw Hill Book Company Inc, New York.





REAKTOR

Fungsi : Mereaksikan Amyl Alkohol ($C_5H_{11}OH$) dan Asam Asetat (CH_3COOH) menjadi Amyl Asetat ($CH_3COOC_5H_{11}$)

Jenis : Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) dilengkapi dengan koil pendingin

Reaksi : $CH_3COOH + C_5H_{11}OH \xrightleftharpoons{H_2SO_4} CH_3COOC_5H_{11} + H_2O$

Kondisi Operasi :

Tekanan : 1 atm

Suhu : 100 °C

Tabel A.1 Umpan masuk reaktor

KOMPONEN	MASSA (Kg/j)	DENSITAS (Kg/l)	VOLUME (Kg/j)
CH_3COOH	1282,115418	1,38	929,0691435
$CH_3COOC_5H_{11}$	12,50062533	0,879	14,22141676
$C_5H_{11}OH$	1880,435946	0,817	2301,635185
H_2O	363,9154052	1	363,9154052
H_2SO_4	37,60871893	1,8716	20,0944363
JUMLAH			3628,935587

$$F_v = \frac{3628,935587 \text{ lt/j}}{60 \text{ mnt/j}}$$

$$= 60,4823 \text{ lt/mnt}$$

1. Persamaan Matematis Reaktor

Neraca massa :

Input - Output - yang bereaksi = Akumulasi

Asumsi : keadaan steady state

$$\text{Akumulasi} = 0$$

Persamaannya :

$$F_v \cdot C_{A0} - F_v \cdot C_A - V \cdot (-r_A) = 0$$

$$F_v \cdot (C_{A0} - C_A) = (-r_A) \cdot V$$

$$\frac{V}{FV} = \frac{C_{A0} - C_A}{(-r_A)}$$

$$C_A = C_{A0} \cdot (1 - X_A)$$

$$C_{A0} - C_A = C_{A0} - C_{A0} + (C_{A0} \cdot X_A)$$

$$C_{A0} - C_A = C_{A0} \cdot X_A$$

Maka θ = waktu tinggal menjadi :

$$\theta = \frac{V}{Fv} = \frac{C_{A0} \cdot X_A}{(-r_A)}$$

2. Menentukan Kecepatan Reaksi

Reaktor dalam keadaan isothermal dan steady state. Reaksi Asam Asetat dan Amyl Alkohol berlangsung dua arah dengan mengikuti order 2 terhadap Asam Asetat, sehingga :

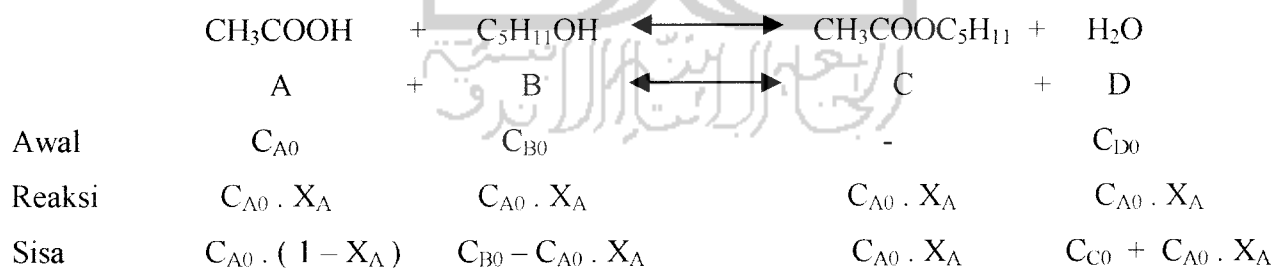
$$\begin{aligned} (-r_A) &= (k_1 \cdot [CH_3COOH] \cdot [C_5H_{11}OH]) - (k_2 \cdot [CH_3COOC_5H_{11}] \cdot [H_2O]) \\ &= (k_1 \cdot C_A \cdot C_B) - (k_2 \cdot C_C \cdot C_D) \end{aligned}$$

Dengan harga konstanta kecepatan reaksi :

$$k_1 = 0.02004 \text{ lt/gmol.mnt}$$

$$k_2 = 4.16 \cdot 10^{-6} \text{ lt/gmol.mnt}$$

Reaksi :



Maka persamaan (1) menjadi :

$$\theta = \frac{C_{A0} \cdot X_A}{(k_1 \cdot C_{A0} \cdot C_{B0}) - (k_2 \cdot C_{C0} \cdot C_{D0})}$$

$$= \frac{C_{A0} \cdot (C_{A0} - C_{A0} \cdot X_A)}{[k_1 \cdot (C_{A0} - C_{A0} \cdot X_A) (C_{B0} - C_{A0} \cdot X_A)] - [k_2 (C_{C0} + C_{A0} \cdot X_A) (C_{D0} + C_{A0} \cdot X_A)]}$$

Digunakan : mol Amyl Alkohol : mol Asam Asetat = 1

$$B/A = 1$$

$$H_2SO_4 = 10 \%$$

$$\text{Tekanan} = 1 \text{ atm}$$

$$\text{Konversi maksimum} = 90 \%$$

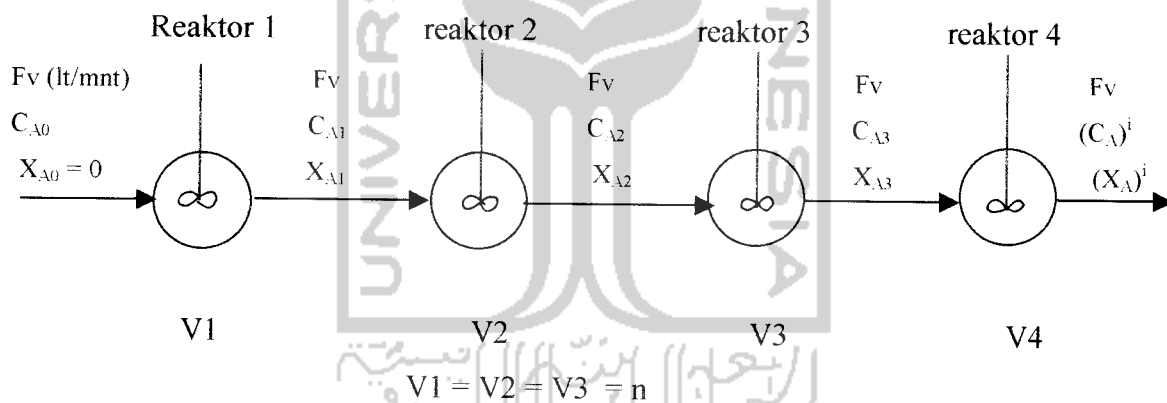
3. Optimasi Jumlah dan Volume Reaktor

Penentuan optimasi jumlah dan volume reaktor berdasarkan harga total pembelian reaktor yang paling minimum.

Asumsi :

$$\text{Harga 1 reaktor} = k \cdot V^{0.6}$$

$$\text{Harga n reaktor} = n \cdot k \cdot V^{0.6}$$



a) Jumlah Reaktor 1 buah (n = 1)

Neraca massa pada reaktor :

Input - Output - yang bereaksi = Akumulasi

$$Fv \cdot C_{A0} - Fv \cdot C_A - V \cdot (-r_A) = 0$$

$$Fv \cdot (C_{A0} - C_A) = (-r_A) \cdot V$$

$$\theta = \frac{V}{Fv} = \frac{C_{A0} \cdot X_A}{(-r_A)}$$

Volume reaktor :

$$\theta = \frac{V}{Fv} = \frac{C_{A0} \cdot X_A}{(k_1 \cdot C_{A0} \cdot C_{B0}) - (k_2 \cdot C_{C0} \cdot C_{D0})}$$

$$V = \frac{Fv \cdot C_{A0} \cdot (C_{A0} - C_{A0} \cdot X_A)}{[k_1 \cdot (C_{A0} - C_{A0} \cdot X_A)(C_{B0} - C_{A0} \cdot X_A)] - [k_2 (C_{C0} + C_{A0} \cdot X_A)(C_{D0} + C_{A0} \cdot X_A)]}$$

b) Jumlah Reaktor 2 buah (n = 2)

Dengan $X_{A0} = 0$, $X_{A1} = \dots ?$, $X_{A2} = 0,90$

$$\theta = \frac{V_2}{Fv}$$

$$V_2 = \frac{Fv \cdot C_{A1} \cdot (C_{A1} - C_{A1} \cdot X_{A2})}{[k_1 \cdot (C_{A1} - C_{A1} \cdot X_{A2})(C_{B1} - C_{A1} \cdot X_{A2})] - [k_2 (C_{C1} + C_{A1} \cdot X_{A2})(C_{D1} + C_{A1} \cdot X_{A2})]}$$

$$\theta_1 = \theta_2$$

$$V_1 = V_2$$

c) Jumlah Reaktor 3 buah (n = 3)

Dengan : $X_{A0} = 0$, $X_{A1} = \dots ?$, $X_{A2} = \dots ?$, $X_{A3} = 0,9$

$$\theta_1 = \frac{V_1}{Fv}$$

$$V_1 = \frac{Fv \cdot C_{A0} \cdot (C_{A0} - C_{A0} \cdot X_{A1})}{[k_1 \cdot (C_{A0} - C_{A0} \cdot X_{A1})(C_{B0} - C_{A0} \cdot X_{A1})] - [k_2 (C_{C0} + C_{A0} \cdot X_{A1})(C_{D0} + C_{A0} \cdot X_{A1})]}$$

$$\theta_2 = \frac{V_2}{Fv}$$

$$V_2 = \frac{Fv \cdot C_{A1} \cdot (C_{A1} - C_{A1} \cdot X_{A2})}{[k_1 \cdot (C_{A1} - C_{A1} \cdot X_{A2})(C_{B1} - C_{A1} \cdot X_{A2})] - [k_2 (C_{C1} + C_{A1} \cdot X_{A2})(C_{D1} + C_{A1} \cdot X_{A2})]}$$

$$\theta_3 = \frac{V_3}{Fv}$$

$$V_3 = \frac{Fv \cdot C_{A2} \cdot (C_{A2} - C_{A2} \cdot X_{A3})}{[k_1 \cdot (C_{A2} - C_{A2} \cdot X_{A3})(C_{B2} - C_{A2} \cdot X_{A3})] - [k_2 (C_{C2} + C_{A2} \cdot X_{A3})(C_{D2} + C_{A2} \cdot X_{A3})]}$$

$$\theta_1 = \theta_2 = \theta_3$$

$$V_1 = V_2 = V_3$$

d) Jumlah Reaktor 4 buah (n = 4)

Dengan : $X_{A0} = 0$, $X_{A1} = \dots ?$, $X_{A2} = \dots ?$, $X_{A3} = \dots ?$, $X_{A4} = 0,9$

$$\theta_1 = \frac{V_1}{Fv}$$

$$V_1 = \frac{Fv \cdot C_{A0} \cdot (C_{A0} - C_{A0} \cdot X_{A1})}{[k_1 \cdot (C_{A0} - C_{A0} \cdot X_{A1})(C_{B0} - C_{A0} \cdot X_{A1})] - [k_2 \cdot (C_{C0} + C_{A0} \cdot X_{A1})(C_{D0} + C_{A0} \cdot X_{A1})]}$$

$$\theta_2 = \frac{V_2}{Fv}$$

$$V_2 = \frac{Fv \cdot C_{A1} \cdot (C_{A1} - C_{A1} \cdot X_{A2})}{[k_1 \cdot (C_{A1} - C_{A1} \cdot X_{A2})(C_{B1} - C_{A1} \cdot X_{A2})] - [k_2 \cdot (C_{C1} + C_{A1} \cdot X_{A2})(C_{D1} + C_{A1} \cdot X_{A2})]}$$

$$\theta_3 = \frac{V_3}{Fv}$$

$$V_3 = \frac{Fv \cdot C_{A2} \cdot (C_{A2} - C_{A2} \cdot X_{A3})}{[k_1 \cdot (C_{A2} - C_{A2} \cdot X_{A3})(C_{B2} - C_{A2} \cdot X_{A3})] - [k_2 \cdot (C_{C2} + C_{A2} \cdot X_{A3})(C_{D2} + C_{A2} \cdot X_{A3})]}$$

$$\theta_4 = \frac{V_4}{Fv}$$

$$V_4 = \frac{Fv \cdot C_{A3} \cdot (C_{A3} - C_{A3} \cdot X_{A4})}{[k_1 \cdot (C_{A3} - C_{A3} \cdot X_{A4})(C_{B3} - C_{A3} \cdot X_{A4})] - [k_2 \cdot (C_{C3} + C_{A3} \cdot X_{A4})(C_{D3} + C_{A3} \cdot X_{A4})]}$$

$$\theta_1 = \theta_2 = \theta_3 = \theta_4$$

$$V_1 = V_2 = V_3 = V_4$$

e) Jumlah Reaktor 5 buah (n = 5)

Dengan : $X_{A0} = 0$, $X_{A1} = \dots ?$, $X_{A2} = \dots ?$, $X_{A3} = \dots ?$, $X_{A4} = \dots ?$, $X_{A5} = 0,9$

$$\theta_1 = \frac{V_1}{Fv}$$

$$V_1 = \frac{Fv \cdot C_{A0} \cdot (C_{A0} - C_{A0} \cdot X_{A1})}{[k_1 \cdot (C_{A0} - C_{A0} \cdot X_{A1})(C_{B0} - C_{A0} \cdot X_{A1})] - [k_2 \cdot (C_{C0} + C_{A0} \cdot X_{A1})(C_{D0} + C_{A0} \cdot X_{A1})]}$$

$$\theta_2 = \frac{V_2}{Fv}$$

$$V_2 = \frac{Fv \cdot C_{A1} \cdot (C_{A1} - C_{A1} \cdot X_{A2})}{[k_1 \cdot (C_{A1} - C_{A1} \cdot X_{A2})(C_{B1} - C_{A1} \cdot X_{A2})] - [k_2 \cdot (C_{C1} + C_{A1} \cdot X_{A2})(C_{D1} + C_{A1} \cdot X_{A2})]}$$

$$\theta_3 = \frac{V_3}{Fv}$$

$$V_3 = \frac{Fv \cdot C_{A2} \cdot (C_{A2} - C_{A2} \cdot X_{A3})}{[k_1 \cdot (C_{A2} - C_{A2} \cdot X_{A3})(C_{B2} - C_{A2} \cdot X_{A3})] - [k_2 \cdot (C_{C2} + C_{A2} \cdot X_{A3})(C_{D2} + C_{A2} \cdot X_{A3})]}$$

$$\theta_4 = \frac{V_4}{Fv}$$

$$V_4 = \frac{Fv \cdot C_{A3} \cdot (C_{A3} - C_{A3} \cdot X_{A4})}{[k_1 \cdot (C_{A3} - C_{A3} \cdot X_{A4})(C_{B3} - C_{A3} \cdot X_{A4})] - [k_2 \cdot (C_{C3} + C_{A3} \cdot X_{A4})(C_{D3} + C_{A3} \cdot X_{A4})]}$$

$$\theta_5 = \frac{V_5}{Fv}$$

$$V_5 = \frac{Fv \cdot C_{A4} \cdot (C_{A4} - C_{A4} \cdot X_{A5})}{[k_1 \cdot (C_{A4} - C_{A4} \cdot X_{A5})(C_{B4} - C_{A4} \cdot X_{A5})] - [k_2 \cdot (C_{C4} + C_{A4} \cdot X_{A5})(C_{D4} + C_{A4} \cdot X_{A5})]}$$

4. Perhitungan Dimensi Reaktor

Over Design : 25 %

$$\begin{aligned} \text{Volume reaktor} &= 1.25 \times 1100.647 \text{ lt} \\ &= 1375.808 \text{ lt} \\ &= 1.38 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Ukuran reaktor

Bentuk : Silinder tegak (elipstical head)

$$H/D = 1.5 : 1$$

$$V_t = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot (H/D) \cdot D}{4} + \frac{\pi \cdot D^3}{12}$$

atau :

$$D = \left[\frac{V_t}{(\pi/d) \cdot (h/d) + (\pi/12)} \right]^{1/3}$$

$$D = \left[\frac{3628.936}{(\pi/4) \cdot (1.5) + (\pi/12)} \right]^{1/3}$$

$$= 0.985 \text{ m}$$

5. Menghitung Tebal Dinding Reaktor

Tekanan design (P) : $2.5 \text{ atm} \times 14.7 = 36.75 \text{ psi}$

Jari-jari reaktor (r) : 19.39 in

Bahan yang digunakan yaitu Baja stainless stell

Allowable stress (S) : 18750 psi

Effisien sambung (e) : 0.85

Faktor korosi (C) : 0.125 in

$$t_{\text{shell}} = \frac{P \cdot r}{S \cdot e - 0.6 \cdot P} + C$$

$$= \frac{18 \cdot 19.39}{18750 \cdot 0.85 - 0.6 \cdot 17.6} + 0.125$$

$$= 0.146 \text{ in}$$

Dipilih tebal shell 3/16 in

Tebal Head :

$$t_{\text{head}} = \frac{0.885 \cdot P \cdot D}{S \cdot e - 0.1 \cdot P} + C$$

$$= \frac{0.885 \cdot 18 \cdot 38.78}{18750 \cdot 0.85 - 0.1 \cdot 17.6} + 0.125$$

$$= 0.163 \text{ in}$$

Dipilih tebal head 3/16 in

6. Menghitung Pengaduk dan Dimensi

Fungsi pengaduk untuk menjaga agar suhu merata dalam reaktor dan kontak antara reaktan relatif sempurna. Pengaduk yang digunakan adalah pengaduk type marine dengan 3 blade (jumlah baffle 4 buah), karena pengaduk ini biasa digunakan untuk tangki yang bervolume kurang dari 1000 gallon dan diameter kurang dari 6 ft.

Dari fig. 477 Brown diperoleh data sebagai berikut :

Dt / Di	= 3
Zi / Di	= 0.75 - 1.3
W / Di	= 0.1
Diameter impeler (Di)	= 32.84 cm
Tinggi impeler (Zi)	= 32.84 cm
Lebar baffle	= 3.284 cm
Zi / Di	= 1
Putaran	= 1 rps
Efisiensi	= 80 %

$$Re = \frac{n \cdot Di^2 \cdot \rho}{\mu}$$

$$= \frac{3 \cdot 32.84^2 \cdot 0.986}{0.0395}$$

$$= 80690.9$$

Dari fig. 477 brown no. 15 diperoleh $po = 0.83$

$$po = \frac{P \cdot gc}{n^3 \cdot \text{den.} \cdot Di^5} \quad (\text{pers. 461 Brown})$$

Atau

$$P = \frac{p_o \cdot n^3 \cdot \rho \cdot D_i^5}{g_c}$$

$$= \frac{0.83 \cdot 3.00^3 \cdot 61.500 \cdot 1.077^5}{550 \cdot 32.17}$$

$$= 0.114 \text{ Hp}$$

effisiensi : 80 %

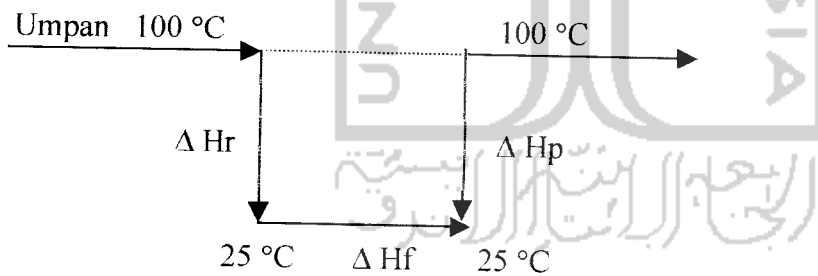
$$\text{Power} = \frac{P}{\text{eff}} = \frac{0.114}{0.80}$$

$$= 0.142 \text{ Hp}$$

Digunakan motor dengan daya = 0.5 Hp

NERACA PANAS

Skema Neraca Panas



Panas masuk – panas keluar = 0

$$T = 100 \text{ °C} + 273 = 373 \text{ °K}$$

$$T_o = 25 \text{ °C} + 273 = 298 \text{ °K}$$

1) *Panas masuk reaktor (Q_{in})*

Tabel A.2 Panas Masuk Reaktor

Komponen	m (kmol / j)	Cp (Kcal / kmol °K)	m . Cp (Kcal / j . °K)
CH ₃ COOC ₅ H ₁₁	0.0962	63.83	6.1378
C ₅ H ₁₁ OH	21.3686	49.8	1064.1558
CH ₃ COOH	21.3686	29.7	634.6471
H ₂ O	38.1513	17.995	686.5328
H ₂ SO ₄	0.3838	33.20	12.7409
Jumlah			2081.4959

$$\begin{aligned}
 Q_1 &= \sum m \cdot C_p \cdot \Delta T \\
 &= 2081.4959 \cdot (373 - 298) \text{ °K} \\
 &= 156112.1925 \text{ Kcal / j}
 \end{aligned}$$

2) *Panas keluar reaktor (Q_{out})*

Tabel A.3 Panas Keluar Reaktor

Komponen	m (kmol / j)	Cp (Kcal / kmol °K)	m . Cp (Kcal / j . °K)
CH ₃ COOC ₅ H ₁₁	19.3279	63.83	1233.6989
C ₅ H ₁₁ OH	2.1369	49.8	106.4156
CH ₃ COOH	2.1369	29.7	63.4647
H ₂ O	39.4491	17.995	709.8883
H ₂ SO ₄	0.3838	33.20	12.7409
Jumlah			2126.2084

$$\begin{aligned}
 Q_2 &= \sum m \cdot C_p \cdot \Delta T \\
 &= 2126.2084 \cdot (373 - 298) \text{ °K} \\
 &= 159465.6267 \text{ Kcal / j}
 \end{aligned}$$

3) **Panas reaksi**

$$\text{Panas Pembentukan } \text{CH}_3\text{COOC}_5\text{H}_{11} = -155,540 \text{ Kcal/gmol}$$

$$\text{Panas Pembentukan } \text{C}_5\text{H}_{11}\text{OH} = -85 \text{ Kcal/gmol}$$

$$\text{Panas Pembentukan } \text{H}_2\text{O} = -68,315 \text{ Kcal/gmol}$$

$$\text{Panas Pembentukan } \text{CH}_3\text{COOH} = -115,710 \text{ Kcal/gmol}$$

$$\Delta H_{r0} = \Delta H_f \text{ produk} - \Delta H_f \text{ reaktan}$$

$$= (\Delta H_f \text{ CH}_3\text{COOC}_5\text{H}_{11} + \Delta H_f \text{ H}_2\text{O}) - (\Delta H_f \text{ C}_5\text{H}_{11}\text{OH} + \Delta H_f \text{ CH}_3\text{COOH})$$

$$= (-155.540 - 68.315) - (-85.000 - 115.710) \text{ KCal/gmol}$$

$$= -23.145 \text{ Kcal/gmol}$$

$$\Delta H_{rT} = \Delta H_{r0} + \int_{298}^T d C_p dT$$

dimana :

$$\begin{aligned} \int_{298}^T d C_p dT &= \int (63.83 + 17.995) - (49.8 + 29.7) \\ &= 2.325 (373 - 298) \\ &= 0.174375 \text{ Kcal / gmol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta H_{rT} &= \Delta H_{r0} + \int_{298}^T d C_p dT \\ &= -23.145 + 0.174375 \text{ Kcal / gmol} \\ &= -22.970625 \text{ Kcal / gmol} \end{aligned}$$

$$X_1 = 0.7635$$

$$\begin{aligned} Q_r &= \Delta H_{rT} \cdot N_{A0} \cdot X_1 / 1000 \\ &= -22.970625 \cdot 21.369 \cdot 0.7635 \cdot 1000 \\ &= -374756.1875 \text{ Kcal / j} \end{aligned}$$

Beban Panas :

$$\begin{aligned} Q_p &= Q_1 - Q_2 - Q_r \\ &= (156112.1958 - 159465.6267 - 374756.1875) \text{ Kcal / j} \\ &= 352832.59 \text{ Kcal / j} \end{aligned}$$

Desain Coil Pendingin**Kebutuhan Pendingin**

$$T_1 = 30 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_2 = 40 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$C_p \text{ air} = 1 \text{ Kcal/kg }^\circ\text{C}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan air (W)} &= \frac{Q_p}{C_{\text{air}} \cdot \Delta T} \\ &= \frac{352613.59}{1 \cdot (40 - 30)} \\ &= 35283.259 \text{ kg/j} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} \text{Kecepatan volume air} &= W / \rho \\ &= (35283.259 \text{ kg/j}) / (1000 \text{ kg/m}^3) \\ &= 35.28 \text{ m}^3/\text{j} \\ &= 0.0098 \text{ m}^3/\text{dt} \end{aligned}$$

$$\text{Kecepatan linier air (v)} = 15 \text{ m/dt}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas pipa coil (A)} &= \text{kecepatan volume air} / \text{kecepatan linier air} \\ &= (0.0098 \text{ m}^3/\text{dt}) / (15 \text{ m} / \text{dt}) \\ &= 0.00065 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Diameter pipa} &= \left(\frac{4 \cdot A}{\pi} \right)^{0.5} \\ &= 0.029 \text{ m} \\ &= 1.136 \text{ in} \end{aligned}$$

dari table 11. Kern diperoleh :

$$\begin{aligned} \text{Diameter pipa standar OD} &= 1.32 \text{ in} \\ \text{ID} &= 1.049 \text{ in} \\ \text{at} &= 0.864 \text{ in}^2 \\ \text{at}'' &= 0.274 \text{ ft}^2/\text{ft} \end{aligned}$$

Luas transfer panas

Suhu air masuk (t_1) = 30 °C

Suhu air keluar (t_2) = 40 °C

Suhu reaktor = 100 °C

$$LMTD = \frac{(T - t_2) - (T - t_1)}{\ln \frac{T - t_2}{T - t_1}}$$

$$LMTD = \frac{(100 - 40) - (100 - 30)}{\ln \frac{100 - 40}{100 - 30}}$$

$$= 64.87 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$= 116.7689 \text{ } ^\circ\text{F}$$

Over all heat transfer

Hot fluid : light organik

Cold fluid : water

Overall transfer panas saat start up

$$U_c = \frac{h_{io} \cdot h_o}{h_{io} + h_o}$$

$$= \frac{5681.03 \cdot 1270.95}{5681.03 + 1270.95}$$

$$= 1038.597 \text{ Btu/j ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}$$

Dari Kern p.846 untuk larutan garam $R_d = 0.001$

dan untuk bahan organik $R_d = 0.001$

Jadi R_d total = 0.002

$$U_d = \frac{U_c}{U_c \cdot R_d + 1}$$

$$= \frac{1038.60}{1038.60 \cdot 0.0020 + 1}$$

maka diperoleh :

$$Ud = 337.5143 \text{ Btu/ft}^2 \cdot ^\circ\text{F}$$

$$\text{Diameter lilitan} = 2.046914 \text{ ft}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas perpindahan panas } A_0 &= Q / (ud \cdot \text{LMTD}) \\ &= 1400129.38 / (353.06 \cdot 116.7689) \\ &= 33.96 \text{ ft} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas perpindahan panas per coil} &= At^1 \cdot \pi \cdot Dc \\ &= 0.274 \cdot 3.14 \cdot 2.064 \\ &= 1.763 \text{ ft}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah lilitan (} Nt \text{)} &= A_0 / A^1 \\ &= 33.96 / 1.763 \\ &= 19.263 \end{aligned}$$

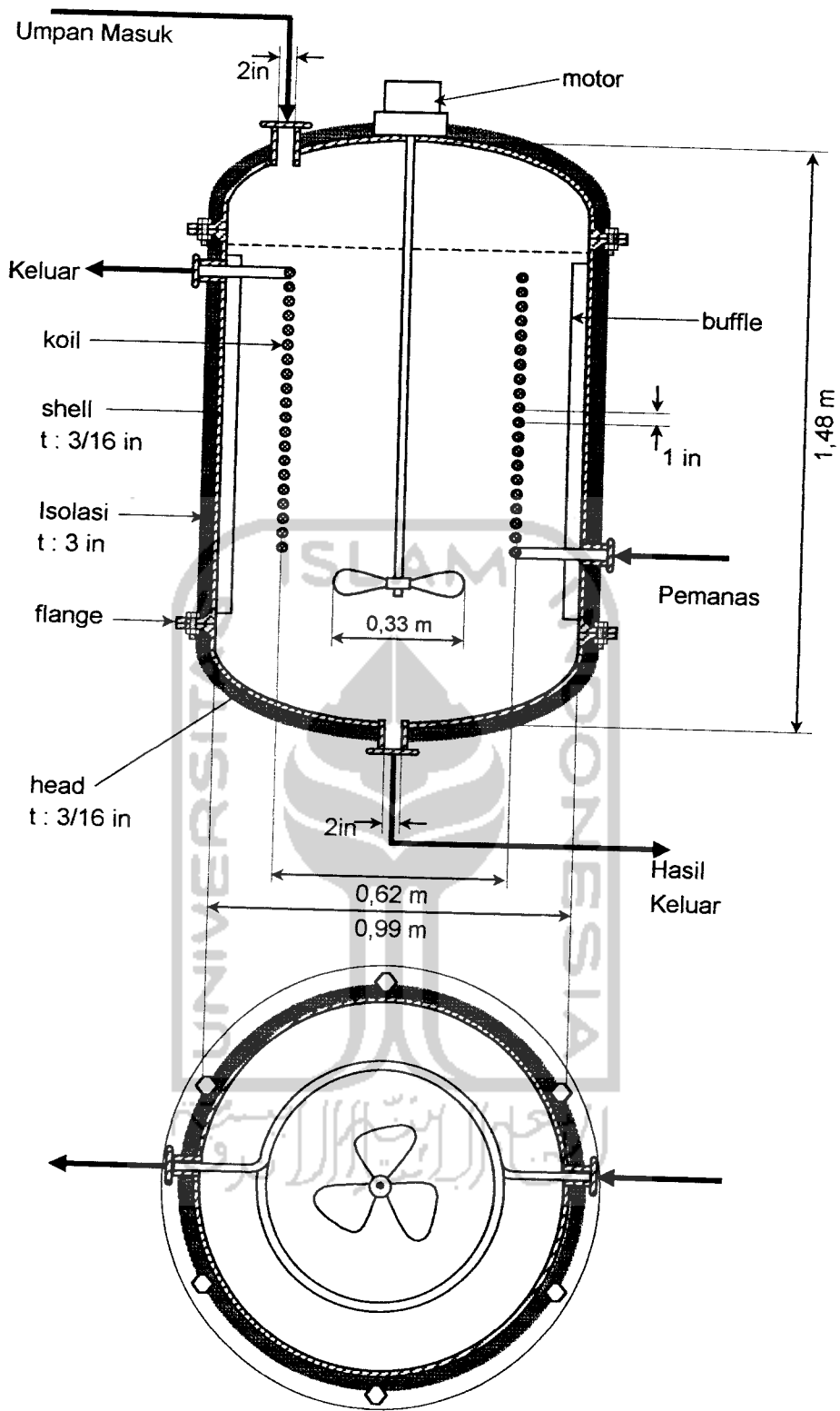
$$\text{Diambil jumlah lilitan} = 20$$

Tinggi lilitan minimum yaitu jika coil disusun tanpa jarak :

$$\begin{aligned} H_{\text{min}} &= Nt \cdot OD \\ &= 20 \cdot 0.3048 \\ &= 0.6614 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{Diambil jarak antar coil} = 1 \text{ in}$$

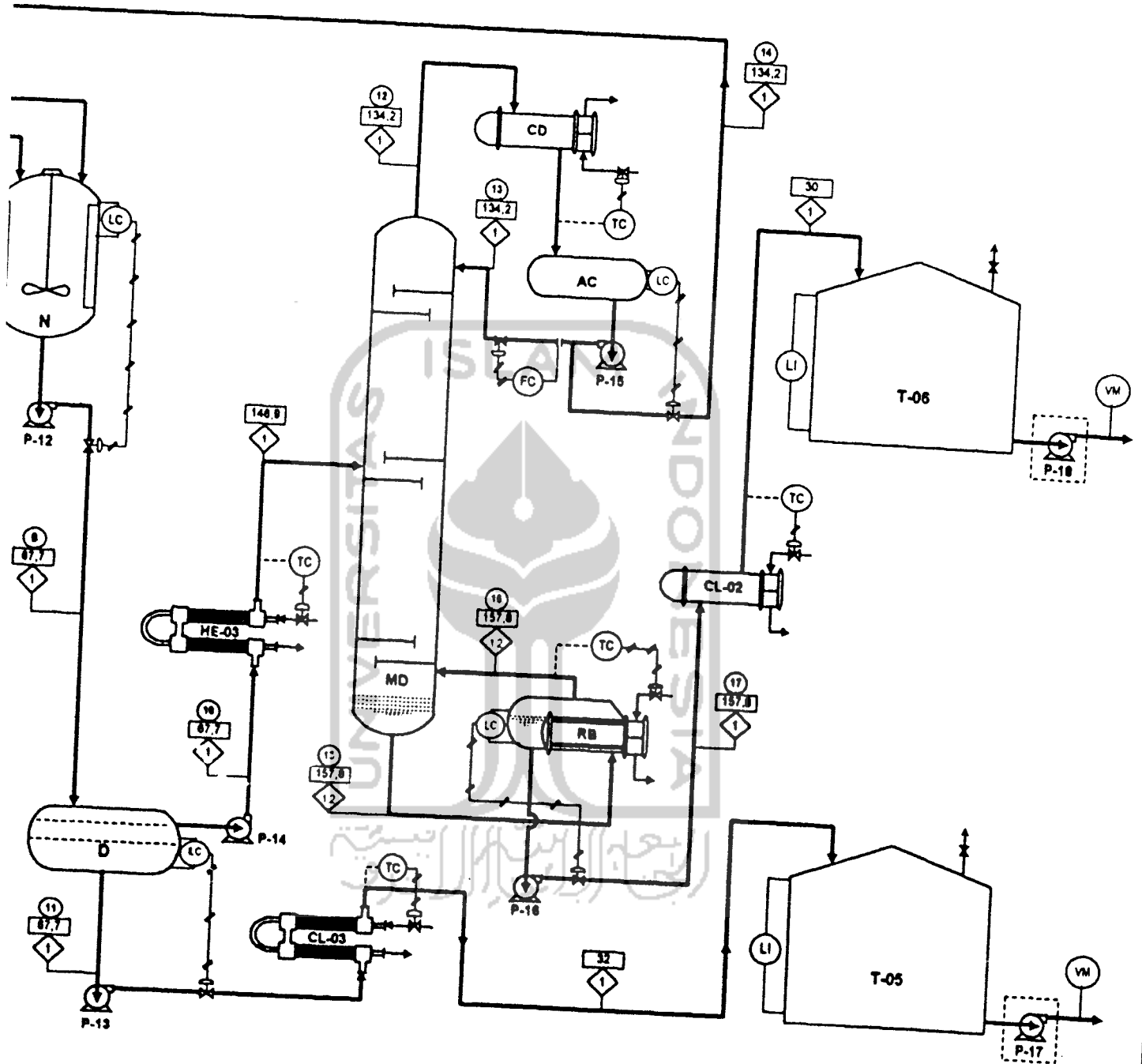
$$\begin{aligned} \text{Tinggi coil (} H \text{)} &= H_{\text{min}} + (Nt - 1) \cdot Pt / 12 \\ &= 2.17 + (20 - 1) \cdot 1 / 12 \\ &= 1.144 \text{ m} \end{aligned}$$



Gambar Reaktor

NG FLOW DIAGRAM DARI AMYL ALKOHOL DAN ASAM ASETAT

: 20.000 TON/TAHUN



14	15	16	17
7,5480			
150,2915	29,2385	9,8509	17,5818
12,5008	3724,4786	1724,3536	2500,1251
170,3381	3790,7171	1233,0104	2517,7066

KETERANGAN			
AC	Accumulator	(FC)	Flow Controller
CD	Condenser	(LC)	Interface Level Contr.
CL	Cooler	(LC)	Level Controller
D	Decanter	(LI)	Level Indicator
HE	Heater	(TC)	Temperature Controller
MD	Menara Distilasi	(VM)	Volume Meter
N	Netraliser	○	Normp Arus
P	Pompa	□	Tekanan (Atm.)
R	Reaktor	◇	Temperatur (°C)
RB	Reboiler		
T	Tangki Penyimpan		

JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA

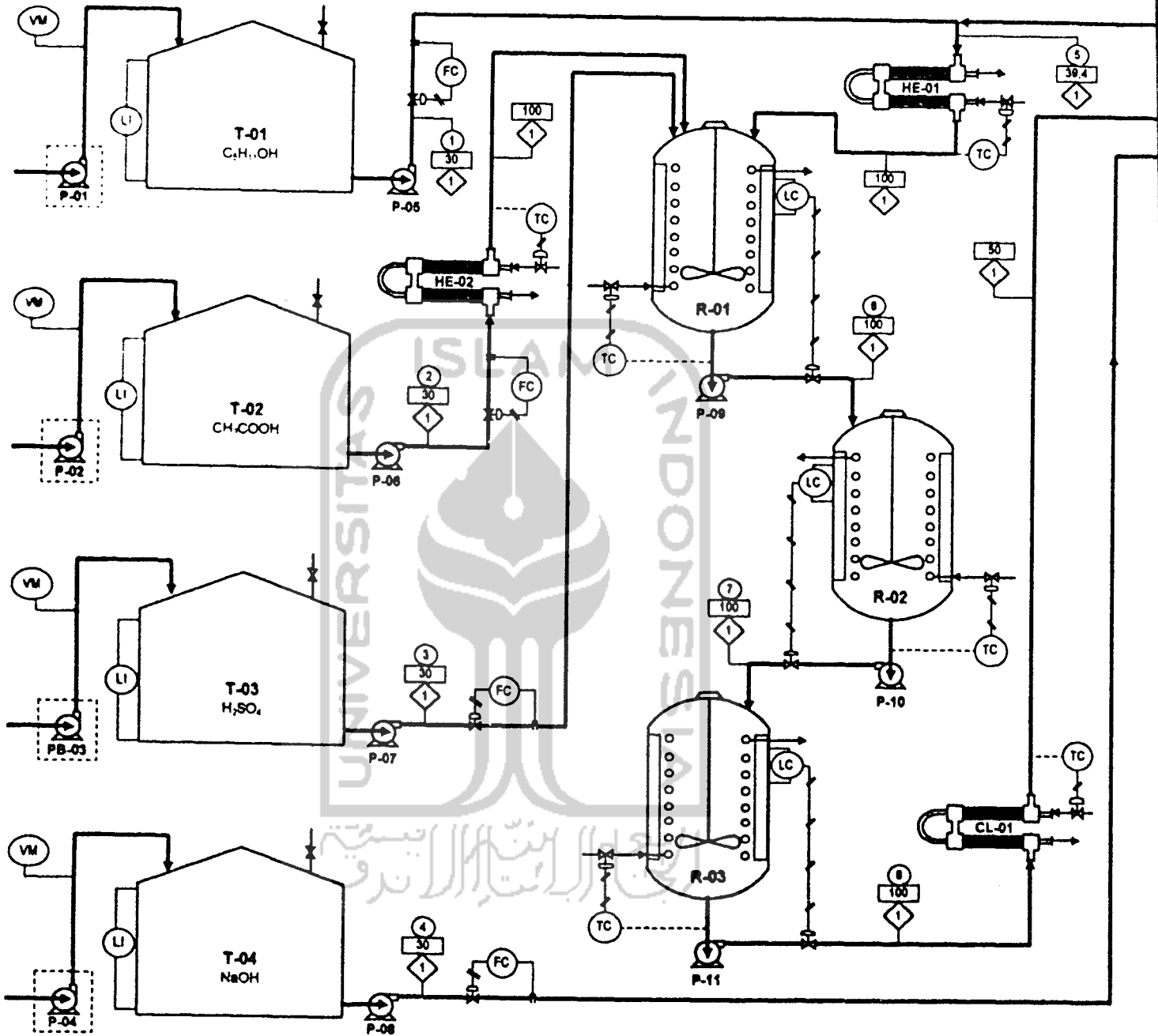
PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM
PRA RANC. PABRIK AMIL ASETAT DARI AMIL ALKOHOL & AS. ASETAT
KAPASITAS PRODUKSI: 20.000 TON/TAHUN

Dibuat oleh :

N.A.M.A : MISRIHA
NO. MAHASISWA : 99 821 178
DOSEN PEMBIMBING : 1. Ir. H. BACHRUL BUTRISNO, M.Sc.
: 2. ARIF HIDAYAT, ST

PROCESS ENGINE PRA RANCANGAN PABRIK AMYL ASETAT

KAPASITAS PRODUKSI



NERACA MASSA (Kg/Jam)

NOMOR	KOMPONEN	NOMOR ARUS											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	H ₂ O	11,4483	8,4428	338,4785	30,7024	18,0943	710,0855	710,0855	710,0855	754,8031	7,5480	747,0571	32,3049
2	C ₂ H ₅ OH	1730,1445	1282,1184			1880,4358	188,0438	188,0438	188,0438	188,0438	187,8731	20,1705	843,2988
3	CH ₃ COOH					12,5008	2512,8257	2512,8257	2512,8257	2512,8257	2512,8257		83,5858
4	CH ₃ COOH						128,2115	128,2115	128,2115	128,2115		128,2115	
5	H ₂ SO ₄			37,8087			37,8087	37,8087	37,8087				
6	Na ₂ SO ₄												
7	NaOH				30,7024					54,4887		54,4887	
Jumlah :		1741,5928	1288,5580	378,0872	81,4048	1811,8300	3578,5751	3578,5751	3578,5751	3837,9807	2688,0448	948,8358	728,1673