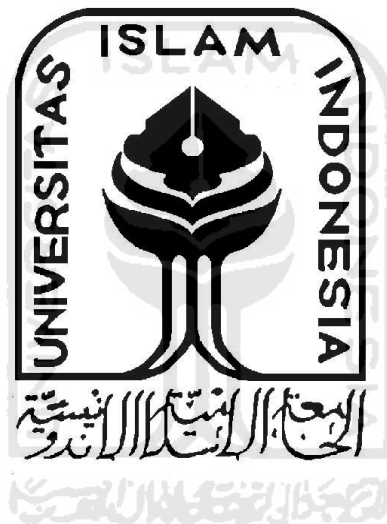


**PRA RANCANGAN PABRIK AMIL ASETAT
DARI AMIL ALKOHOL DAN ASAM ASETAT
KAPASITAS PRODUKSI 10.000 TON/TAHUN**

TUGAS AKHIR

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



Oleh :

Nama : Drian Permana

Nama : Rizky Aditya

No. Mahasiswa : 05 521 042

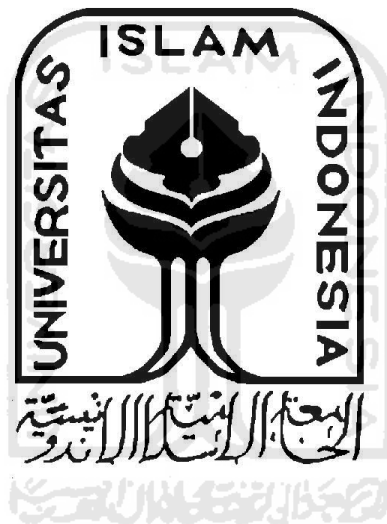
No.Mahasiswa : 05 521 026

**KONSENTRASI TEKNIK KIMIA
PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2011**

**PRA RANCANGAN PABRIK AMIL ASETAT
DARI AMIL ALKOHOL DAN ASAM ASETAT
KAPASITAS PRODUKSI 10.000 TON/TAHUN**

TUGAS AKHIR

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



Oleh :

Nama : Drian Permana

Nama : Rizky Aditya

No. Mahasiswa : 05 521 042

No.Mahasiswa : 05 521 026

**KONSENTRASI TEKNIK KIMIA
PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2011**

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL PRA RANCANGAN PABRIK

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama	: Drian Permana	Nama	: Rizky Aditya
No. Mahasiswa	: 05 521 042	No. Mahasiswa	: 05 521 026

Yogyakarta, Maret 2011

Menyatakan bahwa seluruh hasil Pra Rancangan Pabrik ini adalah hasil karya sendiri. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa ada beberapa bagian dari karya ini adalah bukan hasil karya sendiri, maka saya siap menanggung resiko dan konsekuensi apapun.
Demikian surat pernyataan ini saya buat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Tanda Tangan,

Tanda Tangan,

Drian Permana

Rizky Aditya

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

PRA RANCANGAN PABRIK AMIL ASETAT
DARI AMIL ALKOHOL DAN ASAM ASETAT
KAPASITAS PRODUKSI 10.000 TON/TAHUN

TUGAS AKHIR

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



Oleh :

Nama : Drian Permana

Nama : Rizky Aditya

No. Mahasiswa : 05 521 042

No. Mahasiswa : 05 521 026

Yogyakarta, Maret 2011

Pembimbing,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Arif Hidayat', is written over a horizontal line.

Arif Hidayat ST.,MT

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PRA RANCANGAN PABRIK AMIL ASETAT DARI AMIL ALKOHOL DAN ASAM ASETAT KAPASITAS PRODUKSI 10.000 TON/TAHUN

TUGAS AKHIR

Oleh :
Nama : Rizky Aditya
No. Mahasiswa : 05 521 026

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

Yogyakarta, Maret 2011

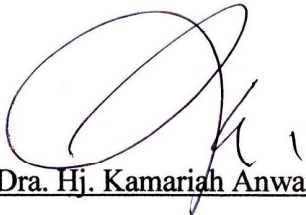
Tim Penguji,

Arif Hidayat ST., MT
Ketua

Bachrun Sutrisno, Ir., M.Sc
Anggota I

Dalyono, S.Teks., MSI
Anggota II

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia


Dra. Hj. Kamariah Anwar, MS.

Dra. Hj. Kamariah Anwar, MS.

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr., Wb.

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik dan karunia-Nya, sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Shalawat dan salam semoga selalu tercurahkan atas junjungan kita Nabi Muhammad S.A.W, sahabat serta para pengikutnya.

Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik yang berjudul **“PRA RANCANGAN PABRIK AMIL ASETAT DARI AMIL ALKOHOL DAN ASAM ASETAT KAPASITAS 10.000 TON/TAHUN”**, disusun sebagai penerapan dari ilmu teknik kimia yang telah didapat selama dibangku kuliah, dan merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Penulisan laporan Tugas Akhir ini dapat berjalan dengan lancar atas bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, melalui kesempatan ini penyusun ingin menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Gumbolo HS.,Ir.,M Sc. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
2. Ibu Dra., Hj. Kamariah Anwar, MS., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

3. Bapak Arif Hidayat ST.,MT. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan dalam penyusunan dan penulisan Tugas Akhir ini.
4. Seluruh civitas akademika di lingkungan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
5. Kedua orang tua dan Keluarga kami tercinta atas do'a, kasih sayang, motivasi dan bimbingannya.
6. My lovely girl Nailufar Safriani for supporting me before the final test
7. Teman-teman yang membantu dalam penyusunan Tugas Akhir ini dengan tulus dan ikhlas.

Kami menyadari bahwa didalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini masih banyak terdapat kekurangan, untuk itu kami mengharapkan kritik dan saran untuk kesempurnaan laporan ini. Akhir kata semoga laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak, Amin.

Wassalamu'alaikum Wr., Wb.

Yogyakarta, Maret 2011

Penyusun

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan Pembimbing	ii
Halaman Pengesahan Penguji	iii
Halaman Pernyataan	iv
Kata Pengantar	v
Daftar Isi	vii
Daftar Tabel	xi
Daftar Gambar	xii
Abstraksi	xiii
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tinjauan Pustaka	5
BAB II. PERANCANGAN PRODUK	
2.1..Spesifikasi Produk	10
2.2..Spesifikasi Bahan Baku	11
2.3..Spesifikasi Bahan Pembantu	12
2.4..Spesifikasi Hasil Samping	13
2.5..Pengendalian Produksi	13
2.5.1. Pengendalian Kualitas	15
2.5.2. Pengendalain Kuantitas	17
BAB III. PERANCANGAN PROSES	
3.1 Uraian Proses	18
3.1.1 Tahap Persiapan Bahan Baku	
	19

3.1.2 Tahap Sintesis (Reaksi)	20
3.1.3 Tahap Pemurnian Produk	21
3.2 Spesifikasi Alat Proses	22
3.3 Perencanaan Produksi	44
3.3.1 Kapasitas Perancangan	44
3.3.2 Perencanaan Bahan Baku dan Peralatan Proses	46

BAB IV. PERANCANGAN PABRIK

4.1 Lokasi Pabrik	50
4.1.1 Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik	50
4.1.2 Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik	52
4.2 Tata Letak Pabrik	53
4.3 Tata Letak Alat Proses	57
4.4 Alir Proses dan Material	62
4.4.1 Perhitungan Neraca Massa	62
4.4.2 Perhitungan Neraca Panas	63
4.5 Pelayanan Teknik (Utilitas)	64
4.5.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air	65
4.5.2 Unit Pembangkit Steam	73
4.5.3 Unit Pembangkit Listrik	75
4.5.4 Unit Penyediaan Bahan Bakar	78
4.5.5 Spesifikasi Alat-Alat Utilitas	79
4.6 Laboratorium	100
4.6.1 Kegunaan Laboratorium	100
4.6.2 Program Kerja Laboratorium	101
4.6.3 Alat-Alat Utama Laboratorium	103
4.7 Organisasi Perusahaan	104
4.7.1 Bentuk Perusahaan	104
4.7.2 Struktur Organisasi Perusahaan	105

4.7.3	Tugas dan Wewenang	109
4.7.3.1	Pemegang Saham	109
4.7.3.2	Dewan Komisaris	109
4.7.3.3	Dewan Direksi	110
4.7.3.4	Staff Ahli	111
4.7.3.5	Kepala Bagian	111
4.7.3.6	Kepala Seksi	114
4.7.4	Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji	120
4.7.5	Pembagian Jam Kerja Karyawan	120
4.7.5.1	Jadwal Non Shift	121
4.7.5.2	Jadwal Shift	121
4.7.6	Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji	122
4.7.6.1	Penggolongan Jabatan	122
4.7.6.2	Perincian Jumlah Karyawan	123
4.7.6.3	Sistem Gaji Pegawai	124
4.7.7	Kesejahteraan Sosial Karyawan	125
4.7.8	Manajemen Produksi	127
4.8	Analisis Ekonomi	128
4.8.1	Penaksiran Harga Peralatan	129
4.8.2	Dasar Perhitungan	131
4.8.3	Perhitungan Biaya	132
4.8.3.1	<i>Capital Investment</i>	132
4.8.3.2	<i>Manufacturing Cost</i>	132
4.8.3.3	<i>General Expense</i>	133
4.8.4	Analisa Kelayakan	133
4.8.4.1	<i>Percent Return Of Investment (ROI)</i>	133
4.8.4.2	<i>Pay Out Time (POT)</i>	134
4.8.4.3	<i>Discounted Cash Flow Of Return (DCFR)</i>	134
4.8.4.4	<i>Break Even Point (BEP)</i>	134
4.8.4.5	<i>Shut Down Point (SDP)</i>	135

4.8.5 Hasil Perhitungan	135
4.8.5.1 Penentuan <i>Total Capital Investment</i> (TCI)	135
4.8.5.2 Biaya Produksi Total (<i>Total Production Cost</i>) ...	137
4.8.5.3 Keuntungan (<i>Profit</i>)	138
4.8.5.4 Analisis Kelayakan	139

BAB V. KESIMPULAN	143
--------------------------------	------------

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN





DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Data Impor Amil Asetat Indonesia.	2
Tabel 1.2 Perkiraan Kebutuhan Amil Asetat	3
Tabel 1.3 Produsen Amil Asetat Luar Negeri.....	4
Tabel 1.4 Sifat – Sifat Amil Asetat	9
Tabel 4.1. Perincian Luas Tanah Bangunan Pabrik	55
Tabel 4.2 Neraca Massa Reaktor 1	62
Tabel 4.3 Neraca Massa Reaktor 2	62
Tabel 4.4 Neraca Massa Dekanter	63
Tabel 4.5 Neraca Massa Menara Destilasi	63
Tabel 4.6 Neraca Panas Reaktor 1	63
Tabel 4.7 Neraca Panas Reaktor 2	64
Tabel 4.8 Neraca Panas Dekanter	64
Tabel 4.9 Neraca Panas Menara Destilasi	64
Tabel 4.10. Kebutuhan Air Pendingin	73
Tabel 4.11. Kebutuhan <i>Steam</i>	74
Tabel 4.12. Kebutuhan Listrik Alat Proses	76
Tabel 4.13. Kebutuhan Listrik Utilitas	77
Tabel 4.14. Penggolongan Jabatan	122
Tabel 4.15. Jumlah Karyawan Pada Masing-Masing Bagian	123
Tabel 4.16. Perincian Golongan dan Gaji	125
Table 4.17. Indeks Harga Alat Pada Berbagai Tahun	130
Tabel 4.18 <i>Fixed Capital Investment</i>	135
Tabel 4.19. <i>Working Capital</i>	136
Tabel 4.20. <i>Manufacturing Cost</i>	136
Tabel 4.21. <i>General Expense</i>	138

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Grafik Hubungan Antara Kebutuhan Amil Asetat dan Tahun	2
Gambar 3.1. Diagram Alir Kuantitatif.....	48
Gambar 3.2. Diagram Alir Kualitatif	49
Gambar 4.1. Tata Letak Pabrik Amil Asetat	56
Gambar 4.2. Tata Letak Peralatan Pabrik Amil Asetat	61
Gambar 4.3. Sistem Pengolahan Air dan Steam	72
Gambar 4.4. Struktur Organisasi Perusahaan	108
Gambar 4.5. Grafik Index Harga	130
Gambar 4.6 Grafik BEP dan SDP	141



ABSTRACT

Preliminary design of Amyl Acetate with capacity 10.000 ton/year is plant to be built in Palembang, South Sumatera in the area of land 18.625 m². This chemical plant will be operated for 330 day/year or 24 hours a day with 167 employees.

Raw material needed is Amyl Alcohol 966,8330 Kg/hour, Acetate Acid 592,5236 Kg/hour and Sulfuric Acid 9,6163 Kg/hour. The production process will be operated at temperature 100°C, at pressure about of 1 atm using Continuous Stirred Tank Reaktor (CSTR) with yield 90 % . The utiliy consist of 40.809,5228 kg/hour of cooling water; 3.541,6667 kg/hour of housing water; 527,3897 kg/hour of steam; 11,3264 Lt/hour of Industrial Diesel Oil (IDO); 10,0228 Lt/hour of fuel oil while the power of electricity of about 194 Kwh provided by PLN. This chemical plant also use generator set as reserve.

Economic analysis shows thats this chemical plant need to be covered by fixed capital of about Rp 68.948.522.794,24; working capital of about Rp 71.611.039.675,09. The profit before tax is Rp 26.470.233.505,73 while the profit after tax is Rp 12.705.712.081,79. Percentage of return on investement (ROI) before tax is 38,3913 % while after tax is 18,4278 %. Pay out time (POT) before tax is 2,0665 years while after tax is 3,5177 years. The value of break even point (BEP) is 46,49 % and shut down point (SDP) is 28,37 % with Discounted Cash Flow Rate (DCFR) is 42,29 %. Based on the economic analysis, It is concluded that plant design of Amyl Acetate with capacity 10.000 ton/years visible to be built.

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 1998. Berbagai cara dilakukan pemerintah untuk meningkatkan taraf hidup masyarakat serta mengurangi kemiskinan dan pengangguran yang melanda sebagian penduduk di negeri ini. Hal ini dapat dilakukan antara lain dengan melakukan berbagai macam kegiatan pembangunan serta meningkatkan swasembada di segala bidang. Bila hal ini dapat terwujud maka bangsa Indonesia dapat bersaing dengan negara lain dalam menghadapi era globalisasi pasar bebas.

Pendirian pabrik amil asetat merupakan salah satu upaya untuk mengurangi impor atau ketergantungan terhadap suatu barang dari luar negeri. Amil asetat merupakan salah satu ester asetat yang memiliki rumus bangun $\text{CH}_3\text{COOC}_5\text{H}_{11}$. Di dalam industri kimia amil asetat banyak digunakan sebagai bahan *intermediate* maupun sebagai bahan baku. Bahkan dalam industri pembuatan selulosa nitrat, ethyl selulosa dan polyvinyl asetat, amil asetat banyak digunakan sebagai *solvent* (pelarut). Selain untuk industri kimia, amil asetat juga banyak digunakan dalam industri farmasi dan industri makanan, terutama digunakan untuk ekstraksi dan pemurnian pada penisilin (antibiotik). Selain itu, amil asetat juga banyak digunakan pada pembuatan film fotografi, proses *dry cleaning*, *flavouring agents* pada industri makanan dan minuman serta pembuatan parfum.

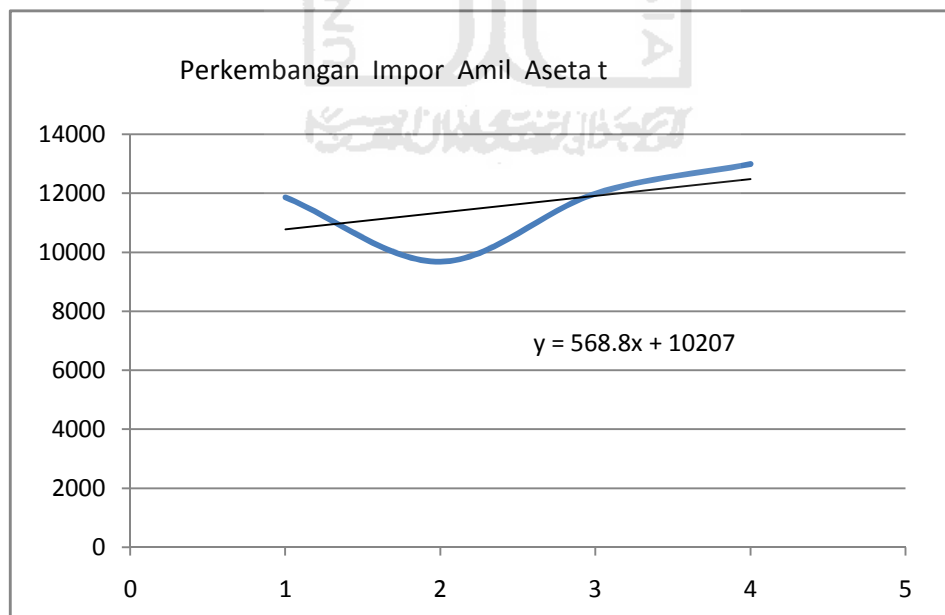
Selama ini kebutuhan amil asetat di Indonesia masih di impor luar terutama Jepang. Kebutuhan amil asetat dari tahun ke tahun cenderung mengalami peningkatan, hal ini sejalan dengan meningkatnya penggunaan amil asetat pada industri kimia dan industri farmasi. Hal ini tampak dari tabel impor amil asetat dari tahun 2004 – 2007 sebagai berikut :

Tabel 1.1 Data Impor Amil Asetat Indonesia

2004	11862.336 Ton
2005	9677.926 Ton
2006	11988.31 Ton
2007	12988.31 Ton

Sumber : Badan Pusat Statistik, Yogyakarta

Gambar 1.1 Grafik Hubungan Antara Kebutuhan Amil Asetat dan Tahun



Tabel 1.2 Perkiraan Jumlah Kebutuhan Amil Asetat di Indonesia sampai dengan Tahun 2015

No	Tahun	Ton
1	2008	13051
2	2009	13619.8
3	2010	14188.6
4	2011	14757.4
5	2012	15326.2
6	2013	15895
7	2014	16463.8
8	2015	17032.6

Berdasarkan data di atas, diperkirakan kebutuhan amil asetat akan terus meningkat pada tahun-tahun mendatang sejalan dengan berkembangnya industri yang menggunakan amil asetat sebagai bahan baku. Dan di Indonesia sampai saat ini belum ada pabrik amil asetat yang berdiri.

Untuk memproduksi amil asetat diperlukan informasi pasar luar negeri karena peluang ekspor produk ini sangat besar. Berikut adalah tabel permintaan pasar dunia:

Tabel 1.3 Produsen Amil Asetat Luar Negeri

No.	Produsen	Kapasitas (ton/tahun)
1	Commercial Solvent Corporation.	330.000
2	Chino Mines, Hurley, N M.	225.000
3	Climax Molybdenum, Ft.Madison, Iowa.	100.000
4	Frizche Bros, New Jersey.	15.000
5	Kennecott. U. Copper, Magna, Utah.	240.000
6	Langeloth Metallurgical, Langeloth, Pensylvania.	40.000
7	Newmont Gold, Carlin, Nevada.	195.000
8	Pasminco, Clarkesville, Tennesse.	150.000
9	Publicker Industries, Inc, Pensylvania.	205.000
10	Zinc Corporation, Monaco, Pensylvania.	110.000
	Total	1.610.000

(Mc Ketta, 1977)

Dari produksi amil asetat yang telah ada, kapasitas terkecil pabrik amil asetat adalah 15.000 ton/tahun yang diproduksi oleh Frizche Bros, New Jersey dan kapasitas terbesar pabrik amil asetat adalah 330.000 ton/tahun yang diproduksi oleh Commercial Solvent Corporation.

Dilihat dari kegunaan amil asetat yang cukup banyak dalam pembangunan disegala bidang, maka akan lebih menguntungkan bagi bangsa Indonesia untuk memproduksi amil asetat sendiri daripada mengimpor dari negara lain. Untuk itu, pabrik amil asetat ini akan menjalin kerjasama dengan pabrik-pabrik di Indonesia

yang membutuhkan amil asetat baik sebagai bahan baku, bahan pembantu maupun sebagai bahan intermediate. Adapun pabrik-pabrik tersebut adalah pabrik polyvinyl asetat, pabrik ethylen dan pabrik penicilin.

Berdasarkan pertimbangan faktor-faktor di atas, maka perancangan pabrik amil asetat dari amil alkohol dan asam asetat ditetapkan berkapasitas 10.000 ton/tahun.

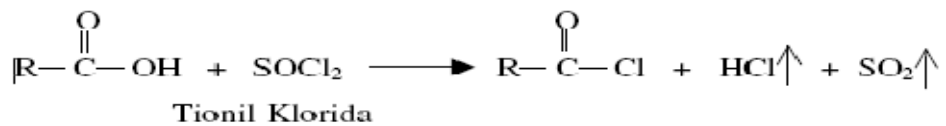
1.2 Tinjauan Pustaka

Amil asetat adalah ester yang terbentuk melalui proses esterifikasi sedangkan proses esterifikasinya dapat dilakukan dengan berbagai cara antara lain:

- a. Pembuatan ester dari asil halida
- b. Pembuatan ester dari asam anhidrid
- c. Pembuatan ester dari asam amino
- d. Pembuatan ester dari garam dan alkil halida
- e. Pembuatan ester dari asam nitrat
- f. Pembuatan ester dari karbon monoksida
- g. Pembuatan ester dari asam organic

A. Pembuatan ester dari asil halida

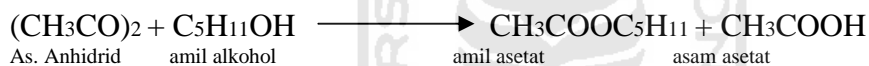
Asil halida adalah turunan asam karboksilat yang paling reaktif. Asil klorida lebih murah dibandingkan dengan asil halida lain. Asil halide biasanya dibuat dari asam dengan tionil klorida atau fosfor pentaklorida.



(Hart Harlod, 1990)

B. Pembuatan ester dari asam anhidrid

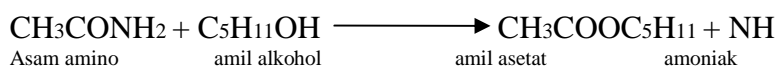
Reaksi yang terjadi adalah :



Pada proses ini terdapat kelebihan dan kekurangan. Di mana kekurangannya adalah hasil samping yang dihasilkan berupa asam asetat sehingga dapat menyebabkan kemurnian amil asetat menjadi rendah dan reaksi dapat mengubah sifat ester. Kelebihannya adalah jika ditambahkan katalis (asam sulfat, *zinc clorida*, sodium asetat) reaksi lebih cepat dibandingkan reaksi sejenis lainnya.

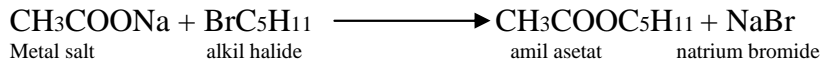
C. Pembuatan ester dari asam amino

Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :



Kekurangan pada reaksi adalah reaksi hanya dapat berjalan pada temperatur tinggi dan hasil samping berupa amoniak, sedangkan kelebihan adalah reaksi ini mempunyai konversi yang tinggi.

D. Pembuatan ester dari garam dan alkil halide



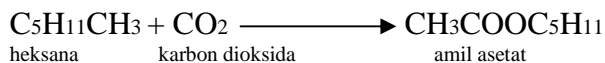
Reaksi mempunyai kekurangan yaitu bahan baku yang digunakan sifatnya mudah menguap, reaksinya sangat lambat dan mempunyai hasil samping berupa NaBr.

E. Pembuatan ester dari asam nitrat



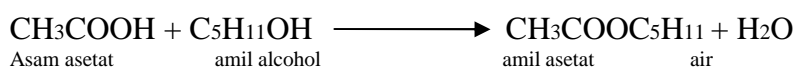
Kekurangan dari reaksi adalah hasil samping yang terbentuk adalah NH₃, reaksi berjalan sangat lambat dan reaksi lebih kompleks jika di banding reaksi yang lain, sedangkan kelebihan dari reaksi ini adalah reaksi dapat berjalan pada suhu dan tekanan yang rendah sehingga dapat mengurangi bahaya ledakan pada saat reaksi.

F. Pembuatan ester dari karbon monoksida



Dari reaksi, kerugian yang ditimbulkan dari adalah CO₂ merupakan bahan baku yang beracun, reaksi hanya dapat berjalan jika tekanan dan temperatur reaksi tinggi, sedangkan keuntungannya adalah kemurnian amil asetat yang dihasilkan tinggi dan tidak menghasilkan produk samping.

G. Pembuatan ester dari asam organik



Dari reaksi kerugian yang ditimbulkan adalah terbentuknya hasil samping yaitu air (H_2O), sedangkan kelebihan adalah pada suhu dan tekanan yang relatif rendah reaksi dapat berjalan dengan baik, bahan baku tidak beracun dan reaksi berjalan *reversible*

Menurut kelebihan dan kekurangan yang dimiliki oleh masing-masing reaksi amil asetat maka dipilih pembuatan amil asetat dari asam organik (asam asetat) dan alkohol (amil alkohol) dengan pertimbangan bahan baku tidak korosif dan tidak beracun.

Amil asetat merupakan ester yang terbentuk melalui proses esterifikasi antara asam asetat dan amil alkohol dengan menggunakan katalis asam sulfat. Asam asetat, amil alkohol (10% *excess*) dan 0,1% asam sulfat direaksikan dalam sebuah vessel. Saat seluruh air hasil reaksi dan sebagian besar alkohol terpisahkan, amil asetat didistilasi dan disimpan. Yield reaksi tergantung dari asam asetat yang terkonversi, biasanya mencapai 90%. Amil asetat dagang memiliki kemurnian antara 85% - 88%, sedangkan kemurnian amil asetat murni mencapai 95% - 99%. (*Industrial Chemical, Faith & Keyes, 1961*)

Pada perancangan pabrik amil asetat ini, kita memilih menggunakan proses pembuatan ester dari asam organik. Selain hasil samping dari proses adalah air, pengoperasian pabrik relatif rendah, serta bahan baku yang tidak beracun. Maka kita menyimpulkan bahwa proses ini beresiko rendah, efektif dan ekonomis. Dan karena kita menginginkan pabrik ini didirikan di Palembang, bahan baku untuk proses pembuatan ini pun mudah didapat. Penyediaannya sudah ada di

beberapa wilayah di Sumatera. Proses esterifikasi yang melibatkan asam asetat pada umumnya dilakukan pada fase cair dengan penambahan sejumlah katalis berupa asam kuat, seperti asam sulfat. (*Kirk Othmer, 1978*)

Tabel 1.4 Sifat – Sifat Amil Asetat

Nama kimia	Amyl asetat
Rumus kimia	$\text{CH}_3\text{COOC}_5\text{H}_{11}$
Berat molekul	130,18 kg/kmol
<i>Melting point</i>	-70,8°C
<i>Boiling point</i>	148,4°C
Densitas	0,879 kg/Lt
<i>Solubility</i>	<ul style="list-style-type: none">• <i>Water : very slighty soluble</i>• <i>Alcohol : ~</i>• <i>Ether : ~</i>

Sumber : [http://en.wikipedia.org/wiki/Amyl acetate](http://en.wikipedia.org/wiki/Amyl_acetate)

BAB II

PERANCANGAN PRODUK

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

2.1 Spesifikasi Produk

1. Amil Asetat

- Kenampakan : cairan tak berwarna
- Kemurnian : 99 %
- Rumus Molekul : $\text{CH}_3\text{COOC}_5\text{H}_{11}$
- Berat Molekul : 130
- *Melting Point* : $-70,8^\circ\text{C}$
- *Boiling Point* : $148,4^\circ\text{C}$
- Densitas : 0,872 kg/L
- Kapasitas Panas : 63,83 cal/gmol $^\circ\text{C}$
- Panas Pembentukan : -155,54 kcal/gmol
- *Spesific Gravity* : 0,879
- *Solubility* : - Water : sangat sedikit
- Alkohol : ~
- Ether : ~

2.2 Spesifikasi Bahan Baku

1. Amil Alkohol

- Kenampakan : cairan tak berwarna
- Kemurnian : 90 %
- Rumus Molekul : $C_5H_{11}OH$
- Berat Molekul : 88
- *Melting Point* : $-78,4\text{ }^{\circ}C$
- *Boiling Point* : $137,9\text{ }^{\circ}C$
- Densitas : 0,812 kg/L
- Kapasitas Panas : $49,8\text{ kcal/kmol }^{\circ}K$
- Panas Pembentukan : -85 kcal/gmol
- *Specific Gravity* : 0,879
- *Solubility* : - *Water* : sedikit larut
- Alkohol : ~
- Ether : ~

2. Asam Asetat

- Kenampakan : cairan tak berwarna
- Kemurnian : 99 %
- Rumus Molekul : CH_3COOH
- Berat Molekul : 60
- *Melting Point* : $16,7\text{ }^{\circ}C$
- *Boiling Point* : $118,1\text{ }^{\circ}C$
- Densitas : 1,043 kg/L

- Kapasitas Panas : 29,7 kcal/kmol °K
- Panas Pembentukan : -115,71 kcal/gmol
- *Specific Gravity* : 1,049
- *Solubility* : - *Water* : ~
- *Alkohol* : ~
- *Ether* : ~

2.3 Spesifikasi Bahan Pembantu

1. Asam Sulfat

- Kenampakan : cairan
- Kemurnian : 10 %
- Rumus Molekul : H_2SO_4
- Berat Molekul : 98
- *Melting Point* : 10,48 °C
- *Boiling Point* : 340 °C
- Densitas : 1,833 kg/L
- Kapasitas Panas : 31,79 cal/gmol °C
- Panas Pembentukan : -330,9 kcal/gmol
- *Specific Gravity* : 1,834
- *Solubility* : - *Water* : ~
- *Alkohol* : ~
- *Ether* : ~

2.4 Spesifikasi Hasil Samping

1. Air

- Kenampakan : cairan tak berwarna
- Rumus Molekul : H₂O
- Berat Molekul : 18
- *Melting Point* : 0 °C
- *Boiling Point* : 100 °C
- Densitas : 1,027 kg/L
- Kapasitas Panas : 18 kcal/kmol °K
- Panas Pembentukan : -68,32 kcal/gmol

2.5 Pengendalian Produksi

Pengendalian produksi dilakukan untuk menjaga kualitas produk yang akan dihasilkan, dan ini sudah harus dilakukan sejak dari bahan baku sampai menjadi produk. Selain pengawasan mutu bahan baku, bahan pembantu, produk setengah jadi maupun produk penunjang mutu proses. Semua pengawasan mutu dapat dilakukan analisa di laboratorium maupun menggunakan alat kontrol.

Pengendalian dan pengawasan jalannya operasi dilakukan dengan alat pengendalian yang berpusat di *control room*, dilakukan dengan cara *automatic control* yang menggunakan indikator. Apabila terjadi penyimpangan pada indikator dari yang telah ditetapkan atau disett baik itu *flow rate* bahan baku atau produk, *level control*, maupun *temperature control*, dapat diketahui dari sinyal atau tanda yang diberikan yaitu nyala lampu, bunyi alarm dan sebagainya. Bila

terjadi penyimpangan, maka penyimpangan tersebut harus dikembalikan pada kondisi atau *set* semula baik secara manual atau otomatis.

Beberapa alat kontrol yang dijalankan yaitu, kontrol terhadap kondisi operasi baik tekanan maupun temperatur. Alat control yang harus diset pada kondisi tertentu antara lain :

➤ *Level Control*

Merupakan alat yang dipasang pada bagian samping tangki. Jika belum sesuai dengan kondisi yang ditetapkan, maka akan timbul tanda/ isyarat berupa suara dan nyala lampu.

➤ *Flow Rate*

Merupakan alat yang dipasang pada aliran bahan baku, aliran masuk dan aliran keluar proses.

➤ *Temperature Control*

Merupakan alat yang dipasang di dalam alat proses yang memerlukan pengendalian suhu. Jika belum sesuai dengan kondisi yang ditetapkan, maka akan timbul tanda/isyarat berupa suara dan nyala lampu.

Jika pengendalian proses dilakukan terhadap kerja pada suatu harga tertentu supaya dihasilkan produk yang memenuhi standar, maka pengendalian mutu dilakukan untuk mengetahui apakah bahan baku dan produk telah sesuai dengan spesifikasi. Setelah perencanaan produksi disusun dan proses produksi dijalankan perlu adanya pengawasan dan pengendalian produksi agar proses berjalan dengan baik.

Kegiatan proses produksi diharapkan menghasilkan produk yang mutunya sesuai dengan standard dan jumlah produksi yang sesuai dengan rencana serta waktu yang tepat sesuai jadwal, untuk itu perlu dilakukan pengendalian produksi sebagai berikut :

2.5.1 Pengendalian Kualitas

Penyimpangan kualitas terjadi karena mutu bahan baku tidak baik, kesalahan operasi dan kerusakan alat. Penyimpangan dapat diketahui dari hasil monitor atau analisa pada bagian Laboratorium Pemeriksaan. Pengendalian kualitas (*Quality Control*) pada pabrik amil asetat ini meliputi :

1. Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Pengendalian kualitas dari bahan baku dimaksudkan untuk mengetahui sejauh mana kualitas bahan baku yang digunakan, apakah sudah sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan untuk proses. Apabila setelah dianalisa ternyata tidak sesuai, maka ada kemungkinan besar bahan baku tersebut akan dikembalikan kepada *supplier*.

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

- Kemurnian dari bahan baku amil alkohol dan asam asetat
- Kadar air

2. Pengendalian Kualitas Bahan Pembantu

Bahan-bahan pembantu untuk proses pembuatan amil asetat di pabrik ini juga perlu dianalisa untuk mengetahui sifat-sifat fisisnya, apakah sudah sesuai dengan spesifikasi dari masing-masing bahan untuk membantu kelancaran proses.

Bahan-bahan tersebut antara lain :

- Asam sulfat (H_2SO_4) sebagai katalisator
- Ammonia sebagai pendingin
- Solar sebagai bahan bakar diesel (genset).
- *Fuel oil* sebagai bahan bakar boiler

3. Pengendalian Kualitas Produk

Untuk memperoleh mutu produk standar maka diperlukan pengawasan serta pengendalian terhadap proses yang ada. Pengendalian dan pengawasan jalannya produksi dilakukan dengan cara *automatic control* yang menggunakan beberapa indikator. Beberapa kontrol yang dilakukan yaitu :

a Kontrol terhadap produk

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

b Kontrol terhadap kondisi operasi

- Mengontrol suhu
- Mengontrol tekanan

Alat kontrol yang digunakan dikondisikan pada harga tertentu.

a 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.

b Suhu

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

c Tekanan

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

2.5.2 Pengendalian Kuantitas

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

BAB III

PERANCANGAN PROSES

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

3.1 Uraian Proses

Amil asetat merupakan hasil esterifikasi dari amil alkohol dan asam asetat dalam fase cair dengan persamaan reaksi sebagai berikut :



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 dibandingkan HCl.

Reaksi berlangsung secara *irreversible* pada 95-100°C dengan tekanan 1 atm dengan mengikuti reaksi orde 1 karena salah satu komponen umpan yaitu amil alkohol dibuat eksese 10 %. (*Industrial Chemical, Faith & Keyes, 1961*)

Data kecepatan reaksi esterifikasi asam asetat dan amil alkohol menjadi amil asetat adalah $k = 0,1995$ /jam dengan persamaan reaksi sebagai berikut :

$$(-r_a) = k [\text{CH}_3\text{COOH}]$$

Reaksi esterifikasi amil asetat terjadi dengan menyerap panas (endotermis) sehingga panas diambil dari sekelilingnya dan reaksi tidak mengalami perubahan terhadap suhu (isothermal). Untuk mempertahankan kondisi suhu reaksi perlu

dilakukan pemanasan. Reaksi esterifikasi amil asetat dapat berlangsung baik dengan komposisi dan kondisi operasi :

Mol amil alkohol : mol asam asetat	= 1,1 : 1
B/A	= 1,1
H ₂ SO ₄	= 10 %
Tekanan	= 1 atm
Konversi Maksimum	= 90 %

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

1. Tahap persiapan bahan baku
2. Tahap sintesis (reaksi)
3. Tahap pemisahan atau pemurnian

3.1.1 Tahap Persiapan Bahan Baku

Bahan baku amil alkohol 90 % setelah diambil dari produsen dialirkan dan kemudian disimpan dalam tangki penyimpanan (TP-01) untuk persediaan 1 minggu pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm dengan kapasitas amil alkohol sebanyak 870,1497 kg/jam dan air sebanyak 96,6833 kg/jam.

Bahan baku asam asetat 99 % setelah diambil dari produsen dialirkan dan kemudian disimpan dalam tangki penyimpanan (TP-02) untuk persediaan 1 minggu pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm dengan kapasitas asam asetat sebanyak 586,5983 kg/jam dan air sebanyak 5,9252 kg/jam.

Katalisator asam sulfat 10 % diambil dari produsen dialirkan dan kemudian disimpan dalam tangki penyimpanan (TP-03) untuk persediaan 1 minggu pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm dengan kapasitas 0,9616 kg/jam dan air sebanyak 8,6547 kg/jam.

3.1.2 Tahap Sintesis (Reaksi)

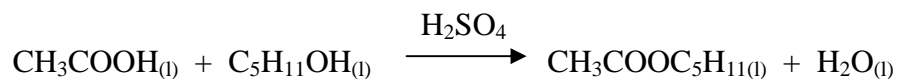
Umpan segar amil alkohol 90 % dari tangki penyimpanan (TP-01) dialirkan menggunakan pompa (P-01) ke alat penukar panas (HE-01). Asam asetat 99 % dari tangki penyimpanan (TP-02) dialirkan dengan pompa (P-02) menuju ke alat penukar panas (HE-02). Katalisator asam sulfat 10 % dialirkan dari tangki penyimpanan (TP-03) menggunakan pompa (P-03) ke alat penukar panas (HE-03) dan larutan hasil *recycle* dari menara destilasi (MD-01) dialirkan menggunakan pompa (P-07) ke alat penukar panas (CL-02). Setelah suhu mencapai 100°C, 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. Reaksi bersifat endotermis maka untuk mempertahankan agar suhu tetap konstan, reaktor dilengkapi dengan koil pemanas yang dialiri steam.

Berdasarkan optimasi jumlah reaktor diperoleh jumlah reaktor yang paling optimum yaitu dengan harga yang paling ekonomis adalah 2 buah reaktor yang disusun secara seri.

Di dalam reaktor 1 (R-01) terjadi reaksi antara amil alkohol, asam asetat dan larutan *recycle* dengan bantuan katalis asam sulfat. Hasil keluaran dari R-01

dialirkan dengan pompa (P-04) menuju reaktor 2 (R-02) yang dijalankan pada suhu 100°C dan tekanan 1 atm. Konversi total yang terjadi pada kedua RATB yang disusun seri tersebut mencapai 90 %. Waktu tinggal yang diperlukan larutan dalam reaktor masing-masing selama 10,8394 jam. Reaksi yang terjadi dalam reaktor adalah :



3.1.3 Tahap Pemurnian Produk

Hasil keluaran dari R-02 dialirkan dengan pompa (P-05) ke alat penukar panas (CL-01) sehingga suhu larutan turun menjadi 40°C, kemudian masuk ke dekanter (D-01) untuk memisahkan larutan menjadi 2 fase yang berupa fase ringan (*light phase*) dan fase berat (*heavy phase*). Pemisahan ini berdasarkan perbedaan berat jenis (densitas) dan kelarutan komponen pada suhu 40°C dan tekanan 1 atm. *Light phase* dialirkan dengan pompa (P-06) ke alat penukar panas (HE-04) sehingga suhu larutan naik menjadi 144,87°C, kemudian masuk ke menara destilasi (MD-01). Sedangkan *Heavy Phase* dialirkan dengan pompa (P-08) menuju ke Unit Pengolahan Limbah (UPL).

Di MD-01 terjadi pemisahan berdasarkan titik didih. Komponen yang memiliki titik didih yang lebih kecil dari suhu MD-01 akan menguap dan menjadi hasil atas MD-01, hasil ini akan *direcycle*. Umpan *recycle* dialirkan dengan pompa (P-07) ke alat penukar panas (CL-02) sehingga suhu larutan turun menjadi 100°C, kemudian masuk ke R-01. Komponen yang memiliki titik didih lebih besar akan mengalir ke bawah dan menjadi hasil bawah MD-01, hasil ini merupakan

produk yang berupa amil asetat 99 % dengan impuritis amil alkohol 1%. Setelah tekanannya diturunkan menjadi 1 atm dengan cara memperbesar diameter pipa dan suhunya turun menjadi 30°C menggunakan alat penukar panas (CL-03), hasil bawah MD-01 dialirkan menuju tangki penyimpanan produk (TP-04). Menara destilasi beroperasi pada suhu 144,8704°C dan tekanan 1,1 atm. Kondisi atas MD-01 terjadi pada suhu 128, 5858°C dan tekanan 1 atm. Sedangkan kondisi bawah MD-01 terjadi pada suhu 155,4855°C dan tekanan 1,2 atm.

3.2 Spesifikasi Alat Proses dan Utilitas

1. Tangki 1 (TP-01)

- Fungsi : Menyimpan bahan baku amil alkohol untuk kebutuhan proses selama 1 minggu dengan laju kebutuhan 966,8330 kg/jam.
- Jenis : Tangki silinder tegak dengan *flat bottomed* dan *conical roof*.
- Jumlah : 1 buah
- Kondisi operasi : Tekanan : 1 atm
Suhu : 30°C
- Bahan konstruksi: *Carbon Steel SA 283 Grade C*
- Volume tangki : 259,6623 m³
- Dimensi tangki : Diameter : 7,6200 m
Tinggi : 7,3152 m
- Harga : US \$ 75.845,2946

2. Tangki 2 (TP-02)

- Fungsi : Menyimpan bahan baku asam asetat untuk kebutuhan proses selama 1 minggu dengan laju kebutuhan 592,5236 kg/jam.
- Jenis : Tangki silinder tegak dengan *flat bottomed* dan *conical roof*.
- Jumlah : 1 buah
- Kondisi operasi : Tekanan : 1 atm
Suhu : 30°C
- Bahan konstruksi: *Stainless Steel SA 167 Grade C Type 304*
- Volume tangki : 95,9217 m³
- Dimensi tangki : Diameter : 6,0960 m
Tinggi : 4,4864 m
- Harga : US \$ 65.722,8853

3. Tangki 3 (TP-03)

- Fungsi : Menyimpan katalis asam sulfat untuk kebutuhan proses selama 1 minggu dengan laju kebutuhan 9,6163 kg/jam.
- Jenis : Tangki silinder tegak dengan *flat bottomed* dan *conical roof*.
- Jumlah : 1 buah

- Kondisi operasi : Tekanan : 1 atm
Suhu : 30°C
- Bahan konstruksi: *Stainless Steel SA 167 Grade C Type 304*
- Volume tangki : 1,9921 m³
- Dimensi tangki : Diameter : 3,0480 m
Tinggi : 1,5240 m
- Harga : US \$ 5.442,5524

4. Tangki 4 (TP-04)

- Fungsi : Menyimpan produk amil asetat selama 1 minggu dengan kapasitas 1262,6263 kg/jam.
- Jenis : Tangki silinder tegak dengan *flat bottomed* dan *conical roof*.
- Jumlah : 1 buah
- Kondisi operasi : Tekanan : 1 atm
Suhu : 30°C
- Bahan konstruksi: *Carbon Steel SA 283 Grade C*
- Volume tangki : 693,9664 m³
- Dimensi tangki : Diameter : 10,9728 m
Tinggi : 10,6680 m
- Harga : US \$ 182.400,1230

5. Reaktor 1 (R-01)

- Fungsi : Mereaksikan amil alkohol dan asam asetat dengan menggunakan katalis asam sulfat untuk menghasilkan amil asetat dan air.
- Jenis : Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB)
- Jumlah : 1 buah
- Kondisi operasi : Tekanan : 1 atm
Suhu : 100°C
- Bahan konstruksi : *Stainless Steel SA 167 Grade C Type 304*
- Volume reaktor : 21,9152 m³
- Dimensi : Diameter : 2,2352 m
Tinggi : 6,7055 m
- Tebal *shell* : 0,0064 m (1/4 in)
- Tebal *head* : 0,0079 m (5/16 in)
- Jenis *head* : *Torispherical Dished Head*
- Tebal isolasi : 41,2426 cm
- Jenis isolasi : Asbestos
- Diameter koil : 0,1143 m
- Panjang koil : 21,1495 m
- Jumlah koil : 3 lilitan
- Tinggi tumpukan koil : 3,0577 m
- Jumlah *baffle* : 4 buah
- Lebar *baffle* : 0,3800 m

- Jenis pengaduk : *Six Blades Turbine*
- Jumlah pengaduk : 2 buah
- Diameter pengaduk : 0,7451 m
- Jumlah sudu : 6 buah
- Kecepatan putar : 157,0429 rpm
- Harga : US \$ 114.720,1778

6. Reaktor 2 (R-02)

- Fungsi : Mereaksikan amil alkohol dan asam asetat dengan menggunakan katalis asam sulfat untuk menghasilkan amil asetat
- Jenis : Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB)
- Jumlah : 1 buah
- Kondisi operasi : Tekanan : 1 atm
Suhu : 100°C
- Bahan konstruksi : *Stainless Steel SA 167 Grade C Type 304*
- Volume reaktor : 21,9152 m³
- Dimensi : Diameter : 2,2352 m
Tinggi : 6,7055 m
- Tebal *shell* : 0,0064 m (1/4 in)
- Tebal *head* : 0,0079 m (5/16 in)
- Jenis *head* : *Torispherical Dished Head*
- Tebal isolasi : 41,2426 cm

- Jenis isolasi : Asbestos
- Diameter koil : 0,0602 m
- Panjang koil : 12,4440m
- Jumlah koil : 2 lilitan
- Tinggi tumpukan koil : 3,0577 m
- Jumlah *baffle* : 4 buah
- Lebar *baffle* : 0,3800 m
- Jenis pengaduk : *Six Blades Turbine*
- Jumlah pengaduk : 2 buah
- Diameter pengaduk : 0,7451 m
- Jumlah sudu : 6 buah
- Kecepatan putar : 157,1429 rpm
- Harga : US \$ 114.720,1778

7. Dekanter (D-01)

- Fungsi : Memisahkan antara *oil layer* dengan *water layer*.
- Jenis : Silinder vertikal
- Jumlah : 1 buah
- Kondisi operasi : Tekanan : 1 atm
Suhu : 40°C
- Bahan konstruksi : *Stainless Steel SA 167 Grade C Type 304*
- Volume dekanter : 0,3062 m³
- Dimensi : Diameter : 0,5275 m

- Tinggi : 1,5825 m
- Tebal *shell* : 0,0048 m (3/16 in)
- Tebal *head* : 0,0247 m (3/16 in)
- Jenis *head* : *Torispherical Dished Head*
- Waktu settling : 450,3596 detik
- Harga : US \$ 265,8074

8. Menara Distilasi (MD-01)

- Fungsi : Memisahkan amil asetat dari amil alkohol, asam asetat dan air
- Jenis : *Sieve Plate Distillation Tower*
- Jumlah : 1 buah
- Konstruksi bahan : *Stainless Steel SA 167 Grade C Type 304*
- Umpan : Tekanan : 1,1 atm
Suhu : 144,8703°C
- Hasil atas : Tekanan : 1 atm
Suhu : 128,5858°C
- Hasil bawah : Tekanan : 1,2 atm
Suhu : 155,4855°C
- Jumlah plate : Jumlah plate seksi enriching : 26 plate
Jumlah plate seksi stripping : 27 plate
- Dimensi : Diameter : 0,6510 m
Tinggi : 19,08 m

- Perancangan plate
 - Jarak plate : 0,3 m
 - Tinggi *weir* : 50 mm
 - Diameter lubang : 5 mm
 - Tebal plate : 3 mm
 - Jumlah lubang : 1546,1203 buah
- Tebal *shell* : 0,0047 m (3/16 in)
- Tebal *head* : 0,0047 m (3/16 in)
- Jenis *head* : *Torispherical Dished Head*
- *Residence time* : Seksi enriching : 16 s
Seksi stripping : 10 s
- Harga : US \$ 281,2916

9. Kondensor (CD-01)

- Fungsi : Mengembunkan hasil atas MD-01 sebanyak 715,9529 kg/jam menjadi destilat sebanyak 244,2891 kg/jam dan reflux sebanyak 471,6638 kg/jam dengan air pendingin masuk pada 30°C.
- Jenis : *Double pipe Condenser*
- Jumlah : 1 buah
- Kondisi operasi : Tekanan : 1 atm
Suhu : 128,59 °C
- Bahan konstruksi : *Stainless Steel SA 167 Grade C Type 304*

- Aliran fluida : *Hot fluid* : Hasil atas MD-01
Cold fluid : Air pendingin
- Spesifikasi *inner pipe*
 - NPS : 1,25 in
 - OD : 1,66 in
 - ID : 1,38 in
 - *Pressure drop* : 0,0014 psi
- Spesifikasi *annulus*
 - NPS : 2,5 in
 - OD : 2,88 in
 - ID : 2,469 in
 - *Pressure drop* : 0,0043 psi
- Panjang *hairpin* : 12 ft
- Jumlah *hairpin* : 1 buah
- Harga : US \$ 1007,8237

10. Akumulator (ACC-01)

- Fungsi : Menampung sementara embunan dari CD-01 sebanyak 715,9528 kg/jam selama 5 menit
- Jenis : tangki silinder horizontal
- Jumlah : 1 buah
- Kondisi operasi : Tekanan : 1 atm

- Suhu : 128,5857°C
- Bahan konstruksi : *Stainless Steel SA 167 Grade C Type 304*
- Waktu tinggal : 5 menit
- Volume akumulator : 0,0936 m³
- Dimensi : Diameter : 0,7066 m
Panjang : 1,4132 m
- Tebal *shell* : 0,1875 m (3/16 in)
- Tebal *head* : 0,1875 m (3/16 in)
- Jenis *head* : *Torispherical Dished Head*
- Harga : US \$ 868,6267

11. Reboiler (RB-01)

- Fungsi : Menguapkan hasil bawah MD-01 sebanyak 3700,4552 kg/jam menjadi uap sebanyak 2437,8289 kg/jam dan residu sebanyak 1262,6263 kg/jam dengan steam masuk pada 260 °C
- Jenis : *Kettle Reboiler*
- Jumlah : 1 buah
- Kondisi operasi : Tekanan : 1,2 atm
Suhu : 155,49°C
- Bahan konstruksi : *Stainless Steel SA 167 Grade C Type 304*
- Aliran fluida : *Hot fluid* : *Steam*

Cold fluid : Hasil bawah MD-01

- Spesifikasi *inner pipe*
 - NPS : 2 in
 - OD : 2,38 in
 - ID : 2,067 in
 - *Pressure drop* : 0,001 psi
- Spesifikasi *annulus*
 - NPS : 3 in
 - OD : 3,51 in
 - ID : 3,068 in
 - *Pressure drop* : 0,0207 psi
- Panjang *hairpin* : 12 ft
- Jumlah *hairpin* : 1 buah
- Harga : US \$ 304,9785

12. Heat Exchanger 1 (HE-01)

- Fungsi : Memanaskan bahan baku amil alkohol dari TP-01 sebanyak 966,8330 kg/jam dari 30°C menjadi 100°C dengan steam masuk pada 110°C
- Jenis : *Shell and Tube Heat Exchanger*
- Jumlah : 1 buah
- Bahan konstruksi : *Stainless Steel SA 167 Grade C Type 304*
- Aliran fluida : *Hot fluid* : *Steam*

Cold fluid : Bahan baku amil alkohol

- Spesifikasi *tube*
 - Jumlah *tube* : 112 buah
 - Panjang : 12 ft
 - OD : 1 in
 - ID : 0,584 in
 - BWG : 8
 - *Pitch* : 1,25 *Square Pitch*
 - *Pass* : 2
 - *Pressure drop* : $3,53 \cdot 10^{-5}$ psi
- Spesifikasi *shell*
 - IDS : 12
 - *Baffle spacing* : 9
 - *Pass* : 1
 - *Pressure drop* : 1,9377 psi
- Harga : US \$ 8.464,5915

13. *Heat Exchanger 2 (HE-02)*

- Fungsi : Memanaskan bahan baku asam asetat dari TP-02 sebanyak 592,5236 kg/jam dari 30°C menjadi 100°C dengan steam masuk pada 110°C
- Jenis : *Double pipe Condenser*

- Jumlah : 1 buah
- Bahan konstruksi : *Stainless Steel SA 167 Grade C Type 304*
- Aliran fluida : *Hot fluid* : *Steam*
Cold fluid : Bahan baku asam asetat
- Spesifikasi *inner pipe*
 - NPS : 1,25 in
 - OD : 1,66 in
 - ID : 1,38 in
 - *Pressure drop* : 0,0089 psi
- Spesifikasi *annulus*
 - NPS : 2 in
 - OD : 2,38 in
 - ID : 2,067 in
 - *Pressure drop* : 0,0688 psi
- Panjang *hairpin* : 12 ft
- Jumlah *hairpin* : 14 buah
- Harga : US \$ 3.136,8018

14. *Heat Exchanger 3 (HE-03)*

- Fungsi : Memanaskan katalis asam sulfat dari TP-03 sebanyak 9,6163 kg/jam dari 30°C menjadi 100°C dengan steam masuk pada 110°C

- Jenis : *Double pipe Condenser*
- Jumlah : 1 buah
- Bahan konstruksi : *Stainless Steel SA 167 Grade C Type 304*
- Aliran fluida : *Hot fluid* : Steam
Cold fluid : Katalis asam sulfat
- Spesifikasi *inner pipe*
 - NPS : 1,25 in
 - OD : 1,66 in
 - ID : 1,38 in
 - *Pressure drop* : $8,8587 \cdot 10^{-6}$ si
- Spesifikasi *annulus*
 - NPS : 2 in
 - OD : 2,38 in
 - ID : 2,067 in
 - *Pressure drop* : 0,0005 psi
- Panjang *hairpin* : 12 ft
- Jumlah *hairpin* : 1 buah
- Harga : US \$ 259,1429

15. Heat Exchanger 4 (HE-04)

- Fungsi : Memanaskan *oil layer* dari D-01 sebanyak 1506,9154 kg/jam dari 40°C menjadi 144,87°C dengan steam masuk pada 154,44°C
- Jenis : *Double pipe Condenser*
- Jumlah : 1 buah
- Bahan konstruksi : *Stainless Steel SA 167 Grade C Type 304*
- Aliran fluida : *Hot fluid* : Steam
Cold fluid : *oil layer*
- Spesifikasi *inner pipe*
 - NPS : 1,25 in
 - OD : 1,66 in
 - ID : 1,38 in
 - *Pressure drop* : 0,505 psi
- Spesifikasi *annulus*
 - NPS : 2 in
 - OD : 2,38 in
 - ID : 2,067 in
 - *Pressure drop* : 0,4183 psi
- Panjang *hairpin* : 12 ft
- Jumlah *hairpin* : 4 buah
- Harga : US \$ 1.471,7849

16. Cooler 1 (CL-01)

- Fungsi : Mendinginkan hasil keluaran R-02 sebanyak 1813,2620 kg/jam dari 100°C menjadi 40°C dengan air pendingin masuk pada 30°C.
- Jenis : *Double pipe Condenser*
- Jumlah : 1 buah
- Bahan konstruksi : *Stainless Steel SA 167 Grade C Type 304*
- Aliran fluida : *Hot fluid* : Keluaran R-02
Cold fluid : Air pendingin
- Spesifikasi *inner pipe*
 - NPS : 1,25 in
 - OD : 1,66 in
 - ID : 1,38 in
 - *Pressure drop* : 0,0517 psi
- Spesifikasi *annulus*
 - NPS : 2 in
 - OD : 2,38 in
 - ID : 2,067 in
 - *Pressure drop* : 0,5140 psi
- Panjang *hairpin* : 12 ft
- Jumlah *hairpin* : 2 buah
- Harga : US \$ 1.155,2451

17. Cooler 2 (CL-02)

- Fungsi : Mendinginkan hasil atas MD-01 sebanyak 244,2891 kg/jam dari 128,58°C menjadi 100°C dengan air pendingin masuk pada 30°C.
- Jenis : *Double pipe Condenser*
- Jumlah : 1 buah
- Bahan konstruksi : *Stainless Steel SA 167 Grade C Type 304*
- Aliran fluida : *Hot fluid* : Hasil atas MD-01
Cold fluid : Air pendingin
- Spesifikasi *inner pipe*
 - NPS : 1,25 in
 - OD : 1,66 in
 - ID : 1,38 in
 - *Pressure drop* : 0,0014 psi
- Spesifikasi *annulus*
 - NPS : 2 in
 - OD : 2,38 in
 - ID : 2,067 in
 - *Pressure drop* : 0,0357 psi
- Panjang *hairpin* : 12 ft
- Jumlah *hairpin* : 1 buah
- Harga : US \$ 778,6223

18. Cooler 3 (CL-03)

- Fungsi : Mendinginkan hasil bawah MD-01 sebanyak 1262,6263 kg/jam dari 155,48°C menjadi 300°C dengan *refrigerant* masuk pada -25°C.
- Jenis : *Double pipe Condenser*
- Jumlah : 1 buah
- Bahan konstruksi : *Stainless Steel SA 167 Grade C Type 304*
- Aliran fluida : *Hot fluid* : Hasil atas MD-01
Cold fluid : *Refrigerant* amoniak cair
- Spesifikasi *inner pipe*
 - NPS : 1,25 in
 - OD : 1,66 in
 - ID : 1,38 in
 - *Pressure drop* : 0,0247 psi
- Spesifikasi *annulus*
 - NPS : 2 in
 - OD : 2,38 in
 - ID : 2,067 in
 - *Pressure drop* : 0,0917 psi
- Panjang *hairpin* : 12 ft
- Jumlah *hairpin* : 1 buah
- Harga : US \$ 534,6853

19. Pompa 1 (P-01)

- Fungsi : Mengalirkan umpan amil alkohol sebanyak 966,8330 kg/jam dari TP-01 ke R-01.
- Jenis : *Centrifugal Pumps (single stage mixed flow)*.
- Jumlah : 1 buah
- Bahan konstruksi : *Stainless Steel SA 167 Grade C Type 304*
- *Head* : 19,1839 ft
- Kapasitas : 6 GPM
- Power pompa : 0,1394 Hp
- Power motor : 1/6 Hp
- Harga : US \$ 5543,6077

20. Pompa 2 (P-02)

- Fungsi : Mengalirkan umpan asam asetat sebanyak 592,5236 kg/jam dari TP-02 ke R-01.
- Jenis : *Centrifugal Pumps (single stage, mixed flow)*.
- Jumlah : 1 buah
- Bahan konstruksi : *Stainless Steel SA 167 Grade C Type 304*
- *Head* : 21,5323 ft
- Kapasitas : 3 GPM
- Power pompa : 0,1307 Hp

- Power motor : 1/6 Hp
- Harga : US \$ 3657,4171

21. Pompa 3 (P-03)

- Fungsi : Mengalirkan katalis asam sulfat sebanyak 9,6163 kg/jam dari TP-03 ke R-01.
- Jenis : *Centrifugal Pumps (single stage, mixed flow).*
- Jumlah : 1 buah
- Bahan konstruksi : *Stainless Steel SA 167 Grade C Type 304*
- *Head* : 20,4305 ft
- Kapasitas : 1 GPM
- Power pompa : 0,0621 Hp
- Power motor : 1/12 Hp
- Harga : US \$ 1891,9155

22. Pompa 4 (P-04)

- Fungsi : Mengalirkan hasil keluaran R-01 sebanyak 1813,2620 kg/jam dari R-01 ke R-02.
- Jenis : *Centrifugal Pumps (single stage, mixed flow).*
- Jumlah : 1 buah
- Bahan konstruksi : *Stainless Steel SA 167 Grade C Type 304*

- *Head* : 20,4305 ft
- Kapasitas : 10 GPM
- Power pompa : 0,2116 Hp
- Power motor : 1/4 Hp
- Harga : US \$ 7531,8513

23. Pompa 5 (P-05)

- Fungsi : Mengalirkan hasil keluaran R-02 sebanyak 1813,2620 kg/jam dari R-02 ke D-01.
- Jenis : *Centrifugal Pumps (single stage, axial flow).*
- Jumlah : 1 buah
- Bahan konstruksi : *Stainless Steel SA 167 Grade C Type 304*
- *Head* : 2,8860 ft
- Kapasitas : 10 GPM
- Power pompa : 0,0347 Hp
- Power motor : 1/20 Hp
- Harga : US \$ 7531,8513

24. Pompa 6 (P-06)

- Fungsi : Mengalirkan dan menaikkan tekanan hasil atas D-01 ke MD-01 sebanyak 1506,9154 kg/jam dari 1 atm menjadi 1,1 atm.

- Jenis : *Centrifugal Pumps (single stage, mixed flow).*
- Jumlah : 1 buah
- Bahan konstruksi : *Stainless Steel SA 167 Grade C Type 304*
- *Head* : 11,7201 ft
- Kapasitas : 9 GPM
- Power pompa : 0,119 Hp
- Power motor : 1/8 Hp
- Harga : US \$ 7070,4531

25. Pompa 7 (P-07)

- Fungsi : Mengalirkan hasil atas MD-01 sebanyak 244,2891 kg/jam dari MD-01 ke R-01
- Jenis : *Centrifugal Pumps (single stage, mixed flow).*
- Jumlah : 1 buah
- Bahan konstruksi : *Stainless Steel SA 167 Grade C Type 304*
- *Head* : 14,8624 ft
- Kapasitas : 2 GPM
- Power pompa : 0,0359 Hp
- Power motor : 1/20 Hp
- Harga : US \$ 2867,6077

26. Pompa 8 (P-08)

- Fungsi : Mengalirkan hasil bawah D-01 sebanyak 306,3466 kg/jam dari D-01 ke UPL.
- Jenis : *Centrifugal Pumps (single stage, axial flow)*.
- Jumlah : 1 buah
- Bahan konstruksi : *Stainless Steel SA 167 Grade C Type 304*
- *Head* : 2,2282 ft
- Kapasitas : 2 GPM
- Power pompa : 0,0071 Hp
- Power motor : 1/12 Hp
- Harga : US \$ 2867,6077

3.3 Perencanaan Produksi

3.3.1 Kapasitas Perancangan

Pemilihan kapasitas perancangan didasarkan pada kebutuhan amil asetat di Indonesia, tersedianya bahan baku serta ketentuan kapasitas minimal. Kebutuhan amil asetat dari tahun ke tahun mengalami peningkatan. Hal ini menunjukkan pesatnya perkembangan industri kimia di Indonesia. Diperkirakan kebutuhan amil asetat akan terus meningkat di tahun-tahun mendatang, sejalan dengan berkembangnya industri-industri yang menggunakan amil asetat sebagai bahan baku. Amil asetat belum diproduksi di Indonesia, maka untuk memenuhi semua kebutuhan amil asetat tersebut Indonesia harus mengimpor dari luar negeri. Untuk

mengurangi jumlah impor tersebut, maka ditetapkan kapasitas pabrik yang akan didirikan adalah 10.000 ton/tahun.

Untuk menentukan kapasitas produksi ada beberapa hal yang perlu dipertimbangkan, yaitu :

1. Proyeksi kebutuhan dalam negeri

Berdasarkan data statistik yang diterbitkan oleh BPS dalam “Statistik Perdagangan Indonesia” tentang kebutuhan amil asetat di Indonesia dari tahun ketahun cenderung meningkat. Diperkirakan kebutuhan amil asetat pada tahun 2015 sekitar 10.000 ton/tahun. Semua kebutuhan amil asetat tersebut harus diimpor dari luar, untuk mengurangi angka ketergantungan impor tersebut maka didirikan pabrik amil asetat di Indonesia yang diharapkan mampu mengurangi angka ketergantungan tersebut.

2. Ketersediaan bahan baku

Penyediaan bahan baku relatif mudah karena amil alkohol dapat diperoleh dari PT Permata Sakti, Deli, Sumatera Utara. Bahan baku asam asetat dibeli dari PT Fluid Sciences, Batam, Kepulauan Riau. Sedangkan katalis asam sulfat dapat diperoleh dari PT Dunia Kimia Utama, Indralaya, Sumatera Selatan.

3. Kapasitas pabrik yang sudah beroperasi

Belum ada pabrik yang beroperasi di Indonesia. Untuk memenuhi kebutuhan akan amil asetat, maka perlu didirikan pabrik tersebut.

3.3.2 Perencanaan Bahan Baku dan Peralatan Proses

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

1. Kemampuan Pasar

Dapat dibagi menjadi 2 kemungkinan, yaitu :

- Kemampuan pasar lebih besar dibandingkan kemampuan pabrik, maka rencana produksi disusun secara maksimal.
- Kemampuan pasar lebih kecil dibandingkan kemampuan pabrik. Oleh karena itu perlu dicari alternatif untuk menyusun rencana produksi, misalnya :
 - Rencana produksi sesuai dengan kemampuan pasar atau produksi diturunkan sesuai kemampuan pasar dengan mempertimbangkan untung dan rugi
 - Rencana produksi tetap dengan mempertimbangkan bahwa kelebihan produksi disimpan dan dipasarkan tahun berikutnya.
 - Mencari daerah pemasaran.

2. Kemampuan Pabrik

Pada umumnya pabrik ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain :

- Material (bahan baku)

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

➤ Manusia (tenaga kerja)

Kurang terampilnya tenaga kerja akan menimbulkan kerugian pabrik, untuk itu perlu dilakukan pelatihan atau training pada karyawan agar keterampilannya meningkat

➤ Mesin (peralatan)

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



BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

4.1 Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi merupakan hal yang penting dalam perancangan suatu pabrik, karena berhubungan langsung dengan nilai ekonomis dari pabrik yang akan didirikan. Pabrik amil asetat dari amil alkohol dan asam asetat dengan kapasitas 10.000 ton/tahun direncanakan akan didirikan di Palembang, Sumatera Selatan. Pertimbangan pemilihan lokasi pabrik ini antara lain :

4.1.1. Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik

Faktor yang secara langsung mempengaruhi tujuan utama dari usaha pabrik. Tujuan utama ini meliputi proses produksi dan distribusi, adapun faktor-faktor primer yang berpengaruh secara langsung dalam pemilihan lokasi pabrik adalah :

1. Penyediaan bahan baku

Penyediaan bahan baku relatif mudah karena amil alkohol dapat diperoleh dari PT Permata Sakti, Deli, Sumatera Utara. Bahan baku asam asetat dibeli dari PT Fluid Sciences, Batam, Kepulauan Riau. Sedangkan katalis asam sulfat dapat diperoleh dari PT Dunia Kimia Utama, Indralaya, Sumatera Selatan.

2. Pemasaran

Produk pabrik ini banyak digunakan pada industri makanan, farmasi dan pada industri pembuatan parfum. Sehingga untuk memudahkan pemasaran, lokasi pabrik dipilih dekat dengan pelabuhan. Pemasarannya diharapkan tidak cuma pada pabrik-pabrik tersebut yang ada di pulau Jawa saja melainkan ke luar Jawa, sehingga lokasi pabrik dipilih dekat pelabuhan.

3. Utilitas

Utilitas yang diperlukan adalah air, bahan bakar dan listrik. Lokasi pabrik yang akan didirikan dekat dengan sumber air, yaitu Sungai Musi

4. Tenaga Kerja

Tenaga kerja merupakan modal utama pendirian suatu pabrik, dengan didirikannya pabrik di Palembang, Sumatera Selatan yang banyak penduduknya memungkinkan untuk memperoleh tenaga kerja dengan mudah dan berkualitas.

5. Transportasi

Lokasi pabrik harus mudah dicapai sehingga mudah dalam pengiriman bahan baku dan penyaluran produk, terdapat transportasi yang lancar baik darat dan laut. Letak pabrik amil asetat ini dekat dengan sarana pelabuhan dan kereta api.

4.1.2. Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik

Faktor sekunder tidak secara langsung berperan dalam proses industri, akan tetapi sangat berpengaruh dalam kelancaran proses produksi dari pabrik itu sendiri. Faktor-faktor sekunder meliputi :

1. Perluasan Areal Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik berada di Palembang, Sumatera Selatan sehingga memungkinkan adanya perluasan areal pabrik dengan tidak mengganggu pemukiman penduduk.

2. Perijinan

Lokasi pabrik dipilih pada daerah khusus untuk kawasan industri, sehingga memudahkan dalam perijinan pendirian pabrik.

Pengaturan tata letak pabrik merupakan bagian yang penting dalam proses pendirian pabrik, hal-hal yang perlu diperhatikan antara lain :

- a Segi keamanan kerja terpenuhi.
- b Pengoperasian, pengontrolan, pengangkutan, pemindahan maupun perbaikan semua peralatan proses dapat dilakukan dengan mudah dan aman.
- c Pemanfaatan areal tanah seefisien mungkin.
- d Transportasi yang baik dan efisien.

3. Prasarana dan Fasilitas Sosial

Prasarana seperti jalan dan transportasi lainnya harus tersedia, demikian juga fasilitas sosial seperti sarana pendidikan, ibadah, hiburan, bank dan perumahan sehingga dapat meningkatkan kesejahteraan dan taraf hidup.

4.2 Tata Letak Pabrik

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

Adapun hal-hal yang perlu diperhatikan dalam perancangan tata letak pabrik adalah :

1. Daerah Proses

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

2. Keamanan

Keamanan terhadap kemungkinan adanya bahaya kebakaran, ledakan, asap, atau gas beracun harus benar-benar diperhatikan di dalam menentukan tata letak pabrik. Untuk itu harus dilakukan penempatan alat-alat pengamanan seperti hidran, penampung air yang cukup, dan penahan ledakan. Tangki penyimpanan bahan baku dan produk yang berbahaya harus diletakkan di area khusus dan perlu adanya jarak antara bangunan satu dengan lainnya guna

memberikan pertolongan dan penyediaan jalan bagi karyawan untuk menyelamatkan diri.

3. Luas Area yang Tersedia

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

4. Instalasi dan Utilitas

Pemasangan dan distribusi yang baik dari gas, udara, steam, dan listrik akan membantu kemudahan kerja dan perawatan. Penempatan peralatan proses di tata sedemikian rupa sehingga petugas dapat dengan mudah menjangkanya dan dapat terjalin kelancaran operasi serta memudahkan perawatannya.

Secara garis besar letak pabrik dibagi dalam beberapa daerah utama yaitu :

a Daerah administrasi/perkantoran, laboratorium dan ruang kontrol

Disini merupakan pusat kegiatan administrasi pabrik yang mengatur kelancaran operasi. Laboratorium dan ruang kontrol sebagai pusat pengendalian proses serta produk.

b Daerah proses

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

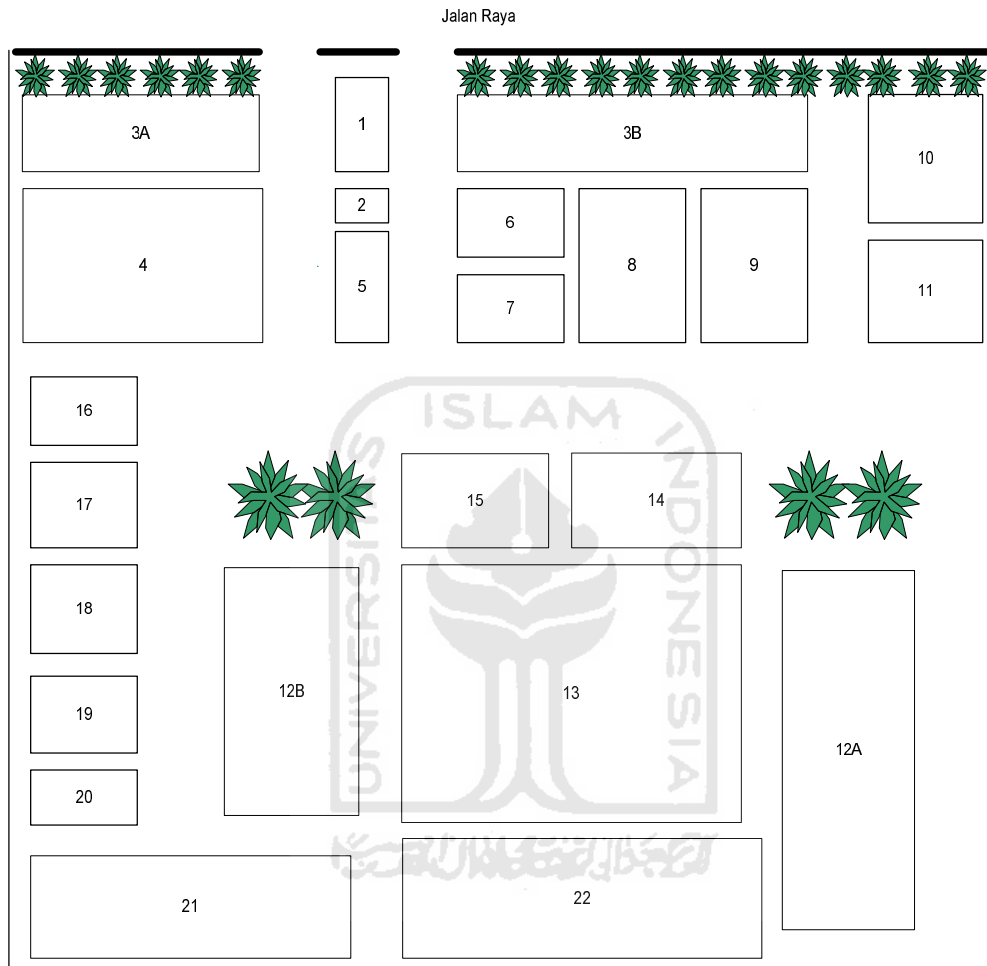
c Daerah pergudangan umum, bengkel dan garasi

d Daerah utilitas

Tabel 4.1. Perincian Luas Tanah Bangunan Pabrik

No	Bangunan	Ukuran (m)	Luas (m ²)
(1)	(2)	(3)	(4)
1	Kantor Utama	50 x 20	1000
2	Pos Keamanan/ Satpam	5 x 5	25
3	Parkir Tamu	20 x 10	200
4	Parkir Truk	20 x 15	300
5	Mesjid	15 x 25	375
6	Kantin	20 x 15	300
7	Bangkel	20 x 10	200
8	Klinik	15 x 10	150
9	Kantor Teknik dan Produksi	20 x 20	400
10	Ruang timbang truk	5 x 15	75
11	Unit pemadam kebakaran	20 x 15	300
12	Gudang alat	20 x 15	300
13	Gudang bahan kimia	25 x 15	375
14	Laboratorium	15 x 20	300
15	Utilitas	40 x 25	1000
16	Daerah proses	60 x 800	4800
17	Ruang kontrol	25 x 10	250
18	Ruang kontrol utilitas	10 x 10	100
19	Tangki Bahan baku	25 x 35	875
20	Tangki produk	20 x 25	500
21	Mess	40 x 20	800
22	Jalan dan taman	50 x 30	1500
23	Perluasan Pabrik	90 x 50	4500
	Luas Tanah		18625

LAY OUT PABRIK AMIL ASETAT KAPASITAS 10.000 TON/TAHUN



Keterangan :

Skala 1 : 1000

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



Gambar 4.1. Tata Letak Pabrik Amil Asetat

4.3 Tata Letak Alat Proses

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

1. Aliran bahan baku dan produk

Pengaliran bahan baku dan produk yang tepat akan memberikan keuntungan ekonomis yang besar, serta menunjang kelancaran dan keamanan produksi. Perlu juga diperhatikan penempatan pipa, dimana untuk pipa di atas tanah perlu dipasang pada ketinggian tiga meter atau lebih, sedangkan untuk pemipaan pada permukaan tanah diatur sedemikian rupa sehingga tidak mengganggu lalu lintas kerja.

2. Aliran udara

Kelancaran aliran udara di dalam dan disekitar area proses perlu diperhatikan. Hal ini bertujuan untuk menghindari stagnansi udara pada suatu tempat yang dapat mengakibatkan akumulasi bahan kimia yang berbahaya, sehingga dapat membahayakan keselamatan pekerja. Disamping itu juga perlu diperhatikan arah hembusan angin.

3. Cahaya

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

4. Lalu lintas manusia

Dalam hal perancangan tata letak peralatan perlu diperhatikan agar pekerja dapat menjangkau seluruh alat proses dengan cepat dan mudah. Jika

terjadi gangguan pada alat proses dapat segera diperbaiki. Selain itu, keamanan pekerja dalam menjalankan tugasnya perlu diprioritaskan.

5. Tata letak alat proses

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

6. Jarak antar alat proses

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

7. *Maintenance*

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

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

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

a. *Over head* 1 x 1 tahun

Merupakan perbaikan dan pengecekan serta leveling alat secara keseluruhan meliputi pembongkaran alat, pergantian bagian-bagian alat yang rusak, kemudian dikembalikan seperti kondisi semula.

b. *Repairing*

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

Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi *maintenance* adalah :

➤ Umur alat

Semakin tua umur alat semakin banyak pula perawatan yang harus diberikan yang menyebabkan bertambahnya biaya perawatan

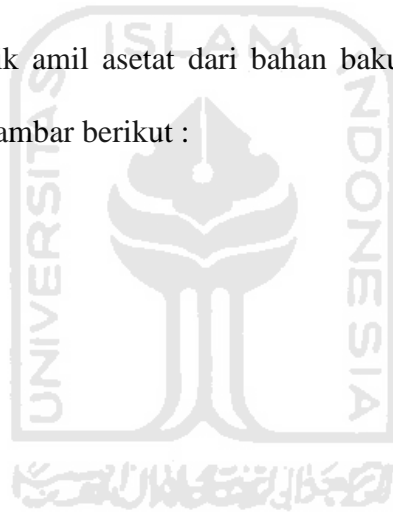
➤ Bahan baku

Penggunaan bahan baku yang kurang berkualitas akan menyebabkan kerusakan alat sehingga alat akan lebih sering dibersihkan.

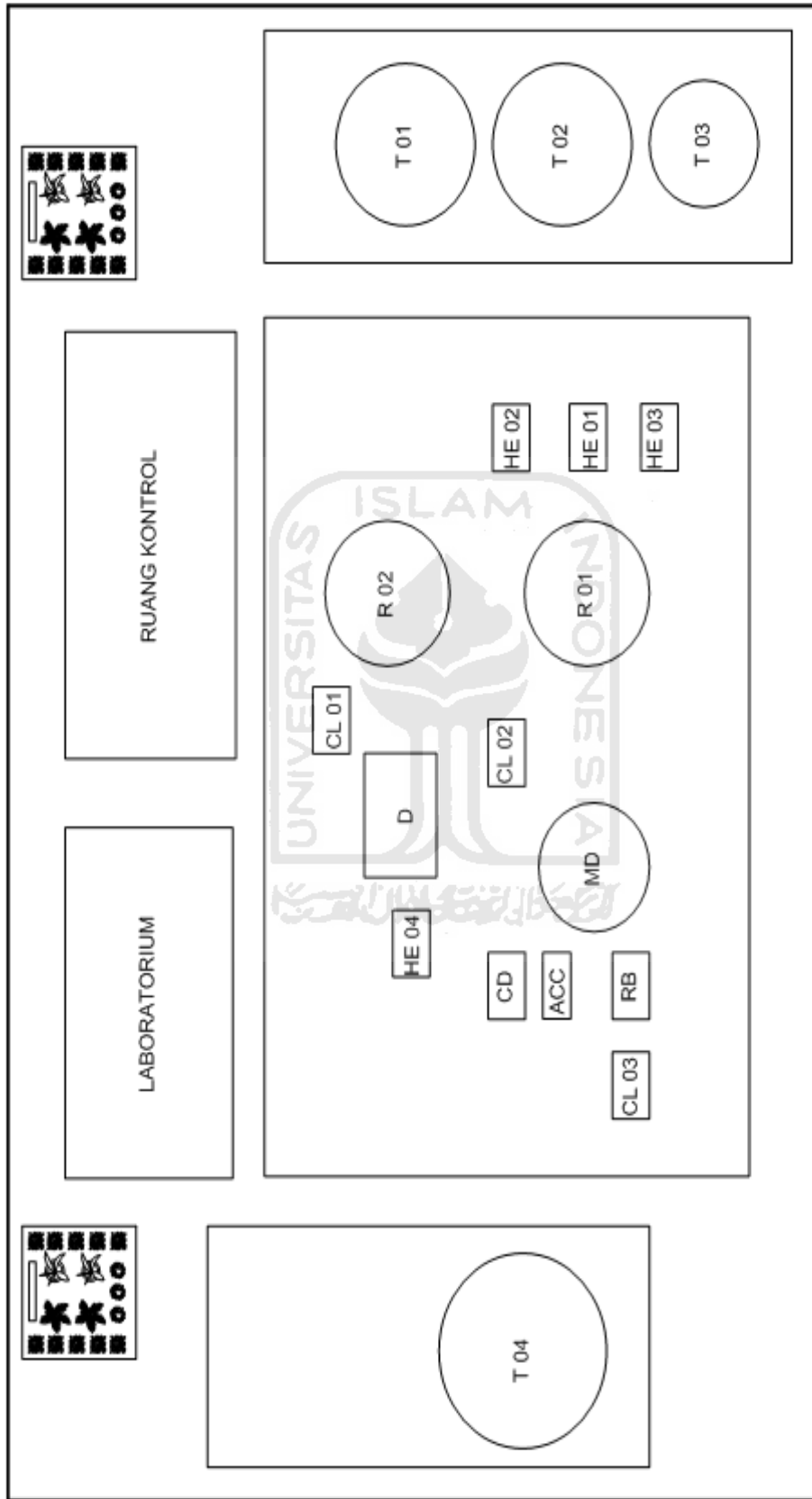
Tata letak alat proses harus harus dirancang sedemikian rupa sehingga :

- a. Kelancaran proses produksi dapat terjamin
- b. Dapat mengefektifkan penggunaan ruangan
- c. Biaya material dikendalikan agar lebih rendah, sehingga dapat mengurangi biaya kapital yang tidak penting.
- d. Jika tata letak peralatan proses sudah benar dan proses produksi lancar, maka perusahaan tidak perlu memakai alat angkut dengan biaya mahal.

Tata letak peralatan pabrik amil asetat dari bahan baku amil alkohol dan asam asetat dapat dilihat pada gambar berikut :



TATA LETAK ALAT PROSES



Gambar 4.2 Tata Letak Peralatan Pabrik Amil Asetat

4.4 Alir Proses Dan Material

Berdasarkan kapasitas yang ada maka di peroleh neraca massa dan neraca panas baik produk maupun bahan baku. Sehingga kita dapat menentukan alat-alat apa yang akan kita gunakan dalam pendirian pabrik, selain dari sifat-sifat kimia dan fisik produk dan bahan baku. Hasil perhitungan neraca massa dan neraca panas sebagai berikut :

4.4.1 Perhitungan Neraca Massa

a Neraca Massa Reaktor 1 (R-01)

Tabel 4.2 Neraca Massa Reaktor 1

komponen	input		Output	
	kg/Jam	Kmol/Jam	Kmol/Jam	kg/jam
C5H11OH	1034.2936	11.7533	4.4481	391.4331
CH3COOH	641.0911	10.6849	3.3796	202.7771
CH3COOC5H11	25.5102	0.1962	7.5015	975.1904
H2O	111.4055	6.1892	13.4944	242.8997
H2SO4	0.9616	0.0098	0.0098	0.9616
total	1813.2620	28.8334	28.8334	1813.2620

b Neraca Massa Reaktor 2 (R-02)

Tabel 4.3 Neraca Massa Reaktor 2

komponen	Input		Output	
	kg/jam	kmol/jam	kmol/jam	kg/jam
C5H11OH	391.4331	4.4481	2.1370	188.0534
CH3COOH	202.7771	3.3796	1.0685	64.1091
CH3COOC5H11	975.1904	7.5015	9.8126	1275.6378
H2O	242.8997	13.4944	15.8056	284.5001
H2SO4	0.9616	0.0098	0.0098	0.9616
total	1813.2620	28.8334	28.8334	1813.2620

c Neraca Massa Dekanter (D-01)

Tabel 4.4 Neraca Massa Dekanter

komponen	masuk kg/jam	Keluar	
		oil layer kg/jam	water layer kg/jam
C5H11OH	188.0534	176.7702	11.2832
CH3COOH	64.1091	54.4927	9.6164
CH3COOC5H11	1275.6378	1275.5102	0.1276
H2O	284.5001	0.1423	284.3578
H2SO4	0.9616	0.0000	0.9616
		1506.9154	306.3466
total	1813.2620	1813.2620	

d Neraca Massa Menara Destilasi (MD-01)

Tabel 4.5 Neraca Massa Menara Destilasi

komponen	masuk kg/jam	keluar	
		bottom kg/jam	top/recycle kg/jam
C5H11OH	176.7702	12.6263	164.1439
CH3COOH	54.4927	0.0000	54.4927
CH3COOC5H11	1275.5102	1250.0000	25.5102
H2O	0.1423	0.0000	0.1423
H2SO4	0.0000	0.0000	0.0000
		1262.6263	244.2891
total	1506.9154	1506.9154	

4.4.2 Perhitungan Neraca Panas

a Neraca Panas Reaktor 1 (R-01)

Tabel 4.6 Neraca Panas Reaktor 1

No	Sumber panas	Masuk(Kcal/jam)	Keluar(Kcal/jam)
1	Umpan masuk	112809.7276	
2	Produk keluar		147155.3102
3	Panas reaksi		24096.8526
4	Panas steam	58442.4351	
	TOTAL	171252.1627	171252.1627

b Neraca Panas Reaktor 2 (R-02)

Tabel 4.7 Neraca Panas Reaktor 2

No	Sumber panas	Masuk(Kcal/jam)	Keluar(Kcal/jam)
1	Umpan masuk	147155.3102	
2	Produk keluar		158021.1132
3	Panas reaksi		7623.4448
4	Panas steam	18489.2478	
	TOTAL	165644.5580	165644.5580

c Neraca Panas Dekanter (D-01)

Tabel 4.8 Neraca Panas Dekanter

No	Sumber panas	Masuk(Kcal/jam)	Keluar(Kcal/jam)
1	Umpan masuk	24162.8911	
2	Umpan keluar		24162.8911
	TOTAL	24162.8911	24162.8911

d Neraca Panas Menara Destilasi (MD-01)

Tabel 4.9 Neraca Panas Menara Destilasi

No	Sumber panas	Masuk(Kcal/jam)	Keluar(Kcal/jam)
1	Umpan masuk	18925.6732	
2	Umpan keluar		18925.6732
	TOTAL	18925.6732	18925.6732

4.5 Pelayanan Teknik (Utilitas)

Salah satu faktor yang menunjang kelancaran suatu proses produksi didalam pabrik adalah penyediaan utilitas dalam pabrik amil asetat ini. Sarana penunjang merupakan sarana lain yang diperlukan selain bahan baku dan bahan pembantu agar proses produksi dapat berjalan sesuai yang diinginkan. Adapun penyediaan utilitas ini meliputi:

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

4.5.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air

Untuk memenuhi kebutuhan air suatu pabrik pada umumnya menggunakan air sumur, air sungai, air danau maupun air laut sebagai sumbernya. Dalam perancangan pabrik amil asetat ini, sumber air yang digunakan berasal dari sungai. Penggunaan air sungai sebagai sumber air dengan pertimbangan :

1. Air sungai merupakan sumber air yang kontinuitasnya relatif tinggi, sehingga kekurangan air dapat dihindari.
2. Pengolahan air sungai relatif mudah dan sederhana serta biaya pengolahannya relatif murah

Kebutuhan air pada pabrik amil asetat diperoleh dari Sungai Musi yang terletak tidak jauh dari pabrik.

Air yang diperlukan di lingkungan pabrik yang berasal dari air sungai dipergunakan untuk:

1. Air pendingin

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

- a. Air merupakan materi yang dapat diperoleh dalam jumlah besar.

- b. Mudah dalam pengolahan dan pengaturannya.
 - c. Dapat menyerap jumlah panas yang relatif tinggi persatuan volume.
 - d. Tidak mudah menyusut secara berarti dalam batasan dengan adanya perubahan temperatur pendingin.
 - e. Tidak terdekomposisi.
2. Sebagai pemadam kebakaran dan alat pemadam lain
3. Air umpan boiler (*Boiler Feed Water*)

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

- a. Zat-zat yang dapat menyebabkan korosi.
Korosi yang terjadi dalam boiler disebabkan air mengandung larutan-larutan asam, gas-gas terlarut seperti O_2 , CO_2 , H_2S dan NH_3 . O_2 masuk karena aerasi maupun kontak dengan udara luar.
- b. Zat yang dapat menyebabkan kerak (*scale forming*).
Pembentukan kerak disebabkan adanya kesadahan dan suhu tinggi, yang biasanya berupa garam-garam karbonat dan silika.
- c. Zat yang menyebabkan *foaming*.
Air yang diambil kembali dari proses pemanasan bisa menyebabkan *foaming* pada boiler karena adanya zat-zat organik yang tak larut dalam jumlah besar. Efek pembusaan terutama terjadi pada alkalinitas tinggi.

4. Air sanitasi

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

a. Syarat fisika, meliputi:

- Suhu : di bawah suhu udara
- Warna : jernih
- Rasa : tidak berasa
- Bau : tidak berbau

b. Syarat kimia, meliputi:

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

5. Air minum

Unit Penyediaan dan Pengolahan Air meliputi :

Kebutuhan air pabrik diperoleh dari air sungai dengan mengolah terlebih dulu agar memenuhi syarat untuk digunakan. Pengolahan dapat meliputi pengolahan secara fisik dan kimia.

Tahapan-tahapan pengolahan air sebagai berikut :

a. Penyaringan

Penyaringan air dari sumber untuk mencegah terikutnya kotoran berukuran besar yang masuk ke dalam bak pengendapan awal.

b. Pengendapan secara fisis

Mula-mula air dialirkan ke bak penampungan atau pengendapan awal (BU-01) setelah melalui penyaringan dengan memasukkan alat penyaring. *Level Control System* (LCS) yang terdapat di bak penampung berfungsi untuk mengatur aliran masuk sehingga sesuai dengan keperluan pabrik. Dalam bak pengendapan awal kotoran-kotoran akan mengendap karena gaya berat. Waktu tinggal dalam bak ini berkisar 4-24 jam (*Powell,ST, p-14*).

c. Pengendapan secara kimia

Air akan masuk ke *premix tank* (PTU) dan *clarifier* (CLU). *Premix tank* berfungsi mencampur air dengan menambahkan koagulan berupa tawas 5 % . Sehingga didapatkan air berada dalam range pH 6,5-7,5. *Clarifier* (CLU) berfungsi mengendapkan flok-flok yang terbentuk dalam pencampuran di *Premix tank*. Waktu tinggal dalam *clarifier* ini berkisar 2-8 jam (*Powell,ST, p-47*).. Di dalam *clarifier* kotoran yang telah mengendap di *blow down*, sedangkan air yang keluar dari bagian atas dialirkan ke *sand filter* atau bak saringan pasir (SFU), yang berfungsi untuk menyaring sisa-sisa kotoran yang masih terdapat dalam air terutama kotoran berukuran kecil yang tidak dapat mengendap di *clarifier*. Air dari *sand filter* dialirkan menuju bak penampung sementara (BU-02). Air dari BU-02 ini dapat digunakan langsung untuk *make up* air pendingin, sedangkan air untuk perkantoran, pabrik dan air umpan boiler perlu diolah terlebih dahulu.

Unit Pengolahan Air Untuk Perumahan Dan Perkantoran

Air ini digunakan untuk keperluan sehari-hari. Air dari bak penampung sementara (BU-02) masuk ke tangki klorinator (TCU). Tangki ini bertugas mencampur klorin dalam bentuk kaporit ke dalam air untuk membunuh kuman sebelum ditampung dalam bak distribusi (BU-03), yang kemudian di distribusikan untuk kebutuhan sehari-hari di kantor dan perumahan pabrik

Unit Pengolahan Air Untuk Umpan Boiler

Tahap-tahap proses pengolahan air untuk umpan boiler meliputi :

a. Unit Demineralisasi air

Unit ini berfungsi untuk menghilangkan mineral-mineral yang terkandung dalam air seperti Ca^{++} , Mg^{2+} , SO_4^{2-} , Cl^- dan lain-lain. dengan menggunakan resin. Air yang diperoleh adalah air bebas mineral yang akan diproses lebih lanjut menjadi air umpan boiler (*Boiler Feed Water*). Demineralisasi air ini diperlukan karena air umpan reboiler harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut :

- ◆ Tidak menimbulkan kerak pada *heat exchanger* jika steam digunakan sebagai pemanas karena hal ini akan mengakibatkan turunnya efisiensi operasi boiler atau *heat exchanger*, bahkan bisa mengakibatkan tidak beroperasi sama sekali.
- ◆ Bebas dari gas-gas yang dapat menimbulkan korosi terutama gas O_2 dan CO_2 .

Air dari BU-02 diumpankan ke tangki *kation exchanger* (KEU) untuk menghilangkan kation-kation mineralnya. Kemungkinan jenis kation yang ada adalah Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+} , Mn^{2+} , Al^{3+} . Air yang keluar dari *kation exchanger* (KEU) kemudian diumpankan ke *anion exchanger* (AEU) untuk menghilangkan anion-anion mineralnya. Jenis anion yang ada adalah HCO_3^- , CO_3^{2-} , Cl^- , SiO_3^{2-} . Air yang keluar dari unit ini diharapkan mempunyai pH sekitar 6,1 – 6,2 kemudian dialirkan ke unit deaerator.

b. Unit Deaerator

Air yang telah mengalami demineralisasi masih mengandung gas-gas terlarut terutama O_2 dan CO_2 . Gas tersebut dihilangkan lebih dahulu karena dapat menimbulkan korosi pada alat-alat proses. Unit deaerator berfungsi untuk menghilangkan gas ini. Di dalam deaerator diinjeksikan bahan-bahan kimia, bahan-bahan tersebut adalah :

- ◆ Hidrazin berfungsi mengikat oksigen berdasarkan reaksi berikut :



Nitrogen sebagai hasil reaksi bersama-sama dengan gas lain seperti CO_2 dihilangkan melalui stripping dengan uap air bertekanan rendah.

- ◆ Dari deaerator, ke dalam air umpan ketel kemudian diinjeksikan larutan sulfat (Na_2SO_4) untuk mencegah terbentuknya kerak pada *heat exchanger*.

Unit Pengolahan Air Untuk Air Pendingin

Air pendingin yang digunakan dalam proses berasal dari air pendingin yang telah digunakan dalam pabrik kemudian didinginkan di *cooling tower*

(CTU). Kehilangan air karena penguapan, terbawa tetesan oleh udara maupun dilakukannya *blow down* di *cooling tower* diganti dengan air yang disediakan oleh tangki penampung sementara (BU-04). Air yang telah digunakan pada *cooler*, temperaturnya akan naik akibat perpindahan panas. Oleh karena itu untuk dapat digunakan kembali air perlu didinginkan di *cooling tower*.





Kebutuhan air pendingin dapat dibagi menjadi :

Tabel 4.10. Kebutuhan Air Pendingin

Nama Alat	Kode	Jumlah Kebutuhan	
		lb/jam	kg/jam
cooler 1	CL-01	35615.6679	16154.9108
coller 2	CL-02	9330.09035	4232.0357
cooler 3	CL-03	40759.03405	18487.8903
Condenser-01	CD-01	4265.274908	1934.6860
Total		89970.0672	40809.5228

4.5.2 Unit Pembangkit *Steam*

Unit ini bertujuan untuk mencukupi kebutuhan *steam* pada proses produksi, yaitu dengan menyediakan ketel uap (*boiler*) dengan spesifikasi:

Kapasitas : 126,5725 kg/jam

Tekanan : 1,2 atm

Jenis : *Fire Tube Boiler*

Jumlah : 1 buah

Boiler tersebut dilengkapi dengan sebuah unit *economizer safety valve system* dan pengaman-pengaman yang bekerja secara otomatis.

Air dari *water treatment plant* yang akan digunakan sebagai umpan boiler terlebih dahulu diatur kadar silica, O₂, Ca dan Mg yang mungkin masih terikut, dengan jalan menambahkan bahan-bahan kimia.

Sebelum masuk ke boiler, umpan dimasukkan dahulu ke dalam *economizer*, yaitu alat penukar panas yang memanfaatkan panas dari gas sisa

pembakaran minyak residu yang keluar dari boiler. Di dalam alat ini air dinaikkan temperaturnya hingga 100 -110⁰C, kemudian diumpankan ke boiler.

Di dalam boiler, api yang keluar dari alat pembakaran (*burner*) bertugas untuk memanaskan lorong api dan pipa-pipa api. Gas sisa pembakaran ini masuk ke *economizer* sebelum dibuang melalui cerobong asap, sehingga air di dalam boiler menyerap panas dari dinding-dinding dan pipa-pipa api maka air menjadi mendidih. Uap air yang terbentuk terkumpul sampai mencapai tekanan 2 atm, baru kemudian dialirkan ke *steam header* untuk didistribusikan ke area-area proses.

Tabel 4.11. Kebutuhan *Steam*

Nama Alat	Kode	Jumlah Kebutuhan
Heater-01	HE-01	100.0717
heater-2	HE-02	41.8774
Reboiler-01	HE-03	79.4817
heater-3	HE-04	3.281232553
heater-4	RB-01	158.2501523
koil-1	CP-01	109.7167117
koil-2	CP-02	34.71072801
Total		527.3897

4.5.3 Unit Pembangkit Listrik

Kebutuhan akan tenaga listrik dipabrik ini sebesar 194 KW. Sudah termasuk penerangan, laboratorium, rumah tangga, perkantoran, alat kontrol dan kebutuhan lainnya. Untuk mencukupi kebutuhan tersebut, pabrik amil asetat menggunakan listrik dari PLN dan untuk cadangan listrik digunakan generator diesel dengan kapasitas 194 kW jika pasokan listrik kurang. Spesifikasi generator diesel yang digunakan adalah:

- Kapasitas : 194 KWatt
- Jenis : Generator Diesel
- Jumlah : 1 buah

Prinsip kerja dari generator diesel ini adalah solar dan udara yang terbakar secara kompresi akan menghasilkan panas. Panas ini digunakan untuk memutar poros engkol sehingga dapat menghidupkan generator yang mampu menghasilkan tenaga listrik. Listrik ini didistribusikan ke panel yang selanjutnya akan dialirkan ke unit pemakai. Pada operasi sehari-hari digunakan tenaga listrik 100%. Tetapi apabila listrik padam, operasinya akan menggunakan tenaga listrik dari diesel 100%.

Kebutuhan listrik dapat dibagi menjadi :

- a. Listrik untuk keperluan proses

➤ Peralatan proses

Tabel 4.12. Kebutuhan Listrik Alat Proses

Kode alat	Nama Alat	Jumlah	Power (Hp)
P-01	Pompa-01	1	0.7500
P-02	Pompa-02	1	0.7500
P-03	Pompa-03	1	0.7500
P-04	Pompa-04	1	1.0000
P-05	Pompa-05	1	0.1667
P-06	Pompa-06	1	0.5000
P-07	Pompa-07	1	0.3333
P-08	pompa-08	1	0.0500
R	Pengaduk Reaktor	2	60
Total			64.3000 Hp

Kebutuhan listrik untuk peralatan proses = 64,3 Hp

➤ Peralatan Utilitas

Tabel 4.13. Kebutuhan Listrik Utilitas

Kode alat	Nama Alat	Power (Hp)
PU-01	Pompa	0.5
PU-02	Pompa	0.25
PU-03	Pompa	0.5
PU-04	Pompa	0.75
PU-05	Pompa	0.333
PU-06	Pompa	0.05
PU-07	Pompa	0.05
PU-08	Pompa	0.0500
PU-09	Pompa	0.05
PU-10	Pompa	0.05
PU-11	Pompa	0.33
PU-12	Pompa	2
PU-13	Pompa	0.05
PU-14	Pompa	0.25
PU-15	pompa	0.08
PU-16	pompa	0.5
PTU-1	Premix tank	0.5
CTU	Cooling Tower (Fan)	2
BWU-01	Blower (Boiler)	0.75
DE-01	Deaerator	0.05
Total		9.093 Hp

Kebutuhan listrik untuk utilitas = 9,093 Hp

Total kebutuhan listrik untuk keperluan proses

$$9,093 \text{ Hp} + 64,3 \text{ Hp} = 73,3930 \text{ Hp}$$

Over design 20 %, maka total kebutuhan listrik = 88,0716 Hp

b. Listrik untuk keperluan alat kontrol dan penerangan

- ◆ Alat kontrol diperkirakan sebesar 40 % dari kebutuhan listrik untuk alat proses dan utilitas, yaitu = 35,2286 Hp

- ◆ Laboratorium, rumah tangga, perkantoran dan lain-lain diperkirakan 50 % dari kebutuhan listrik untuk alat proses dan utilitas, yaitu = 44,0358 Hp

c. Listrik untuk perumahan

- ◆ Jumlah ruang sebanyak 20 unit dengan masing-masing rumah memerlukan listrik sebesar 1500 watt, yaitu : 30.000 Watt = 30 Kw

Secara keseluruhan kebutuhan listrik sebesar :

$$88,0716 \text{ Hp} + 35,2286 \text{ Hp} + 44,0358 \text{ Hp} = 164,336 \text{ Hp}$$

$$\left((164,336 \text{ Hp} \times \frac{0,7457 \text{ kW}}{\text{Hp}}) \right) + 30 \text{ Kw} = 154,7825 \text{ kW}$$

Jika faktor daya 80 %, maka total kebutuhan listrik : 193,4781 Kw

4.5.4 Unit Penyediaan Bahan Bakar

Unit ini bertujuan untuk menyediakan bahan bakar yang digunakan pada generator dan boiler. Bahan bakar yang digunakan untuk generator adalah solar *Industrial Diesel Oil* (IDO) yang diperoleh dari PT. Pertamina, Palembang. Sedangkan bahan bakar yang dipakai pada boiler adalah *Fuel Oil* yang juga diperoleh dari PT. Pertamina, Palembang.

Unit ini menyimpan kebutuhan bahan bakar untuk boiler sebesar 11,3264Lt/jam, sehingga kapasitas tangki untuk kebutuhan selama 10 hari adalah 2,5222 m³. Sedangkan untuk kebutuhan bahan bakar untuk generator sebesar 10,0228Lt/jam, sehingga kapasitas tangki untuk kebutuhan selama 2 hari adalah 0,4464 m³. Alat untuk penyediaan bahan bakar berupa tangki bahan bakar yang berbentuk tangki silinder tegak dengan *Conical Roof dan Flat Bottomed*.

4.5.5 Spesifikasi Alat-Alat Utilitas

1. Bak Pengendap Awal (BU-01)

- Fungsi : Mengendapkan kotoran dan lumpur yang terbawa dari air sungai.
- Jenis : Bak persegi yang terbuat dari beton bertulang
- Jumlah : 1 buah
- Kapasitas : 84,8172 m³
- Waktu tinggal : 5 jam
- Dimensi :
 - Tinggi = 2,5 m
 - Lebar = 4,1187 m
 - Panjang = 8,2373 m
- Harga : Rp 89.276.411,67

2. Premix Tank (PTU)

- Fungsi : Mengendapkan kotoran yang berupa dispersi koloid dalam air dengan menambahkan koagulan.
- Jenis : Tangki silinder berpengaduk
- Jumlah : 1 buah
- Bahan konstruksi : *Carbon Steel SA 283 Grade C*
- Kapasitas : 16,9634 m³
- Waktu tinggal : 1 jam

- Dimensi :
 - Diameter = 2,7854 m
 - Tinggi = 2,7854 m
- Pengaduk : *Marine Propeller 3 Baffle*
- Power motor : 0,5 Hp
- Harga : US \$ 25.469,2

3. Clarifier (CLU)

- Fungsi : Mengendapkan flok-flok yang terbentuk pada pencampuran air.
- Jenis : *Circular Clarifiers*
- Jumlah : 1 buah
- Bahan konstruksi : *Carbon Steel SA 283 Grade C*
- Kapasitas : 16,9634 m³
- Waktu tinggal : 1 jam
- Dimensi :
 - Diameter = 2,7854 m
 - Tinggi = 3,7138 m
- Harga : US \$ 14.771,01

4. Sand Filter (SFU)

- Fungsi : Menyaring sisa-sisa kotoran yang terdapat dalam air terutama yang berukuran kecil yang tidak mengendap dalam *clarifier*.

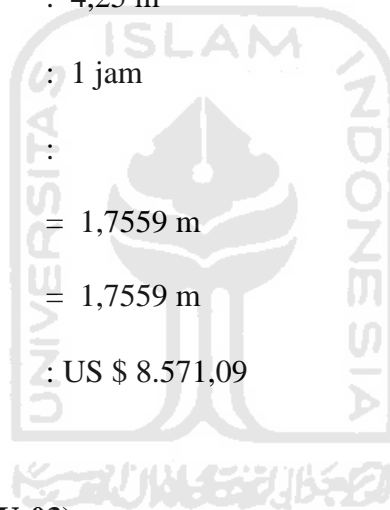
- Jenis : Bak persegi yang terbuat dari beton bertulang
- Kapasitas : 2,1923 m³
- Dimensi :
 - Tinggi = 1,5165 m
 - Lebar = 1,2023 m
 - Panjang = 1,2023 m
- Tinggi *bed* : 1,2637 m
- Harga : Rp 2.307.545,03

5. Bak Penampung Sementara (BU-02)

- Fungsi : Menampung sementara raw water yang telah disaring.
- Jenis : Bak persegi yang terbuat dari beton bertulang.
- Jumlah : 1 buah
- Kapasitas : 84,8172 m³
- Waktu tinggal : 5 jam
- Dimensi :
 - Tinggi = 2,5 m
 - Panjang = 8,2373 m
 - Lebar = 4,1187 m
- Harga : Rp 89.276.411,67

6. Tangki Klorinator (TCU)

- Fungsi : Tempat klorinasi untuk membunuh bakteri yang selanjutnya akan dipergunakan untuk keperluan kantor dan rumah tangga.
- Jenis : Tangki silinder berpengaduk
- Jumlah : 1 buah
- Bahan konstruksi : *Carbon Steel SA 283 Grade C*
- Kapasitas : 4,25 m³
- Waktu tinggal : 1 jam
- Dimensi
 - Diameter = 1,7559 m
 - Tinggi = 1,7559 m
- Harga : US \$ 8.571,09



7. Bak Distribusi (BU-03)

- Fungsi : Menampung air untuk keperluan kantor dan rumah tangga.
- Jenis : Bak persegi yang terbuat dari beton bertulang.
- Jumlah : 1 buah
- Kapasitas : 51 m³
- Waktu tinggal : 12 jam
- Dimensi :
 - Tinggi = 1,5 m

- Panjang = 8,2462 m
- L ebar = 4,1231 m
- Harga : Rp 53.550.000

8. Bak Penampung Sementara (BU-04)

- Fungsi : Menampung sementara air pendingin sebelum dialirkan ke alat-alat proses.
- Jenis : Bak persegi yang terbuat dari beton bertulang.
- Jumlah : 1 buah
- Kapasitas : 19,5886 m³
- Waktu tinggal : 2 jam
- Dimensi :
 - Tinggi = 1,5 m
 - Panjang = 5,1106 m
 - L ebar = 2,5553 m
- Harga : Rp 20.567.999,48

9. Cooling Tower (CTU)

- Fungsi : Me-recovery air pendingin sirkulasi dari suhu 40°C menjadi 30°C.
- Jenis : *Induced Draft Cooling Tower*
- Jumlah : 1 buah
- Kapasitas : 143,7474 GPM

- Dimensi :
 - Tinggi = 5,4176 m
 - Panjang = 1,8272 m
 - Lebar = 1,8272 m
- Harga : US \$ 11.326,2239

10. *Blower Cooling Tower (BCU)*

- Fungsi : Menghisap udara sekeliling untuk dikontakkan dengan air yang akan didinginkan.
- Jenis : *Centrifugal blower*
- Jumlah : 1 buah
- Kebutuhan udara : 60,7921 ft³/menit
- Tekanan : 1 atm
- Power motor : 0,75 Hp
- Harga : US \$ 2.246,0223

11. *Kation Exchanger (KEU)*

- Fungsi : Menghilangkan kesadahan air yang disebabkan oleh kation-kation Ca dan Mg.
- Jenis : *Down Flow Cation Exchanger.*
- Bahan konstruksi : *Carbon Steel SA 285 Grade C*
- Jumlah : 3 buah (2 buah regenerasi)
- Kapasitas : 0,0199 m³

- Resin : *Shyntetic Gel Zeolit*
- Waktu operasi : 35 jam
- Dimensi :
 - Diameter = 0,1153 m
 - Tinggi = 1,9050m
- Harga : US \$ 311,6679

12. Anion Exchanger (AEU)

- Fungsi : Menghilangkan kesadahan air yang disebabkan oleh anion-anion Cl, SO₄, NO₃.
- Jenis : *Down Flow Anion Exchanger*
- Bahan konstruksi: *Carbon Steel SA 285 Grade C*
- Jumlah : 3 buah (2 buah regenari)
- Kapasitas : 0,0199 m³
- Resin : *Duolit A-2*
- Waktu operasi : 11 jam
- Dimensi :
 - Diameter = 0,1153 m
 - Tinggi = 1,9050 m
- Harga : US \$ 311,6679

13. Deaerator (DU)

- Fungsi : Menghilangkan kandungan gas dalam air terutama O₂ dan CO₂.

- Jenis : *Tangki Silinder Tegak*
- Jumlah : 1 buah
- Bahan konstruksi : *Carbon Steel SA 283 Grade C*
- Kapasitas : 0,0919 m³
- Waktu tinggal : 1 jam
- Dimensi :
 - Diameter = 0,4892 m
 - Tinggi = 0,4892 m
- Pengaduk : *Marine Propeller 4 Blades*
- Power pompa : 1/20 Hp
- Harga : US \$ 2081,7965

14. Tangki Umpan Boiler (TU-01)

- Fungsi : Menampung sementara umpan boiler.
- Jenis : Tangki Silinder Tegak
- Jumlah : 1 buah
- Bahan konstruksi : *Carbon Steel SA 285 Grade C*
- Kapasitas : 0,1838 m³
- Waktu tinggal : 2 jam
- Dimensi :
 - Diameter = 0,6164 m
 - Tinggi = 0,6164m
- Harga : US \$ 1.577,71

15. Boiler (BLU)

- Fungsi : Membuat *steam* jenuh pada tekanan 1,2 atm dan suhu 110°C
- Jenis : *Fire tube boiler*
- Jumlah : 1 buah
- Bahan konstruksi : *Carbon Steel SA 285 Grade C*
- Kondisi operasi :
 - ◆ Tekanan = 1,2 atm
 - ◆ Suhu air umpan boiler = 60 °C
 - ◆ Suhu steam jenuh = 212,22 °C
- Spesifikasi tube :
 - ◆ OD = 2 in
 - ◆ ID = 1,834 in
 - ◆ Sch. No = 40
 - ◆ Panjang = 20 ft
 - ◆ Jumlah = 87 tube
- Harga : US \$ 4.807,7702

16. Tangki Penampung Kondensat (TU-02)

- Fungsi : Menampung kondensat dari alat proses sebelum disirkulasi menuju tangki umpan boiler.
- Jenis : Tangki silinder tegak.
- Jumlah : 1 buah

- Bahan konstruksi : *Carbon Steel SA 285 Grade C*
- Kapasitas : 0,1471 m³
- Waktu tinggal : 2 jam
- Dimensi :
 - Tinggi = 0,5722 m
 - Diameter = 0,5722 m
- Harga : US \$ 1.380,01

17. Tangki Larutan Na₂SO₄ (TU-04)

- Fungsi : Membuat larutan Na₂SO₄ yang berfungsi untuk mencegah terjadinya kerak pada alat proses.
- Jenis : Tangki silinder tegak
- Jumlah : 1 buah
- Bahan konstruksi : *Carbon Steel SA 285 Grade C*
- Kapasitas : 0,0397 m³
- Waktu tinggal : 1 bulan
- Dimensi :
 - Tinggi = 0,3698 m
 - Diameter = 0,3698 m
- Harga : US \$ 629,07

18. Tangki Larutan N₂H₄ (TU-05)

- Fungsi : Membuat larutan N₂H₄ yang berfungsi untuk menghilangkan gas-gas O₂ dan CO₂ yang terlarut dalam air.
- Jenis : Tangki silinder tegak.
- Jumlah : 1 buah
- Bahan konstruksi : *Carbon Steel SA 285 Grade C*
- Kapasitas : 0,0547 m³
- Waktu tinggal : 1 bulan
- Dimensi :
 - Tinggi = 0,4114 m
 - Diameter = 0,4114 m
- Harga : US \$ 1,1776.28

19. Tangki Larutan NaCl (TU-06)

- Fungsi : Membuat larutan NaCl yang berfungsi untuk meregenerasi *kation exchanger*.
- Jenis : Tangki silinder tegak.
- Jumlah : 1 buah
- Bahan konstruksi : *Carbon Steel SA 285 Grade C*
- Kapasitas : 0,0344m³
- Waktu tinggal : 1 bulan
- Dimensi :

- Tinggi = 0,3527 m
- Diameter = 0,3527 m
- Harga : US \$ 577,53

20. Tangki Larutan NaOH (TU-07)

- Fungsi : Membuat larutan NaOH yang berfungsi untuk meregenerasi *anion exchanger*.
- Jenis : Tangki silinder tegak.
- Jumlah : 1 buah
- Bahan konstruksi : *Carbon Steel SA 285 Grade C*
- Kapasitas : 0,095 m³
- Waktu tinggal : 1 bulan
- Dimensi :
 - Tinggi = 0,2301 m
 - Diameter = 0,2301 m
- Harga : US \$ 267,79

21. Tangki Larutan Kaporit (TU-08)

- Fungsi : Membuat larutan desinfektan dari bahan kaporit untuk air yang akan digunakan untuk sehari-hari.
- Jenis : Tangki silinder tegak.
- Jumlah : 1 buah
- Bahan konstruksi : *Carbon Steel SA 285 Grade C*

- Kapasitas : 0,4935 m³
- Waktu tinggal : 1 bulan
- Dimensi :
 - Tinggi = 0,8567 m
 - Diameter = 0,8567 m
- Harga : US \$ 2.355,05

22. Generator (GU)

- Fungsi : Membangkitkan listrik untuk keperluan proses, utilitas, dan umum apabila listrik dari PLN padam
- Jenis : Generator diesel
- Jumlah : 1 buah
- Kapasitas : 194 kW
- Kebutuhan bahan bakar : 10,0228 Lt/jam
- Jenis bahan bakar : *Industrial Diesel Oil (IDO)*
- Harga : US \$ 25.776,5937

23. Tangki Bahan Bakar Generator (TBU-01)

- Fungsi : Menyimpan kebutuhan bahan bakar generator selama 2 hari.
- Jenis : Tangki silinder tegak
- Jumlah : 1 buah
- Bahan konstruksi : *Carbon Steel SA 285 Grade C*

- Kapasitas : 0,4464 m³
- Dimensi :
 - Diameter = 2,0629 m
 - Tinggi = 0,7736 m
- Harga : US \$ 1.392,4004

24. Tangki Bahan Bakar Boiler (TBU-02)

- Fungsi : Menyimpan kebutuhan bahan bakar boiler selama 10 hari.
- Jenis : Tangki silinder tegak
- Jumlah : 1 buah
- Bahan konstruksi : *Carbon Steel SA 285 Grade C*
- Kapasitas : 2,5222 m³
- Dimensi :
 - Diameter = 2,0629 m
 - Tinggi = 0,7736 m
- Harga : US \$ 3.935,5715

25. Pompa Utilitas 1 (PU-01)

- Fungsi : Memompa air sungai ke BU-01.
- Jenis : *Centrifugal Pumps (single stage, axial flow).*
- Jumlah : 1 buah
- Bahan konstruksi : *Stainless Steel SA 167 Grade C Type 304*

- *Head* : 13,4415 ft
- Kapasitas : 63 GPM
- Power pompa : 0,4249 Hp
- Power motor : 0,5 Hp
- Harga : US \$ 22.736,60

26. Pompa Utilitas 2 (PU-02)

- Fungsi : Memompa air dari BU-01 ke PTU.
- Jenis : *Centrifugal Pumps (single stage, axial flow).*
- Jumlah : 1 buah
- Bahan konstruksi : *Stainless Steel SA 167 Grade C Type 304*
- *Head* : 5,5084 ft
- Kapasitas : 63 GPM
- Power pompa : 0,1762 Hp
- Power motor : 0,25 Hp
- Harga : US \$ 22.736,60

27. Pompa Utilitas 3 (PU-03)

- Fungsi : Memompa air dari PTU ke CLU.
- Jenis : *Centrifugal Pumps (single stage, axial flow).*
- Jumlah : 1 buah
- Bahan konstruksi : *Stainless Steel SA 167 Grade C Type 304*
- *Head* : 10,5071 ft

- Kapasitas : 63 GPM
- Power pompa : 0,3321 Hp
- Power motor : 0,5 Hp
- Harga : US \$ 22.736,60

28. Pompa Utilitas 4 (PU-04)

- Fungsi : Memompa air dari CLU ke SFU
- Jenis : *Centrifugal Pumps (single stage, mixed flow).*
- Jumlah : 1 buah
- Bahan konstruksi : *Stainless Steel SA 167 Grade C Type 304*
- *Head* : 21,4732 ft
- Kapasitas : 63 GPM
- Power pompa : 0,6708 Hp
- Power motor : 0,75 Hp
- Harga : US \$ 22.736,60

29. Pompa Utilitas 5 (PU-05)

- Fungsi : Memompa air dari SFU ke BU-02.
- Jenis : *Centrifugal Pumps (single stage, axial flow).*
- Jumlah : 1 buah
- Bahan konstruksi : *Stainless Steel SA 167 Grade C Type 304*
- *Head* : 9,2139 ft
- Kapasitas : 63 GPM

- Power pompa : 0,2983 Hp
- Power motor : 0,333 Hp
- Harga : US \$ 87.829.66

30. Pompa Utilitas 6 (PU-06)

- Fungsi : Memompa air dari BU-02 ke KEU.
- Jenis : *Centrifugal Pumps (single stage, mixed flow).*
- Jumlah : 1 buah
- Bahan konstruksi : *Stainless Steel SA 167 Grade C Type 304*
- Head : 6,0333 ft
- Kapasitas : 1 GPM
- Power pompa : 0,01 Hp
- Power motor : 0,05 Hp
- Harga : US \$ 1892,87

31. Pompa Utilitas 7 (PU-07)

- Fungsi : Memompa air dari KEU ke AEU.
- Jenis : *Centrifugal Pumps (single stage, mixed flow).*
- Jumlah : 1 buah
- Bahan konstruksi : *Stainless Steel SA 167 Grade C Type 304*
- Head : 3,0204 ft
- Kapasitas : 1 GPM
- Power pompa : 0,005 Hp

- Power motor : 0,05 Hp
- Harga : US \$ 1.892,87

32. Pompa Utilitas 8 (PU-08)

- Fungsi : Memompa air dari AEU ke DU.
- Jenis : *Centrifugal Pumps (single stage, mixed flow)*.
- Jumlah : 1 buah
- Bahan konstruksi : *Stainless Steel SA 167 Grade C Type 304*
- *Head* : 3,0204 ft
- Kapasitas : 1 GPM
- Power pompa : 0,005 Hp
- Power motor : 0,05 Hp
- Harga : US \$ 1.892,87

33. Pompa Utilitas 9 (PU-09)

- Fungsi : Memompa air dari DU ke TU-01.
- Jenis : *Centrifugal Pumps (single stage, mixed flow)*.
- Jumlah : 1 buah
- Bahan konstruksi : *Stainless Steel SA 167 Grade C Type 304*
- *Head* : 4,0298 ft
- Kapasitas : 1 GPM
- Power pompa : 0,006 Hp
- Power motor : 0,05 Hp
- Harga : US \$ 1.892,87

34. Pompa Utilitas 10 (PU-10)

- Fungsi : Memompa air dari TU-01 ke BLU.
- Jenis : *Centrifugal Pumps (single stage, mixed flow)*.
- Jumlah : 1 buah
- Bahan konstruksi : *Stainless Steel SA 167 Grade C Type 304*
- *Head* : 3,0204 ft
- Kapasitas : 1 GPM
- Power pompa : 0,005 Hp
- Power motor : 0,05 Hp
- Harga : US \$ 1.892,87

35. Pompa Utilitas 11 (PU-11)

- Fungsi : Memompa air dari BU-02 ke TCU.
- Jenis : *Centrifugal Pumps (single stage, mixed flow)*.
- Jumlah : 1 buah
- Bahan konstruksi : *Stainless Steel SA 167
Grade C Type 304*
- *Head* : 8,2496 ft
- Kapasitas : 16 GPM
- Power pompa : 0,2196 Hp
- Power motor : 1/3 Hp
- Harga: US \$ 9.990,64

36. Pompa Utilitas 12 (PU-12)

- Fungsi : Memompa air dari TCU ke BU-03.
- Jenis : *Centrifugal Pumps (multi stage, radial flow)*.
- Jumlah : 1 buah
- Bahan konstruksi : *Stainless Steel SA 167 Grade C Type 304*
- *Head* : 63,5169 ft
- Kapasitas : 16 GPM
- Power pompa : 1,6495 Hp
- Power motor : 2 Hp
- Harga : US \$ 9.990,64

37. Pompa Utilitas 13 (PU-13)

- Fungsi : Memompa air dari BU-02 ke BU-04.
- Jenis : *Centrifugal Pumps (single stage, axial flow)*.
- Jumlah : 1 buah
- Bahan konstruksi : *Stainless Steel SA 167 Grade C Type 304*
- *Head* : 2,1947 ft
- Kapasitas : 36 GPM
- Power pompa : 0,04 Hp
- Power motor : 0,05 Hp
- Harga : US \$ 16.251,85

38. Pompa Utilitas 14 (PU-14)

- Fungsi : Memompa air dari BU-04 ke air pendingin proses
- Jenis : *Centrifugal Pumps (single stage, axial flow)*.
- Jumlah : 1 buah
- Bahan konstruksi : *Stainless Steel SA 167 Grade C Type 304*
- *Head* : 3,1206 ft
- Kapasitas : 36 GPM
- Power pompa : 0,05 Hp
- Power motor : 0,08 Hp
- Harga : US \$ 16.251,85

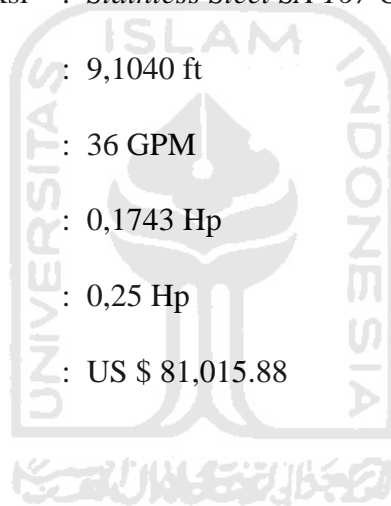
39. Pompa Utilitas 15 (PU-15)

- Fungsi : Memompa air dari air pendingin proses ke CTU
- Jenis : *Centrifugal Pumps (single stage, axial flow)*.
- Jumlah : 1 buah
- Bahan konstruksi : *Stainless Steel SA 167 Grade C Type 304*
- *Head* : 16,0918 ft
- Kapasitas : 36 GPM
- Power pompa : 0,304 Hp
- Power motor : 0,5 Hp

- Harga: US \$ 16.251,85

40. Pompa Utilitas 16 (PU-16)

- Fungsi : Memompa air dari CTU ke BU-04
- Jenis : *Centrifugal Pumps (single stage, axial flow)*.
- Jumlah : 1 buah
- Bahan konstruksi : *Stainless Steel SA 167 Grade C Type 304*
- Head : 9,1040 ft
- Kapasitas : 36 GPM
- Power pompa : 0,1743 Hp
- Power motor : 0,25 Hp
- Harga : US \$ 81,015.88



4.6 Laboratorium

4.6.1 Kegunaan Laboratorium

Laboratorium merupakan bagian yang sangat penting dalam menunjang kelancaran proses produksi dan menjaga mutu produk. Sedangkan fungsinya yang lain adalah untuk pengendalian terhadap pencemaran lingkungan, baik pencemaran udara maupun pencemaran air.

Laboratorium kimia merupakan sarana untuk mengadakan penelitian mengenai bahan baku, proses maupun produksi. Hal ini dilakukan untuk meningkatkan dan menjaga kualitas atas mutu produksi perusahaan. Analisa yang

dilakukan dalam rangka pengendalian mutu meliputi analisa bahan baku dan bahan pembantu, analisa proses dan analisa kualitas produk.

Tugas laboratorium antara lain :

- Memeriksa bahan baku dan bahan pembantu yang akan digunakan
- Menganalisa dan meneliti produk yang akan dipasarkan
- Melakukan percobaan yang ada kaitannya dengan proses produksi
- Memeriksa kadar zat-zat pada buangan pabrik yang dapat menyebabkan pencemaran agar sesuai dengan baku mutu yang telah ditetapkan.

4.6.2 Program Kerja Laboratorium

1. Analisa bahan baku dan produk

Dalam upaya pengendalian mutu produk pabrik ini, maka akan dioptimalkan aktifitas laboratorium untuk pengujian mutu. Adapun analisa pada proses pembuatan amil asetat meliputi : kemurnian, warna, densitas, viskositas, titik didih, *specific gravity*, dan *impurities*.

2. Analisa untuk keperluan utilitas

Adapun analisa untuk keperluan utilitas meliputi :

- a. Analisa feed water, yang dianalisa meliputi *Dissolved oxygen*, PH, *hardness*, *total solid*, *suspended solid* serta *oil* dan *organic matter*.

Syarat kualitas feed water :

- DO : lebih baik $0 \leq 0,007 \text{ ppm} (\leq 0,005 \text{ cc/l})$
- PH : ≥ 7

- *Hardness* : 0
- Temporary hardness maksimum : ppm CaCO_3
- Total solid : ≤ 200 ppm (0-600 psi), ≤ 10 ppm (600-750 psi)
- *Suspended solid* : 0
- Oil dan organic matter : 0
 - Penukar ion, yang dianalisa adalah kesadahan CaCO_3 dan silica sebagai SiO_2
 - Air bebas mineral, analisisnya sama dengan penukar ion
 - Analisa cooling water, yang dianalisa PH jenuh CaCO_3 dan indeks *Langelier*

Syarat kualitas air pada *cooling water* :

- PH jenuh CaCO_3 : $11,207 - 0,916 \log \text{Ca} + \log \text{Mg} - 0,991 \log \text{total alkalinitas} + 0,032 \log \text{SC}_4$
 - Indeks Langlier : PH jenuh CaCO_3 (0,6 – 10)
- b. Analisa air umpan boiler, yang dianalisa meliputi alkalinitas total, *sodium phosphate, chloride, PH, oil dan organic matter, total solid* serta konsentrasi silika.
 - c. Air minum yang dihasilkan dianalisa meliputi PH, kadar *khlor* dan kekeruhan.
 - d. Air bebas mineral, yang dianalisa meliputi PH, kesadahan, jumlah O_2 terlarut, dan kadar Fe

Untuk mempermudah pelaksanaan program kerja laboratorium, maka laboratorium di pabrik ini dibagi menjadi 3 bagian :

1. Laboratorium Pengamatan

Tugas dari laboratorium ini adalah melakukan analisa secara fisika terhadap semua arus yang berasal dari proses produksi maupun tangki serta mengeluarkan “*Certificate of Quality*” untuk menjelaskan spesifikasi hasil pengamatan. Jadi pemeriksaan dan pengamatan dilakukan terhadap bahan baku dan produk akhir.

2. Laboratorium Analisa/Analitik

Tugas dari laboratorium ini adalah melakukan analisa terhadap sifat-sifat dan kandungan kimiawi bahan baku, produk akhir, kadar air, dan bahan kimia yang digunakan (*additive*, bahan-bahan injeksi, dan lain-lain)

3. Laboratorium Penelitian, Pengembangan dan Perlindungan Lingkungan

Tugas dari laboratorium ini adalah melakukan penelitian dan pengembangan terhadap kualitas material terkait dalam proses yang digunakan untuk meningkatkan hasil akhir. Sifat dari laboratorium ini tidak rutin dan cenderung melakukan penelitian hal-hal yang baru untuk keperluan pengembangan. Termasuk didalamnya adalah kemungkinan penggantian, penambahan, dan pengurangan alat proses.

4.6.3 Alat-Alat Utama Laboratorium

Alat-alat utama yang digunakan di laboratorium antara lain :

- a. *Water Content Tester*, digunakan untuk menganalisa kadar air dalam produk.
- b. *Viscosimeter Bath*, digunakan untuk mengukur viskositas produk keluar dari reaktor.
- c. *Hydrometer*, digunakan untuk mengukur spesifik gravity.
- d. *Thermoline*, digunakan untuk menentukan titik leleh.

4.7 Organisasi Perusahaan

4.7.1 Bentuk Organisasi

Setiap organisasi perusahaan didirikan dengan tujuan untuk mempersatukan arah dan kepentingan semua unsur yang berkaitan dengan kepentingan perusahaan. Tujuan yang ingin dicapai adalah sebuah kondisi yang lebih baik dari sebelumnya. Faktor yang berpengaruh terhadap tercapainya tujuan yang diinginkan adalah kemampuan manajemen dan sifat-sifat dari tujuan itu sendiri.

Pabrik amil asetat ini direncanakan didirikan pada tahun 2015 dengan bentuk perusahaan Perseroan Terbatas (PT). Faktor-faktor yang mendasari pemilihan bentuk perusahaan ini adalah :

- Modal mudah didapat, yaitu dari penjualan saham perusahaan kepada masyarakat.
- Dari segi hukum, kekayaan perusahaan jelas terpisah dari kekayaan pribadi pemegang saham.

- Kontinuitas perusahaan lebih terjamin karena perusahaan tidak tergantung pada satu pihak sebab kepemilikan dapat berganti.
- Efisiensi Manajemen. para pemegang saham dapat memilih orang yang ahli sebagai dewan direksi yang cakap dan berpengalaman.
- Pemegang saham menanggung resiko perusahaan hanya sebatas sebesar dana yang disertakan di perusahaan.
- Lapangan usaha lebih luas. Dengan adanya penjualan saham, usaha dapat dikembangkan lebih luas.

Ciri-ciri Perseroan Terbatas yaitu Perseroan Terbatas antara lain :

- Didirikan dengan akta notaris berdasarkan Kitab Undang-Undang Hukum dagang
- Besarnya modal ditentukan dalam akta pendirian dan terdiri dari saham-saham.
- Pemilik perusahaan adalah para pemegang saham.
- Pabrik dipimpin oleh seorang Direktur yang dipilih oleh para pemegang saham.
- Pembinaan personalia sepenuhnya diserahkan kepada Direktur dengan memperhatikan hukum-hukum perburuhan.

4.7.2 Struktur Organisasi Perusahaan

Struktur organisasi merupakan susunan yang terdiri dari fungsi-fungsi dan hubungan-hubungan yang menyatakan seluruh kegiatan untuk mencapai suatu sasaran. Secara fisik, struktur organisasi dapat dinyatakan dalam bentuk grafik

yang memperlihatkan hubungan unit-unit organisasi dan garis-garis wewenang yang ada.

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

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

Ada dua kelompok orang-orang yang berpengaruh dalam menjalankan organisasi *line/lini* dan staf ini, yaitu orang-orang yang melaksanakan tugas pokok

organisasi dalam rangka mencapai tujuan yang disebut lini dan orang-orang yang menjalankan tugasnya dengan keahlian yang dimilikinya dalam hal ini berfungsi untuk memberikan saran-saran kepada unit operasional dan disebut staf.

Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan, dalam pelaksanaan tugas sehari-harinya diwakili oleh Dewan Komisaris, sedangkan tugas untuk menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh seorang Direktur yang dibantu oleh Kepala Bidang Produksi serta Kepala Bidang Keuangan dan Umum. Kepala Bidang membawahi beberapa Kepala Seksi, yang akan bertanggung jawab membawahi seksi-seksi dalam perusahaan, sebagai bagian dari pendelegasian wewenang dan tanggung jawab. Kepala Bidang Produksi membawahi Seksi Operasi dan Seksi Teknik. Sedangkan Kepala Bidang Keuangan dan Umum yang membidangi kelancaran pelayanan dan pemasaran, membawahi Seksi Umum, Seksi Pemasaran, dan Seksi Keuangan & Administrasi. Masing-masing Kepala Seksi akan membawahi Koordinator Unit atau langsung membawahi karyawan. Unit koordinator untuk mengkoordinasi dan mengawasi karyawan yang ada di unitnya.

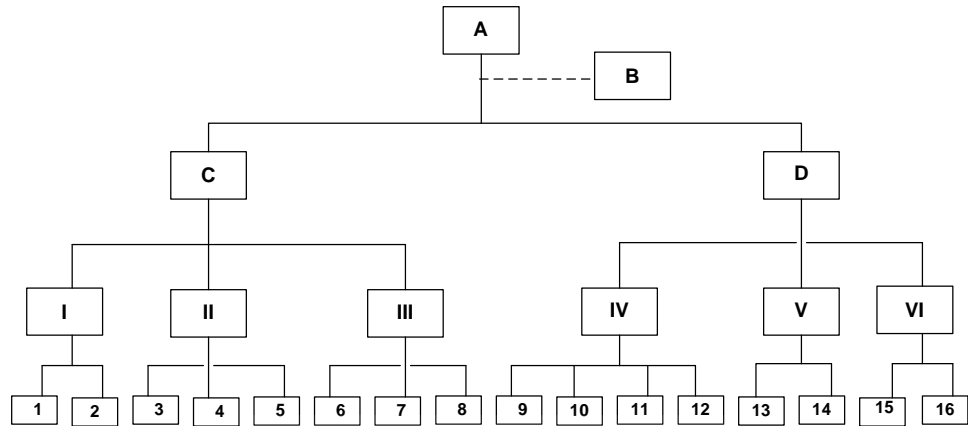
Dengan adanya struktur organisasi pada perusahaan maka akan diperoleh beberapa keuntungan, antara lain :

- Menjelaskan dan menjernihkan persoalan mengenai pembagian tugas, tanggungjawab, wewenang, dan lain-lain.
- Penempatan pegawai yang lebih tepat
- Penyusunan program pengembangan manajemen perusahaan akan lebih terarah

- Ikut menentukan pelatihan yang diperlukan untuk pejabat yang sudah ada
- Sebagai bahan orientasi untuk pejabat
- Dapat mengatur kembali langkah kerja dan prosedur kerja yang berlaku bila terbukti kurang lancar.



STRUKTUR ORGANISASI



- A : Direktur Utama
- B : Staff Ahli
- C : Direktur Teknik dan Produksi
- D : Direktur Keuangan dan Umum
- I : Kepala Bagian Teknik
- II : Kepala Bagian Produksi
- III : Kepala Bagian Penelitian dan Pengembangan
- IV : Kepala Bagian Umum
- V : Kepala Bagian Pemasaran
- VI : Kepala Bagian Keuangan
- 1 : Kepala Seksi Pemeliharaan
- 2 : Kepala Seksi Utilitas
- 3 : Kepala Seksi Proses
- 4 : Kepala Seksi Produksi
- 5 : Kepala Seksi Laboratorium
- 6 : Kepala Seksi Pengembangan
- 7 : Kepala Seksi Penelitian
- 8 : Kepala Seksi Pengendalian
- 9 : Kepala Seksi Personalia
- 10 : Kepala Seksi Humas
- 11 : Kepala Seksi Keamanan
- 12 : Kepala Seksi K3
- 13 : Kepala Seksi Pembelian
- 14 : Kepala Seksi Penjualan
- 15 : Kepala Seksi Administrasi
- 16 : Kepala Seksi Kas

Gambar 4.4 Struktur Organisasi Perusahaan

4.7.3 Tugas dan Wewenang

4.7.5.1

Pemegang

Saham

Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi perusahaan tersebut. Kekuasaan tertinggi pada perusahaan yang berbentuk PT adalah rapat umum pemegang saham (RUPS). Pada rapat umum tersebut, para pemegang saham bertugas untuk :

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

4.7.5.2 Dewan Komisaris

Dewan Komisaris merupakan pelaksana dari pemilik saham dan bertanggungjawab terhadap pemilik saham. Tugas Dewan Komisaris antara lain :

1. Menilai dan menyetujui Direksi tentang kebijakan umum, target laba perusahaan , alokasi sumber-sumber dana dan pengarahan pemasaran.
2. Mengawasi tugas direksi
3. Membantu direksi dalam hal yang penting

4.7.5.3 Dewan Direksi

Direktur Utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan bertanggungjawab sepenuhnya terhadap maju mundurnya perusahaan. Direktur Utama bertanggungjawab pada Dewan Komisaris atas segala tindakan dan kebijakan yang telah diambil sebagai pimpinan perusahaan. Direktur Utama membawahi Direktur Teknik dan Produksi serta Direktur Keuangan dan Umum.

Tugas Direktur Utama antara lain :

1. Melakukan kebijakan perusahaan dan mempertanggungjawabkan pekerjaannya pada pemegang saham pada rapat umum pemegang saham.
2. Menjaga kestabilan manajemen perusahaan dan membuat kelangsungan hubungan yang baik antara pemilik saham, pimpinan dan karyawan.
3. Mengangkat dan memberhentikan kepala bagian dengan persetujuan rapat untuk pemegang saham.
4. Mengkoordinasi kerja sama dengan Direktur Teknik dan Produksi, Direktur Keuangan dan Umum, serta Personalia.

Tugas Direktur Teknik dan Produksi antara lain :

1. Bertanggungjawab pada Direktur Utama dalam bidang produksi dan teknik.
2. Mengkoordinasi, mengatur dan mengawasi pelaksanaan kepala bagian yang dibawahinya.

Tugas Direktur Keuangan dan Umum antara lain :

1. Bertanggungjawab kepada Direktur Utama dalam bidang keuangan, pelayanan umum, K3 dan litbang serta pemasaran.
2. Mengkoordinasi, mengatur dan mengawasi pelaksanaan kepala bagian yang dibawahinya.

4.7.5.4 Staff Ahli

Staff ahli terdiri dari tenaga-tenaga ahli yang bertugas membantu Dewan Direksi dalam menjalankan tugasnya baik yang berhubungan dengan teknis maupun administrasi. *Staff* ahli bertanggungjawab kepada Direktur Utama sesuai dengan bidang keahliannya masing-masing.

Tugas dan wewenang *staff* ahli antara lain :

1. Memberikan nasehat dan saran dalam perencanaan pengembangan perusahaan.
2. Mengadakan evaluasi teknik dan ekonomi perusahaan.
3. Memberikan saran dalam bidang hukum

4.7.5.5 Kepala Bagian

Secara umum tugas kepala bagian adalah mengkoordinasi, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan garis-garis yang diberikan oleh pimpinan perusahaan. Kepala bagian dapat juga bertindak sebagai staff direktur bersama-sama dengan *staff* ahli. Kepala bagian ini bertanggungjawab kepada direktur masing-masing.

a. Kepala Bagian Produksi

Bertanggungjawab kepada Direktur Teknik dan Produksi dalam bidang mutu dan kelancaran produksi. Kepala bagian membawahi :

- Seksi proses.
- Seksi produksi
- Seksi Laboratorium

b. Kepala Bagian Teknik

Tugas antara lain :

Bertanggungjawab kepada Direktur Teknik dan Produksi dalam bidang peralatan proses dan utilitas serta mengkoordinasi kepala-kepala seksi yang dibawahinya. Kepala bagian teknik membawahi :

- Seksi pemeliharaan
- Seksi utilitas

c. Kepala Bagian Penelitian dan Pengembangan

Tugas antara lain :

Bertanggungjawab kepada Direktur Teknik dan Produksi dalam bidang peralatan proses dan utilitas serta mengkoordinasi kepala-kepala seksi yang dibawahinya. Kepala bagian penelitian dan pengembangan membawahi :

- Seksi pengendalian
- Seksi pengembangan
- Seksi penelitian

d. Kepala Bagian Pemasaran

Bertanggungjawab kepada Direktur Keuangan dan Umum dalam bidang bahan baku dan pemasaran hasil produksi.

Kepala Bagian Pemasaran membawahi :

- Seksi Pembelian
- Seksi Pemasaran/penjualan

e. Kepala Bagian Keuangan

Bertanggungjawab kepada Direktur Keuangan dan Umum dalam bidang administrasi dan keuangan.

Kepala Bagian Keuangan membawahi :

- Seksi Administrasi
- Seksi kas

f. Kepala Bagian Umum

Bertanggungjawab kepada Direktur Keuangan dan Umum dalam bidang personalia, hubungan masyarakat dan keamanan.

Kepala Bagian Umum membawahi :

- Seksi Personalia
- Seksi Humas
- Seksi Keamanan

4.7.5.6 Kepala Seksi

Kepala seksi adalah pelaksana pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai rencana yang telah diatur oleh kepala bagian masing-masing supaya diperoleh hasil yang maksimum dan efektif selama berlangsungnya proses produksi. Setiap kepala seksi bertanggungjawab kepada kepala bagian sesuai dengan seksinya masing-masing.

a. Kepala Seksi Proses

Tugas Kepala Seksi Proses bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Produksi dalam bidang mutu dan kelancaran proses produksi.

Tugas seksi proses antara lain :

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

b. Kepala Seksi Pengendalian

Tugas Kepala Seksi Pengendalian bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Produksi dalam hal kelancaran proses produksi yang berkaitan dengan keselamatan aktivitas produksi.

Tugas seksi Pengendalian antara lain :

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

- Bertanggung jawab terhadap perencanaan dan pengawasan keselamatan proses, instalasi peralatan, karyawan, dan lingkungan (inspeksi)

c. Kepala Seksi Laboratorium

Tugas Kepala Seksi Pengendalian bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Produksi dalam hal analisa produksi.

Tugas seksi Laboratorium antara lain :

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

d. Kepala Seksi Produksi

Tugas Kepala Seksi Produksi bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Produksi dalam hal pengawasan produksi.

Tugas seksi Produksi antara lain :

- Mengawasi mutu bahan baku dan bahan pembantu,
- Mengawasi mutu produksi, dan
- Membuat laporan berkala kepada Kepala Bagian Produksi.

e. Kepala Seksi Pemeliharaan

Tugas Kepala Seksi pemeliharaan bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Teknik dalam bidang pemeliharaan peralatan., inspeksi dan keselamatan proses dan lingkungan, ikut memberikan bantuan teknik kepada seksi operasi.

Tugas seksi Pemeliharaan antara lain :

- merencanakan dan melaksanakan pemeliharaan fasilitas gedung dan peralatan pabrik serta memperbaiki kerusakan peralatan pabrik.

f. Kepala Seksi Utilitas

Tugas kepala seksi penelitian adalah bertanggungjawab kepada Kepala Bagian Teknik dalam hal utilitas.

Tugas seksi Utilitas antara lain :

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

g. Kepala Seksi Penelitian

Tugas kepala seksi penelitian adalah bertanggungjawab kepada Kepala Bagian R & D dalam hal mutu produk.

Tugas Seksi Penelitian antara lain :

- Melakukan riset guna mempertinggi mutu suatu produk

h. Kepala Seksi Administrasi

Tugas Kepala Seksi Administrasi ini bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Keuangan dalam hal administrasi.

Tugas Seksi Administrasi antara lain :

- Menyelenggarakan pencatatan utang piutang, administrasi, persediaan kantor, pembukuan serta masalah perpajakan.

i. Kepala Seksi Keuangan

Tugas Kepala Seksi Administrasi ini bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Keuangan dalam hal keuangan/anggaran.

Tugas seksi Keuangan antara lain :

- Menghitung penggunaan uang perusahaan,
- Mengamankan uang dan meramalkan tentang keuangan masa depan, serta
- Mengadakan perhitungan tentang gaji dan insentif karyawan.

j. Kepala Seksi Penjualan

Tugas Kepala Seksi Penjualan bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Pemasaran dalam bidang pemasaran hasil produksi.

Tugas seksi Penjualan antara lain :

- Merencanakan strategi penjualan hasil produksi dan mengatur distribusi hasil produksi dari gudang.

k. Kepala Seksi Pembelian

Tugas Kepala Seksi Pembelian bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Pemasaran dalam bidang penyediaan bahan baku dan peralatan.

Tugas seksi pembelian antara lain :

- Melaksanakan pembelian barang dan peralatan yang dibutuhkan perusahaan, serta mengetahui harga pasaran dari suatu bahan baku serta mengatur keluar masuknya bahan dan alat dari gudang.

l. Kepala Seksi Personalia

Tugas Kepala Seksi Personalia bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Umum dalam hal sumber daya manusia.

Tugas seksi Personalia antara lain :

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

m. Kepala Seksi Humas

Tugas Kepala Seksi Humas bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Umum dalam hal hubungan masyarakat.

Tugas seksi Humas antara lain :

- Mengatur hubungan antara perusahaan dengan masyarakat di luar lingkungan perusahaan.

n. Kepala Seksi Keamanan

Tugas Kepala Seksi Humas bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Umum yang menyangkut keamanan di sekitar pabrik.

Tugas seksi Keamanan antara lain :

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

o. Kepala Seksi Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3)

Tugas Kepala Seksi Kesehatan dan Keselamatan Kerja bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Umum yang menyangkut kesehatan dan keselamatan karyawan dan lingkungan.

Tugas seksi Kesehatan dan Keselamatann Kerja antara lain :

- Menjaga kesehatan dan keselamatan karyawan.

- Menjaga dan memelihara kesehatan lingkungan di area pabrik dan sekitarnya.

4.7.4 Sistem Kepegawaian dan Gaji

Pada pabrik amil asetat ini sistem gaji karyawan berbeda-beda tergantung pada status karyawan, kedudukan, tanggungjawab dan keahlian. Pembagian karyawan pabrik ini dapat dibagi menjadi tiga golongan antara lain :

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 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.

4.7.5 Pembagian Jam Kerja Karyawan

Jadwal kerja di perusahaan ini di bagi menjadi dua bagian, yaitu jadwal kerja kantor (jadwal *non shift*) dan jadwal kerja pabrik (jadwal *shift*).

4.7.5.1

Jadwal Non Shift

Jadwal ini berlaku untuk karyawan kantor (*office*). Dalam satu minggu jam kantor adalah 40 jam dengan perincian sebagai berikut :

- Senin – Kamis : 07.30 – 16.30 WIB.
Istirahat : 12.00 – 13.00 WIB.
- Jumat : 07.30 – 15.00 WIB.
Istirahat : 11.30 – 13.00 WIB.

4.7.5.2 Jadwal Shift

Jadwal kerja ini diberlakukan kepada karyawan yang berhubungan langsung dengan proses produksi, misalnya bagian produksi, mekanik, laboratorium, genset dan elektrik, dan instrumentasi. Jadwal kerja pabrik ini dibagi dalam 3 shift, yaitu :

- Shift I : 07.00 – 15.00 WIB.
- Shift II : 15.00 – 23.00 WIB.
- Shift III : 23.00 – 07.00 WIB.

Setelah dua hari masuk shift II, dua hari shift III, dan dua hari shift I, maka karyawan shift ini mendapat libur selama dua hari. Setiap masuk kerja shift, karyawan diberikan waktu istirahat selama 1 jam secara bergantian.

Diluar jam kerja kantor maupun pabrik tersebut, apabila karyawan masih dibutuhkan untuk bekerja, maka kelebihan jam kerja tersebut akan diperhitungkan sebagai kerja lembur (*overtime*) dengan perhitungan gaji yang tersendiri. Untuk

hari besar (hari libur nasional), karyawan kantor diliburkan. Sedangkan karyawan pabrik tetap masuk kerja sesuai jadwalnya dengan perhitungan lembur.

4.7.6 Penggolongan Jabatan, Karyawan dan Jumlah Gaji

4.7.6.1 Penggolongan Jabatan

Tabel 4.14. Penggolongan Jabatan

No	Jabatan	Pendidikan
1.	Direktur Utama	Sarjana Teknik Industri, S1/S2, minimal pengalaman kerja 5 tahun.
2.	Staff Ahli	Sarjana Teknik Kimia, S1/S2, minimal pengalaman kerja 4 tahun.
3.	Direktur Teknik dan Produksi	Sarjana Teknik Kimia, S1/S2, minimal pengalaman kerja 3 tahun.
4.	Direktur Keuangan dan Umum	Sarjana Ekonomi, S1/S2, minimal pengalaman kerja 3 tahun.
5.	Kepala Bagian Produksi	Sarjana Teknik Kimia, S1, minimal pengalaman kerja 2 tahun.
6.	Kepala Bagian Teknik	Sarjana Teknik Mesin/Elektro, S1, minimal pengalaman kerja 2 tahun.
7.	Kepala Bagian R & D	Sarjana Teknik Kimia, S1, minimal pengalaman kerja 2 tahun.
8.	Kepala Bagian Keuangan	Sarjana Ekonomi, S1, minimal pengalaman kerja 2 tahun.
9.	Kepala Bagian Pemasaran	Sarjana Ekonomi, S1, minimal pengalaman kerja 2 tahun.
10.	Kepala Bagian Umum	Sarjana Hukum, S1, minimal pengalaman kerja 2 tahun.
11.	Kepala Seksi	Sarjana Teknik Kimia, S1, minimal pengalaman kerja 1 tahun.
12.	Operator	STM/SMU/Sederajat
13.	Sekretaris	Akademi Sekretaris, D3/S1, minimal pengalaman kerja 1 tahun.
13.	Karyawan	Sarjana Muda / D III
14.	Medis	Dokter
15.	Paramedis	Perawat
16.	Lain-lain	SD/SMP/Sederajat

4.7.6.2 Perincian Jumlah Karyawan

Tabel 4.15. Jumlah Karyawan Pada Masing-Masing Bagian

NO	Jabatan	Jumlah
1.	Direktur Utama	1
2.	Direktur Teknik dan Produksi	1
3.	Direktur Keuangan dan Umum	1
4.	Staff Ahli	2
5.	Sekretaris	2
6.	Kepala Bagian Umum	1
7.	Kepala Bagian Pemasaran	1
8.	Kepala Bagian Keuangan	1
9.	Kepala Bagian Teknik	1
10.	Kepala Bagian Produksi	1
11.	Kepala Bagian R & D	1
12.	Kepala Seksi Personalia	1
13.	Kepala Seksi Humas	1
14.	Kepala Seksi Keamanan	1
15.	Kepala Seksi Pembelian	1
16.	Kepala Seksi Pemasaran	1
17.	Kepala Seksi Administrasi	1
18.	Kepala Seksi Kas/Anggaran	1
19.	Kepala Seksi Proses	1
20.	Kepala Seksi Pengendalian	1
21.	Kepala Seksi Laboratorium	1
22.	Kepala Seksi Penelitian	1
23.	Kepala Seksi Pengembangan	1
24.	Kepala Seksi Pemeliharaan	1
25.	Kepala Seksi Utilitas	1
26.	Kepala Seksi Produksi	4
27.	Operator	24
28.	Karyawan Personalia	4
29.	Karyawan Humas	3
30.	Karyawan Keamanan	9
31.	Karyawan Pembelian	4
32.	Karyawan Pemasaran	4

33	Karyawan Administrasi	3
34	Karyawan Kas/Anggaran	3
35	Karyawan Proses	32
36	Karyawan Pengendalian	4
37	Karyawan Laboratorium	6
38	Karyawan Pemeliharaan	4
39	Karyawan Utilitas	10
40	Karyawan KKK	3
41	Karyawan Litbang	4
42	Karyawan Pemadam Kebakaran	4
43	Dokter	1
44	Perawat	3
	Total	156

4.7.6.3 Sistem Gaji Pegawai

Sistem gaji perusahaan ini dibagi menjadi 3 golongan yaitu :

1. Gaji Bulanan

Gaji ini diberikan kepada pegawai tetap dan besarnya gaji sesuai dengan peraturan perusahaan.

2. Gaji Harian

Gaji ini diberikan kepada karyawan tidak tetap atau buruh harian.

3. Gaji Lembur

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

Tabel 4.16. Perincian Golongan dan Gaji

Golongan	Jabatan	Gaji/Bulan
1	Direktur Utama	Rp 15.000.000,00
2	Direktur	Rp 10.000.000,00
3	Staff Ahli	Rp 5.000.000,00
4	Kepala Bagian	Rp 8.000.000,00
5	Kepala Seksi	Rp 4.000.000,00
6	Sekretaris	Rp 2.200.000,00
7	Dokter	Rp 5.000.000,00
8	Karyawan Personalia	Rp 2.000.000,00
9	Karyawan Humas	Rp 2.000.000,00
10	Karyawan Keamanan	Rp 2.000.000,00
11	Karyawan Pembelian	Rp 2.000.000,00
12	Karyawan Pemasaran	Rp 2.000.000,00
13	Karyawan Administrasi	Rp 2.000.000,00
14	Karyawan Kas/Anggaran	Rp 2.000.000,00
15	Karyawan Proses	Rp 2.000.000,00
16	Karyawan Pengendalian	Rp 2.000.000,00
17	Karyawan Laboratorium	Rp1.800.000,00
18	Karyawan Pemeliharaan	Rp1.800.000,00
19	Karyawan Utilitas	Rp 2.000.000,00
20	Karyawan KKK	Rp1.800.000,00
21	Karyawan Litbang	Rp1.800.000,00
22	Karyawan Pemadam Kebakaran	Rp 1.500.000,00
23	Perawat	Rp 2.000.000,00
24	Satpam	Rp 1.800.000,00

4.7.7 Kesejahteraan Sosial Karyawan

Semua karyawan dan staff di perusahaan ini akan mendapat :

1. *Salary*
 - a. *Salary*/bulan
 - b. Bonus per tahun untuk staff, min 2 kali *basic salary*
 - c. THR per tahun untuk semua staff, 1 kali *basic salary*

- d. Natal per tahun untuk semua staff, 1 kali *basic salary*
- e. Jasa per tahun untuk semua staff, 1 kali *basic salary*
- 2. Jaminan sosial dan pajak pendapatan
 - a. Pajak pendapatan semua karyawan menjadi tanggungan perusahaan
 - b. Jamsostek : 3,5 % kali *basic salary*.
 - 1,5 % tanggungan perusahaan
 - 2 % tanggungan karyawan
- 3. *Medical*
 - a. *Emergency* : tersedia poliklinik pengobatan gratis
 - b. Tahunan : pengobatan untuk staff dan keluarganya bebas, ditanggung perusahaan.
- 4. Perumahan
Untuk staff disediakan mess.
- 5. Rekreasi dan olahraga
 - a. Rekreasi : Setiap 1 tahun sekali karyawan + keluarga bersama-sama mengadakan tour atas biaya perusahaan
 - b. Olahraga : tersedia lapangan tennis dan bulu tangkis
- 6. Kenaikan gaji dan promosi
 - a. Kenaikan gaji dilakukan setiap akhir tahun dengan memperhatikan besarnya inflasi, prestasi kerja dan lain-lain.
 - b. Promosi dilakukan setiap akhir tahun dengan memperhatikan pendidikan, prestasi kerja, dan lain-lain.
- 7. Hak cuti dan ijin

- a. Cuti tahunan : setiap karyawan mendapatkan cuti setiap tahun selama 12 hari setelah tahun kelima mendapat tambahan 2 hari (total 20 hari)
 - b. Ijin tidak masuk kerja diatur dalam KKB yang ada.
8. Pakaian kerja dan sepatu. Setiap tahun mendapat jatah 2 stel.

4.7.8 Manajemen Produksi

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

Manajemen produksi meliputi manajemen perencanaan dan manajemen pengendalian produksi. Tujuan perencanaan dan pengendalian produksi adalah mengusahakan akan diperoleh kualitas produk sesuai dengan rencana dan dalam waktu yang tepat. Dengan meningkatkan kegiatan produksi maka selayaknya untuk diikuti dengan kegiatan perencanaan dan pengendalian agar dapat dihindari terjadinya penyimpangan-penyimpangan yang tidak terkendali. Perencanaan ini sangat erat kaitannya dengan pengendalian dimana perencanaan merupakan tolak ukur bagi kegiatan operasional sehingga penyimpangan yang terjadi dapat segera diketahui dan selanjutnya dikendalikan kearah yang sesuai.

4.8 Analisis Ekonomi

Analisis ekonomi dimaksudkan untuk mengetahui apakah pabrik yang dirancang dapat menguntungkan atau tidak. Untuk itu pada perancangan pabrik amil asetat ini dibuat evaluasi atau penilaian investasi yang ditinjau dengan metode:

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

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

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

4.8.2 Penaksiran Harga Peralatan

Harga peralatan proses selalu mengalami perubahan setiap tahun tergantung pada kondisi ekonomi yang ada. Untuk mengetahui harga peralatan yang ada sekarang, dapat ditaksir dari harga tahun lalu berdasarkan indeks harga. Persamaan pendekatan yang digunakan untuk memperkirakan harga peralatan pada saat sekarang adalah:

$$E_x = E_y \frac{N_x}{N_y} \quad (\text{Aries \& Newton, p-16})$$

Dalam hubungan ini:

E_x = harga alat pada tahun X

E_y = harga alat pada tahun Y

N_x = nilai indeks tahun X

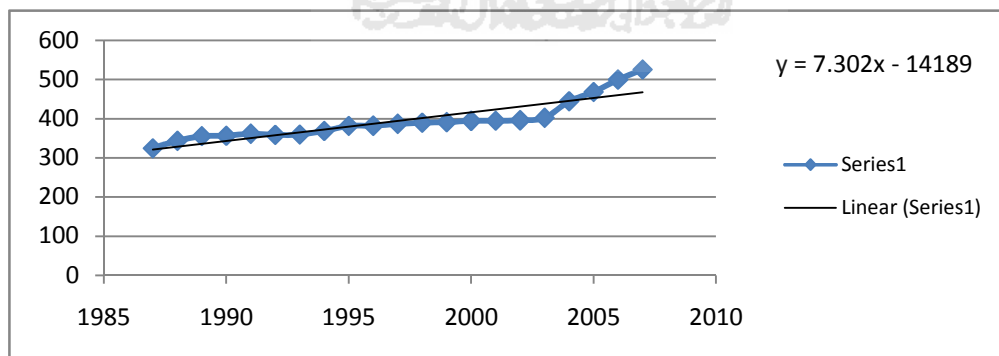
N_y = nilai indeks tahun Y

Jenis indeks yang digunakan adalah *Chemical Engineering Plant Cost Index* dari “*Chemical Engineering Progress*” dan Peter Timmerhause, 1990.

Table 4.17. Indeks Harga Alat Pada Berbagai Tahun

Tahun	Y (indeks)
1987	324
1988	343
1989	355
1990	356
1991	361.3
1992	358.2
1993	359.2
1994	368.1
1995	381.1
1996	381.7
1997	386.5
1998	389.5
1999	390.6
2000	394.1
2001	394.3
2002	395.6
2003	402
2004	444.2
2005	468.2
2006	499.6
2007	525.4
Total	8277.6

(Sumber: "Chemical Engineering Progress" & Peter Timmerhause, 1990)



Gambar 4.5. Grafik Index Harga

Untuk jenis alat yang sama tapi kapasitas berbeda, harga suatu alat dapat diperkirakan dengan menggunakan persamaan pendekatan sebagai berikut:

$$E_b = E_a \left(\frac{C_b}{C_a} \right)^x \quad (\text{Aries Newton, p-6})$$

Dimana:

E_a = Harga alat dengan kapasitas diketahui.

E_b = Harga alat dengan kapasitas dicari.

C_a = Kapasitas alat A.

C_b = Kapasitas alat B.

x = Eksponen.

Besarnya harga eksponen bermacam-macam, tergantung dari jenis alat yang akan dicari harganya. Harga eksponen untuk bermacam-macam jenis alat dapat dilihat pada Peter & Timmerhause 2th edition.

4.8.3 Dasar Perhitungan

Kapasitas Produksi = 10.000 ton/tahun

Satu tahun operasi = 330 hari

Umur pabrik = 10 tahun

Pabrik didirikan = 2015

Kurs mata uang = 1 US\$ = Rp 10.000,00

4.8.4 Perhitungan Biaya

4.8.3.1 *Capital Investment*

Capital investment adalah banyaknya pengeluaran-pengeluaran yang diperlukan untuk fasilitas-fasilitas produksi dan untuk menjalankannya.

Capital investment meliputi:

- a. *Fixed Capital Investment* adalah investasi untuk mendirikan fasilitas produksi dan pembuatannya.
- b. *Working Capital* adalah investasi yang diperlukan untuk menjalankan usaha/modal dari suatu pabrik selama waktu tertentu.

4.8.3.2 *Manufacturing Cost*

Manufacturing cost adalah biaya yang diperlukan untuk produksi suatu bahan, merupakan jumlah *direct*, *indirect* dan *fixed manufacturing cost* yang berkaitan dengan produk.

- a. *Direct Cost* adalah pengeluaran yang berkaitan langsung dengan pembuatan produk.
- b. *Indirect Cost* adalah pengeluaran-pengeluaran sebagai akibat tidak langsung karena operasi pabrik.
- c. *Fixed Cost* merupakan harga yang berkaitan dengan *fixed capital* dan pengeluaran-pengeluaran yang bersangkutan dimana harganya tetap, tidak tergantung waktu maupun tingkat produksi.

- d. *General Expenses* atau pengeluaran umum meliputi pengeluaran-pengeluaran yang bersangkutan dengan fungsi-fungsi perusahaan yang tidak termasuk *manufacturing cost*.

4.8.3.3 General Expense

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

4.8.5 Analisis Kelayakan

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

4.8.4.1 Percent Return On Investment (ROI)

Return of Investment adalah biaya *fixed capital* yang kembali pertahun atau tingkat keuntungan yang dapat dihasilkan dari tingkat investasi yang telah dikeluarkan.

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

FCI = *Fixed Capital Investment*

4.8.4.2 Pay Out Time (POT)

Pay Out Time adalah jumlah tahun yang telah berselang, sebelum didapatkan sebuah penerimaan yang melebihi investasi awal atau jumlah tahun yang diperlukan untuk kembalinya *capital investment* dengan *profit* sebelum dikurangi depresiasi.

4.8.4.3 Discounted Cash Flow Of Return (DCFR)

Evaluasi keuntungan dengan cara *discounted cash flow* uang tiap tahun berdasarkan investasi yang tidak kembali setiap akhir tahun selama umur pabrik (*present value*).

4.8.4.4 Break Even Point (BEP)

Break even point adalah titik impas (kondisi dimana pabrik tidak mendapatkan keuntungan maupun kerugian). Kapasitas pabrik pada saat *sales value* sama dengan *total cost*. Pabrik akan rugi jika beroperasi di bawah BEP dan untung jika beroperasi di atasnya.

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

Dengan:

Fa = *Annual Fixed Expense*

Ra = *Annual Regulated Expense*

Va = *Annual Variabel Expense*

Sa = *Annual Sales Value Expense*

4.8.4.5 Shut Down Point (SDP)

Shut down point adalah level produksi dimana biaya untuk menjalankan operasi pabrik akan lebih mahal daripada biaya untuk menutup pabrik dan membayar *fixed cost*.

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

4.8.6 Hasil Perhitungan

4.8.5.5 Penentuan *Total Capital Investment* (TCI)

A. *Modal Tetap (Fixed Capital Investment)*

Tabel 4.18 *Fixed Capital Investment*

No.	Type of Capital Investment	US \$	Rupiah (Rp)
1	<i>Delivered Equipment</i>	708,469.60	
2	<i>Equipment Instalation</i>	67,766.66	1,971,393,663.89
3	<i>Piping</i>	301,869.65	2,279,423,923,87
4	<i>Instrumentation</i>	73,927.26	184,818,155.99
5	<i>Insulation</i>	18,481.82	308,030,259.98
6	<i>Electrical</i>	61,606.05	
7	<i>Buildings</i>		15.150.000.000,00
8	<i>Land and Yard Improvement</i>		9.312.500.000,00
9	<i>Utilities</i>	403,946.08	1,529,148,307.12
	<i>Pysical Plant Cost</i>	1,636,067.12	30,735,314,310.85
10	<i>Engineering and Construction</i>	327,213.42	6,147,062,862.17
	<i>Direct Plant Cost</i>	1,963,280.54	36,882,377,173.02
11	<i>Contractor's Fee</i>	137,429,64	2,581,766,402.11
12	<i>Contingency</i>	294,492.08	5,532,356,575.95
	<i>Fixed Capital</i>	2,395,202.26	44,996,500,151.08

Kurs mata uang : \$ 1 = Rp. 10.000,00

Total *Fixed Capital Investment* dalam rupiah

$$= (\$ 2,395,202.26 \times \text{Rp. } 10.000 / \$ 1) + \text{Rp } 44,996,500,151.08$$

$$= \text{Rp. } 68,948,522,794.24$$

Modal Kerja (*Working Capital*)

Tabel 4.19. *Working Capital*

No	Type of Expenses	US \$	Rupiah (Rp)
1	<i>Raw Material Inventory</i>	1,315,391.60	
2	<i>In Process Inventory</i>	12,122.55	11,553,321.37
3	<i>Product Inventory</i>	1,616,339.63	1,540,442,848.72
4	<i>Extended Credit</i>	2,291,666.67	
5	<i>Available Cash</i>	1,616,339.63	1,540,442,848.72
	Total Working Capital	6,851,860.07	3,092,439,018.8

Kurs mata uang : \$ 1 = Rp. 10.000,00

Sehingga *Total Working Capital* :

$$= (\$ 6,851,860.07 \times \text{Rp. } 10.000 / \$ 1) + \text{Rp } 3,092,439,018.8$$

$$= \text{Rp } 71,611,039,675.09$$

4.8.5.6 Biaya Produksi Total (*Total Production Cost*)

A. *Manufacturing Cost*

Tabel 4.20. *Manufacturing Cost*

No	Type of Expenses	US \$	Rupiah (Rp)
1	<i>Raw Materials</i>	15,784,699.21	
2	<i>Labor Cost</i>		5,570,400,000.00
3	<i>Supervisor</i>		557,040,000.00
4	<i>Maitenance</i>		334,224,000.00
5	<i>Plant Supplies</i>		50,133,600.00
6	<i>Royalties and Patents</i>	550,000.00	
7	<i>Utilities</i>		1,946,171,564.99
	<i>Direct Manufacturing Cost</i>	16,334,699.21	8,457,969,164.99
1	<i>Payroll and Overhead</i>		835,560,000.00
2	<i>Laboratory</i>		557,040,000.00
3	<i>Plant Overhead</i>		2.785.200.000,00
4	<i>Packaging ang Shipping</i>	2,750,000.00	
	<i>Indirect Manufacturing Cost</i>	2,750,000.00	4.177.800.000.00
1	<i>Depreciation</i>	239,520.23	4,499,650,015.11
2	<i>Property Taxes</i>	47,904.05	899,930,003.02
3	<i>Insurance</i>	23,955.02	449,965,001.51
	<i>Fixed Manufacturing Cost</i>	311,376.29	5,849,545,019.64
	<i>Total Manufacturing Cost</i>	19,396,075.51	18,485,314,184.64

Kurs mata uang : \$ 1 = Rp. 10.000,00

Sehingga *Total Manufacturing Cost* :

$$= (\$ 19,396,075.51 \times \text{Rp. } 10.000 / \$ 1) + \text{Rp } 18,485,314,184.64$$

$$= \text{Rp } 212,446,069,236.69$$

B. General Expense

Tabel 4.21. *General Expense*

No	Type of Expenses	US \$	Rupiah (Rp)
1	<i>Administration</i>	775,843.02	739,412,567.39
2	<i>Sales</i>	1,357,725.29	1,293,971,992.92
3	<i>Research</i>	775,843.02	739,412,467.39
4	<i>Finance</i>	277,411.87	1,442,668,175.10
	<i>General expense</i>	3,186,823.20	4,215,465,302.79

Kurs mata uang : \$ 1 = Rp. 10.000,00

Sehingga *Total General Expense* :

$$= (\$ 3,186,823.20 \times \text{Rp. } 10.000 / \$ 1) + \text{Rp } 4,215,465,302.79$$

$$= \text{Rp } 36,083,697,259.58$$

$$\begin{aligned} \text{Total Biaya Produksi} &= \text{MC} + \text{GE} \\ &= \text{Rp } 248,529,766,496.27 \end{aligned}$$

4.8.5.7 Keuntungan (*Profit*)

$$\text{Keuntungan} = \text{Total Penjualan Produk} - \text{Total Biaya Produksi}$$

Harga Jual Produk Seluruhnya (Sa)

$$\text{Total Penjualan Produk} = \text{Rp } 275,000,000,000.00$$

$$\text{Total Biaya Produksi} = \text{Rp } 248,529,766,496.27$$

Pajak keuntungan sebesar 52 % Pb (*Aries and Newton, p-190*)

$$\text{Keuntungan Sebelum Pajak} = \text{Rp } 26,470,233,503.73$$

$$\text{Keuntungan Setelah Pajak} = \text{Rp } 12,705,712,081.79$$

$$\text{Zakat sebesar 2,5 % Pa} = \text{Rp } 317,642,802$$

$$\text{Keuntungan Setelah Zakat} = \text{Rp } 12,388,069,279.75$$

4.8.5.8 Analisis Kelayakan

1. *Persent Return of Investment (ROI)*

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

- ROI sebelum Pajak = 38,3913 %
- ROI setelah Pajak = 18,4278 %

2. *Pay Out Time (POT)*

$$POT = \frac{FCI}{\text{Keuntungan} + \text{Depresiasi}} \times 100\%$$

- POT sebelum Pajak = 2,0665 tahun
- POT setelah Pajak = 3,5177 tahun

3. *Break Even Point (BEP)*

$$\text{Fixed Manufacturing Cost (Fa)} = \text{Rp } 8,963,307,963.25$$

$$\text{Variabel Cost (Va)} = \text{Rp } 192,793,163,673.44$$

$$\text{Regulated Cost (Ra)} = \text{Rp } 46,773,294,859.58$$

$$\text{Penjualan Produk (Sa)} = \text{Rp } 275.000.000.000,00$$

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

$$BEP = 46,49 \%$$

4. *Shut Down Point (SDP)*

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

$$\text{SDP} = 28,37 \%$$

5. *Discounted Cash Flow Rate (DCFR)*

Umur Pabrik = 10 tahun

Fixed Capital (FC) = Rp 68,948,522,794.24

Working Capital (WC) = Rp 71,611,039,675.09

Cash Flow (CF) = Rp 55,684,261,620.80

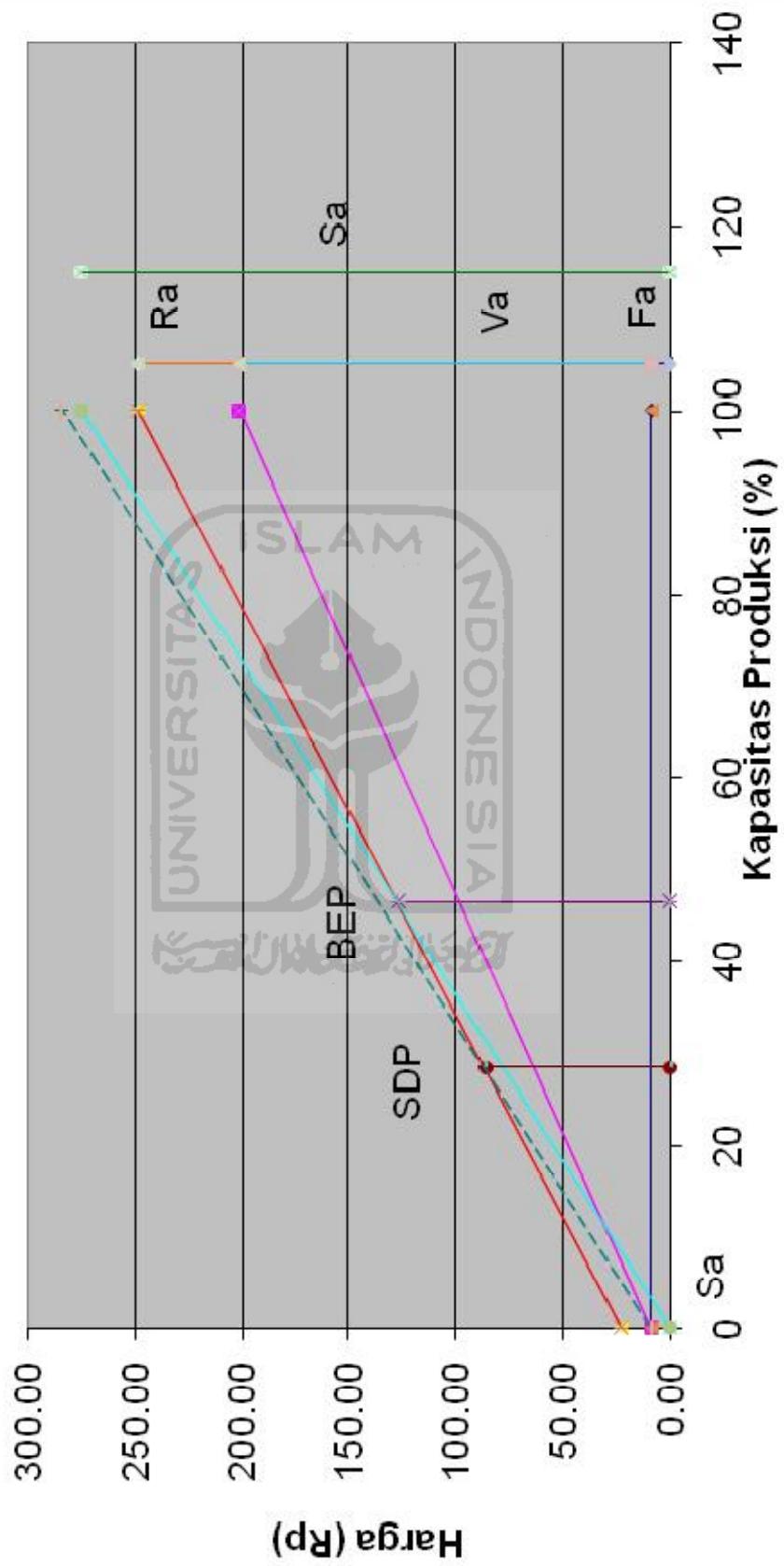
Salvage Value (SV) = Rp 6,894,852,279.42

DCFR = 42,29 %

Bunga Bank rata-rata saat ini = 8 % sampai 10 %

0,3 Ra merupakan besarnya biaya yang harus tetap dibayar meskipun pabrik tidak melakukan kegiatan produksi atau tidak beroperasi. Komponen – komponen yang termasuk dalam biaya ini adalah gaji buruh dan *maintenance*.

Grafik BEP dan SDP



Dari grafik BEP dan SDP terlihat bahwa perpotongan antara garis total penjualan (S_a) dengan garis total biaya akan menunjukkan titik impas dimana pabrik tidak mendapatkan keuntungan dan tidak mengalami kerugian (BEP) yaitu pada saat kapasitas produksi sebesar 46,49 %. Pabrik mulai mendapatkan keuntungan saat kapasitas produksinya di atas 46,49 %. Perpotongan antara garis sejajar garis total penjualan (S_a) dengan garis total biaya akan menunjukkan titik SDP dimana pabrik sebaiknya ditutup karena pabrik mengalami kerugian sebesar Biaya Tetap (F_a). Hal ini terjadi pada saat kapasitas produksi pabrik sebesar 28,37 %.



BAB V

KESIMPULAN

Pabrik amil asetat dari amil alkohol dan asam asetat ini digolongkan pabrik beresiko rendah karena dijalankan pada variabel suhu dan tekanan operasi rendah (kondisi atmosferis), bahan baku dan produk tidak beracun dan tidak *flammable*. Hasil evaluasi ekonomi pabrik amil asetat pada kapasitas 10.000 ton/tahun ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 5.1 Hasil evaluasi ekonomi

Parameter kelayakan	Hasil hitungan	Standart Kelayakan
Keuntungan (sebelum pajak)	Rp 26.470.233.503,73	
Keuntungan (setelah pajak)	Rp 12.705.712.081,79	
Keuntungan (setelah zakat)	Rp 12.388.069.279	
ROI (sebelum pajak)	38,3913 %	11 - 44%
ROI (setelah pajak)	18,4278 %	
POT (sebelum pajak)	2,0665 tahun	2 - 5 tahun
POT (setelah pajak)	3,5177 tahun	
BEP	46,49 %	40% - 60%
SDP	28,37 %	< BEP
DCFR	42,29 %	> bunga Bank (1,5 kali bunga bank)

Dari hasil analisis ekonomi di atas maka dapat diambil kesimpulan bahwa pabrik amil asetat dari amil alkohol dan asam asetat dengan kapasitas 10.000 ton/tahun ini layak direalisasikan lebih lanjut.



DAFTAR PUSTAKA

- Aries, R.S., and Newton, R.D., "*Chemical Engineering Cost Estimation*", Mc. Graw Hill Book Co.Inc., New York, 1955.
- Biro Pusat Statistik, "*Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia*", Indonesia foreign, Trade Statistic Import, Yogyakarta, 2000-2004.
- Brownell, L.E., and Young, E.H., "*Process Equipment Design*", 2nd Ed., John Willey and Sons. Inc., New York, 1959.
- Brown, GG and Foust, AS. "*Unit Operation*". John Willey and Sons Inc. New York. 1961.
- Coulson, J.M., and Richardson, J.F., "*Chemical Engineering Design*", 6nd Ed., vol 6, Pergamon Press, Oxford, 1983.
- Faith, Keyes & Clark., "*Industrial Chemical*", 4th ed, John Willey and Sons, Inc., New York, 1955.
- Geankoplis, J.Christie., "*Transport Process and Unit Operation*", Prentice Hall International, 1978.
- Kern, D.Q., "*Process Heat Transfer*", International Student Edition, Mc. Graw Hill Book Co.Inc., New York, 1983.
- Kirk, K.E., and Ortmer, D.F., "*Encyclopedia of Chemical Technology*", John Willey and Sons. Inc., New York.
- Leva, Max. "*Tower Packings and Packed Tower Design*, 2nd ed. The United State Stoneware Company. USA. 1953

- Levenspiel, O. "*Chemical Reaction Engineering*". 2nd ed. John Willey and Sons Inc. New York. 1972.
- Niron. W. John. "*Rencana Anggaran Biaya Bangunan*". CV Asona. Jakarta. 1992
- Perry, J.H., and Chilton, C.H., "*Chemical Engineering Hand Book*", 6th Ed., Mc. Graw Hill Book Co.Inc., New York, 1984.
- Peters, M.S., and Timmerhause, K.D., "*Plant Design and Economic for Chemical Engineer's*", 3rd ed., Mc. Graw Hill Book Co.Inc., New York, 1968.
- Powell, S., "*Water Condition for Industry*", Mc. Graw Hill Book Co.Inc., New York.1954.
- Rase, H.F., and Barrow M.H., "*Project Engineering of Process Plants*", Willey and Sons, Inc, New York, 1957.
- Treyball, E., "*Mass Transfer Operation*", International Student Edition, Koagakusha Company, Tokyo.
- Wallas, S.M., "*Chemical Process Equipment*", Mc. Graw Hill Book Koagakusha Company, Tokyo, 1959.



REAKTOR

Fungsi : Tempat berlangsungnya reaksi antara amil alkohol ($C_5H_{11}OH$) dan asam asetat (CH_3COOH) dengan katalis asam sulfat (H_2SO_4).

Jenis : Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) yang dilengkapi dengan koil pemanas.

Kondisi operasi : Endotermis

$$T = 100\text{ }^\circ\text{C}$$

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

A. MENGHITUNG KECEPATAN VOLUMETRIS UMPAN



Kerana amil alkohol jumlahnya berlebihan (*excess* 10%) maka reaktan pembatasnya adalah asam asetat.

Diketahui :

Komponen	Massa (kg/jam)	BM (kg/kgmol)	Densitas (ρ) (kg/L)	Mol (Kmol/jam)	Fv (L/jam)
CH ₃ COOH	641.0911	60.0000	1.0430	10.6849	614.6607
C ₅ H ₁₁ OH	1034.2936	88.0000	0.8170	11.7533	1265.9652
CH ₃ COOC ₅ H ₁₁	25.5102	130.0000	0.8720	0.1962	29.2548
H ₂ O	111.4055	18.0000	1.0000	6.1892	111.4055
H ₂ SO ₄	0.9616	98.0000	1.8330	0.0098	0.5246
total	1813.2620			28.8334	2021.8108

➤ **Menghitung Konsentrasi Umpan**

$$C_{AO} = \frac{molA}{\Sigma FV} = \frac{10,6849 \text{Kmol} / \text{jam}}{2021,8108 \text{Lt} / \text{jam}} = 0,0053 \text{Kmol} / \text{Lt}$$

$$C_{BO} = \frac{molB}{\Sigma FV} = \frac{11,7533 \text{Kmol} / \text{jam}}{2021,8108 \text{Lt} / \text{jam}} = 0,0058 \text{Kmol} / \text{Lt}$$

$$C_{CO} = \frac{molC}{\Sigma FV} = \frac{0,1962 \text{Kmol} / \text{jam}}{2021,8108 \text{Lt} / \text{jam}} = 80,0001 \text{Kmol} / \text{Lt}$$

$$C_{DO} = \frac{molC}{\Sigma FV} = \frac{6,1892 \text{Kmol} / \text{jam}}{2021,81085 \text{Lt} / \text{jam}} = 0,0031 \text{Kmol} / \text{Lt}$$

$$C_{kat} = \frac{mol_kat}{\Sigma FV} = \frac{0,0098 \text{Kmol} / \text{jam}}{2021,8108 \text{Lt} / \text{jam}} = 3,2055 \text{Kmol} / \text{Lt}$$

➤ **Menghitung Harga Konstanta Kecepatan Reaksi**

Persamaan reaksi :



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

$$-r_A = \left(\frac{\sigma_A + \sigma_B}{2} \right)^2 \cdot \frac{N}{10^3} \cdot \sqrt{8 \cdot \pi \cdot K \cdot T \left(\frac{1}{M_A} + \frac{1}{M_B} \right)} \cdot e^{\frac{E}{R \cdot T}} \cdot C_A \cdot C_B \quad (\text{Levenspiel, p-23})$$

$$k = \frac{-r_A}{C_A \cdot C_B}$$

$$k = \left(\frac{\sigma_A + \sigma_B}{2} \right)^2 \cdot \frac{N}{10^3} \cdot \sqrt{8 \cdot \pi \cdot K \cdot T \left(\frac{1}{M_A} + \frac{1}{M_B} \right)} \cdot e^{\frac{E}{R \cdot T}} \cdot C_B$$

$$k = \left(\frac{4,78488210^{-8} + 5,86245310^{-8}}{2} \right)^2 \cdot \frac{6,02310^{23}}{10^3} \cdot \sqrt{8,314,138 \cdot 10^{-16} \cdot 373 \left(\frac{1}{60} + \frac{1}{88} \right)} \cdot e^{\frac{-1352126135}{1,987373}} \cdot 0,0011$$

$$k = 0,1995 \text{jam}^{-1}$$

B. OPTIMASI REAKTOR

a. Menghitung Jumlah Reaktor

Asumsi :

- Reaksi orde 1 $(-r_A) = k \cdot C_A$
- Pengadukan sempurna sehingga konsentrasi keluar reaktor sama dengan konsentrasi didalam reaktor.
- Kecepatan alir volumetrik (F_v) masuk reaktor sama dengan kecepatan alir volumetrik keluar reaktor.
- (V/F_v) untuk masing-masing reaktor dianggap sama (bila jumlah reaktor lebih dari 1 buah).
- Kondisi endotermis *steady state*.
- Densitas cairan dianggap tetap.

Penentuan jumlah reaktor yang paling optimum berdasarkan total harga pembelian reaktor yang paling minimum. Perhitungan harga reaktor menggunakan persamaan “*Six Tenths Factor*”.

$$Eb = Ea(Cb / Ca)^{0,6} \quad (\text{Aries \& Newton, p-15})$$

Data : $F_v = 2021,8108 \text{ Lt/jam}$

$$k = 0,1995 \text{ jam}^{-1}$$

$$X_A = 0,9$$

Neraca Massa Komponen A

R.input – R.output – R.reaksi = Acc

$$FV.C_{AO} - FV.C_A - (r_A.V) = 0$$

$$FV.(C_{AO} - C_A) - k.C_A.V = 0$$

$$FV.(C_{AO} - C_{AO} \cdot (1 - X_A)) = k.C_{AO} \cdot (1 - X_A).V$$

$$FV.C_{AO}.X_A = k.C_{AO} \cdot (1 - X_A).V$$

$$V = \frac{FV.X_A}{k(1 - X_A)}$$

$$\theta = \frac{V}{FV}$$

Dengan cara *excel* diperoleh :

- | | |
|--|--|
| ➤ Untuk 1 buah reaktor
V = 91217,0122 Lt
θ = 45,1165 jam | ➤ Untuk 4 buah reaktor
V = 7888,0375 Lt
θ = 3,9015 jam |
| ➤ Untuk 2 buah reaktor
V = 21915,1683 Lt
θ = 10,8394 jam | ➤ Untuk 5 buah reaktor
V = 5928,0234 Lt
θ = 2,9320 jam |
| ➤ Untuk 3 buah reaktor
V = 12454,2295 Lt
θ = 6,1599 jam | ➤ Untuk 6 buah reaktor
V = 4741,2509 Lt
θ = 2,3451 jam |

b. Mencari Jumlah Reaktor yang Optimal

Kondisi operasi :

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

$$P = 1 \text{ atm} \times \frac{14,696 \text{ psia}}{1 \text{ atm}}$$

$$P = 14,696 \text{ psia}$$

Dipilih bahan “*Stainles Steel*” 50 psi untuk reaktor. Basis harga reaktor pada

volume 1000 gallon = 40.000 \$

(*Timmerhause, Fig.16-35, P-731*)

c. Menghitung Harga Reaktor

$$E_b = E_a \cdot \left(\frac{C_b}{C_a} \right)^{0.6} \quad (\text{Aries \& Newton, p-15})$$

➤ Untuk 1 buah reaktor

$$E_b = 40000 \cdot \left(\frac{24097,0603}{1000} \right)^{0.6}$$
$$= 269922,0914 \$$$

➤ Untuk 4 buah reaktor

$$E_b = 40000 \cdot \left(\frac{2083,8055}{1000} \right)^{0.6}$$
$$= 62410,4371 \$$$

➤ Untuk 2 buah reaktor

$$E_b = 40000 \cdot \left(\frac{5789,3930}{1000} \right)^{0.6}$$
$$= 114720,1778 \$$$

➤ Untuk 5 buah reaktor

$$E_b = 40000 \cdot \left(\frac{1556,0230}{1000} \right)^{0.6}$$
$$= 52352,6743 \$$$

➤ Untuk 3 buah reaktor

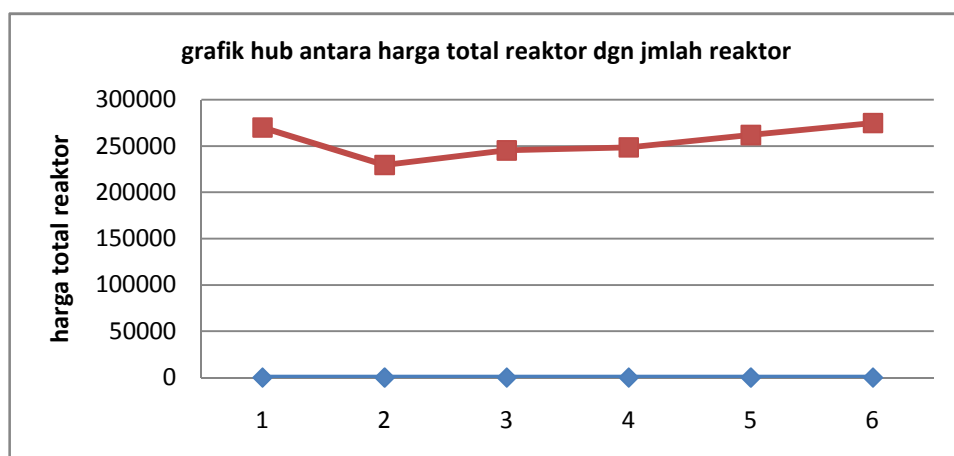
$$E_b = 40000 \cdot \left(\frac{3290,0696}{1000} \right)^{0.6}$$
$$= 81730,2905 \$$$

➤ Untuk 6 buah reaktor

$$E_b = 40000 \cdot \left(\frac{1252,5099}{1000} \right)^{0.6}$$
$$= 45785,5763 \$$$

d. Penentuan Jumlah Pemakaian RATB

Jumlah Reaktor	Konversi	Volume tiap reaktor (gallon)	Harga per unit \$	Harga total (Dollar)	Waktu tinggal (jam)
1	X1 = 0.9	24097.0603	269922.0914	269922.0914	45.1165
2	X1 = 0.6837 X2 = 0.9	5789.3930	114720.1778	229440.3556	10.8394
3	X1 = 0.676 X2 = 0.82 X3 = 0.9	3290.0696	81730.2905	245190.8714	6.1599
4	X1 = 0.437241 X2 = 0.683616 X3 = 0.822128 X4 = 0.9	2083.8055	62140.4371	248561.7485	3.9015
5	X1 = 0.3688 X2 = 0.601812 X3 = 0.778776 X4 = 0.8415 X5 = 0.9	1566.0230	52352.6743	261763.3713	2.9320
6	X1 = 0.318242 X2 = 0.535587 X3 = 0.683642 X4 = 0.784498 X5 = 0.8532 X6 = 0.9	1252.5099	45785.5763	274713.4580	2.3451



Gambar 1.1 Optimasi Jumlah Reaktor

Pertimbangan Volume : $V_1 > V_2 > V_3 > V_4 > V_5 > V_6$

Pertimbangan Harga untuk 1 reaktor : $R_1 > R_2 < R_3 < R_4 < R_5 < R_6$

Dipasang RATB sebanyak 2 buah disusun seri

Volume reaktor = 5789.3930 gallon x 3,7854 L/gallon

$$VR = 21915,1683 \text{ Lt}$$

Over design 20%, jadi :

$$\begin{aligned} V_r &= 1,2 \times 21915,1683 \text{ Lt} \\ &= 26298,2020 \text{ Lt} \\ &= 26,2983 \text{ m}^3 \\ &= 1604813,5905 \text{ in}^3 \\ &= 6947,2380 \text{ gallon} \\ &= 928,7137 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

C. PERANCANGAN REAKTOR

➤ Menentukan Diameter dan Tinggi Reaktor (Vessel)

Dipilih RATB berbentuk silinder tegak dengan perbandingan $D : H = 1 : 3$

(HF, Rase. P-209).

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

$$= \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot (3D)$$

$$= \frac{\pi}{4} \cdot 3D^3 \rightarrow D^3 = \frac{4 \cdot D}{\pi \cdot 3}$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{26,2983 \text{ m}^3}{\pi \cdot 3}}$$

$$D = 2,2352 \text{ m}$$

Karena $D : H = 1 : 3$, maka :

$$H = 3.D$$

$$H = 3.2,2357m$$

$$H = 6,7055m$$

$$H = 263,9973in$$

$$H = 21,9998ft$$

➤ **Menentukan Tebal Dinding (Shell) Reaktor**

Dipilih : konstruksi tangki “*Stainless Steel SA. 167 Grade C. Type 304*”.

(*table 28.2, Perry, chapter 28*)

$$t_s = \frac{P \cdot r_i}{f \cdot E - 0,6 \cdot P} + C \quad (\text{eq. 13.1, p-254, Brownell and Young})$$

Dimana : t_s = tebal dinding reaktor minimum, in

P = tekanan *design*, psi

r = jari-jari reaktor, in

f = Maksimum *allowable stress*, psi

(*table 13.1, p-251, Brownell & Young*)

E = efisiensi peyambungan

(*table 13.2, p-254, Brownell & Young*)

C = faktor korosi

Dari tabel diperoleh data :

$$f = 18.750 \text{ psi}$$

$$E = 0,80 \text{ (Double Welded Butt Joint Stress)}$$

$$C = 0,125 \text{ in}$$

$$P_{operasi} = 1atm = 14,7 \text{ psi}$$

$$P_{campuran} = \frac{\sum M}{\sum FV}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{1813,2620 \text{ kg/j}}{2021,8108 \text{ Lt/j}} \\
 &= 896,8505 \text{ kg/m}^3 \\
 &= 56 \text{ lb/ft}^3
 \end{aligned}$$

$$P_{\text{hidrostatik}} = \rho \times H$$

$$\begin{aligned}
 &= 56 \text{ lb/ft}^3 \times 1 \times 21,9998 \text{ ft} \\
 &= 1231,7356 \text{ lb/ft}^2 \\
 &= 8,5537 \text{ psi}
 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
 &= 14,7 \text{ psi} + 8,5537 \text{ psi} \\
 &= 23,2537 \text{ psi} \\
 &= 1,5819 \text{ atm}
 \end{aligned}$$

Jika dipilih *over design* tekanan sebesar 20%, maka :

$$P = 1,2 \times 1,5819 \text{ atm}$$

$$\begin{aligned}
 &= 27,9045 \text{ psi} \\
 &= 1,8983 \text{ atm}
 \end{aligned}$$

sehingga :

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

$$t_s = \frac{23,2537 \text{ psi} \times 43,99961 \text{ in}}{18750 \text{ psi} \times 0,8 - 0,6 \times 27,0265 \text{ psi}} + 0,125 \text{ in}$$

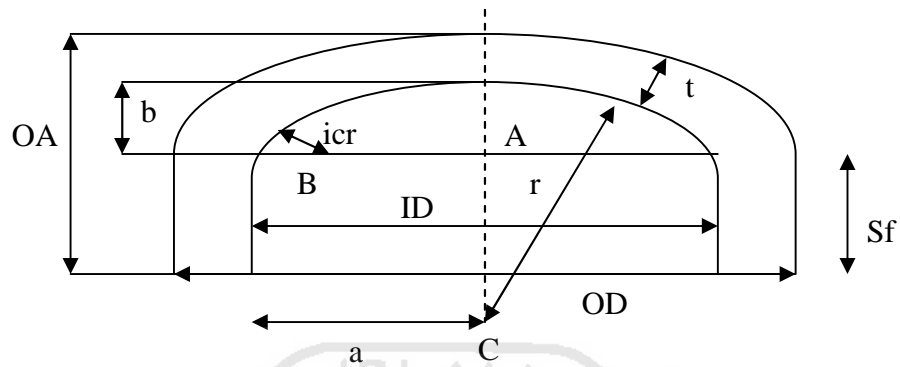
$$t_s = 0,2069 \text{ in}$$

t shell standar = 1/4 in (appendix F, p-350, Brownell & Young)

➤ **Menentukan Tebal Head**

Konstruksi head : *Stainless steel SA. 167 Grade 3*

Bentuk Head : *Flanged and Dished Head (Torispherical)*



Gambar 1.2 Bentuk Head

Keterangan gambar :

- ID diameter dalam head
- OD diameter luar head
- a jari-jari dalam head
- t tebal head
- r jari-jari luar dish
- icr jari-jari dalam sudut icr
- b tinggi head
- sf straight flange
- OA tinggi head total

Tebal head dihitung dengan persamaan berikut :

$$t_H = \frac{0,885 \cdot P \cdot rc}{f \cdot E - 0,1P} + C \quad (\text{eq.13-12, p-258, Brownell\&Young})$$

Data :

$$ID = ID_{shell} = 2,2352m = 87,9991in$$

$$OD = OD_{shell} = IDx(2x t_s)$$

$$= 87,9991inx(2x \frac{1}{4}in)$$

$$= 88,4991in$$

$$OD_{s\ tan\ dar} = 90in \quad (table\ 5.7,\ p-90,\ Brownell\ \&\ Young)$$

Standarisasi dari table 5.7, p-90, Brownell & Young diperoleh :

$$icr = 5,5\ in$$

$$r = 90\ in$$

Sehingga :

$$t_H = \frac{0,885 \cdot P \cdot rc}{f \cdot E - 0,1P} + C$$

$$t_H = \frac{0,885x27,9045\ psix90in}{18,750\ psix0,8 - 0,1x27,9045\ psi} + 0,125$$

$$t_H = 0,2732in$$

$$t_H\ standar = 5/16\ in \quad (table\ 5.6,\ p-88,\ Brownell\ \&\ Young)$$

Ukuran Head :

$$a = \frac{ID}{2} = \frac{87,9991in}{2} = 43,9996in$$

$$AB = \frac{ID}{2} - icr = 43,9996in - 5,5in = 38,4996in$$

$$BC = r - icr = 90in - 5,5in = 84,5in$$

$$AC = \sqrt{BC^2 - AB^2} = \sqrt{(84,5^2 - 38,499^2)in^2} = 75,2199in$$

$$b = r - AC = 90in - 75,2199in = 14,780in$$

$$sf = 2,5\ in \quad (table\ 5.6,\ p-88,\ Brownell\ \&\ Young)$$

$$OA = t_H + b + sf$$

$$OA = 5/16in + 14,780in + 3in$$

$$OA = 15,0926in$$

$$\text{Tinggi head} = 18,0926\ in = 0,4596\ m$$

$$\begin{aligned}
 \text{Tinggi reaktor} &= \text{tinggi shell} + (2 \times \text{tinggi head}) \\
 &= 6,7055 \text{ m} + (2 \times 0,4596 \text{ m}) \\
 &= 7,6246 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Tinggi larutan dalam reaktor :

$$A_{\text{penampang .shell}} = \frac{\pi}{4} x ID^2 = \frac{3,14}{4} x (87,999 \text{ in})^2 = 6078 \text{ in}^2 = 3,9219 \text{ m}^2$$

$$V_{\text{headbawah}} = 0,000049 x ID^3 \quad (\text{Brownell \& Young, p-88})$$

$$V_{\text{headbawah}} = 0,000049 x 87,999 \text{ in}^3 = 33,391 \text{ in}^3$$

$$V_{\text{shell}} = V_{\text{reaktor}} - V_{\text{head.bawah}}$$

$$V_{\text{shell}} = 16048136 \text{ in}^3 - 33,391 \text{ in}^3 = 16047801994 \text{ in}^3 = 26,2977 \text{ m}^3 = 928,6768 \text{ ft}^3$$

$$V_{\text{flange}} = \frac{\pi}{4} x ID^2 x sf$$

$$V_{\text{flange}} = \frac{3,14}{4} x (2,2352 \text{ m})^2 x 0,0762 \text{ m} = 0,2988 \text{ m}^3 = 18236,6874 \text{ in}^3$$

$$\text{Tinggi larutan dalam shell} = \frac{V_{\text{shell}}}{A_{\text{penampang .shell}}} = \frac{26,2977 \text{ m}^3}{3,9219 \text{ m}^2} = 6,7054 \text{ m}$$

Tinggi larutan dalam shell dan head bawah :

= tinggi larutan dalam shell + tinggi head bawah

$$= 6,7054 \text{ m} + 0,4596 \text{ m} = 7,1649 \text{ m} = 23,5082 \text{ ft}$$

Volume larutan dalam reaktor:

$$V_{\text{shell}} = A_{\text{penampang .shell}} x H = 3,9219 \text{ m}^2 x 6,7055 \text{ m} = 26,2982 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{head}} = 2 x V_{\text{head.bawah}} = 2 x 33,391 \text{ in}^3 = 66,7822 \text{ in}^3 = 0,0011 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{reaktor}} = V_{\text{shell}} + V_{\text{head}} = 26,2982 \text{ m}^3 + 0,0011 \text{ m}^3 = 26,2993 \text{ m}^3$$

D. PERANCANGAN PENGADUK

Jenis pengaduk : *six blades turbine*

➤ Diameter pengaduk (d) :

$$\frac{ID}{d} = 3$$

$$d = \frac{ID}{3} \rightarrow d = \frac{2,2352m}{3}$$

$$d = 0,7451m$$

$$d = 29,3330in$$

$$d = 2,4444ft$$

➤ Jarak pengaduk dengan dasar tangki (c) :

$$\frac{c}{d} = 0,75 - 1,3 \text{ dipilih } \frac{c}{d} = 1$$

$$c = d$$

$$c = 0,7451m$$

$$c = 29,3330in$$

$$c = 2,4444ft$$

➤ Lebar sudu pengaduk (b) :

$$\frac{b}{d} = \frac{1}{5} \rightarrow b = \frac{1}{5}xd$$

$$b = \frac{1}{5}x0,7451m$$

$$b = 0,1490m$$

$$b = 5,8666in$$

$$b = 0,4889ft$$



- Panjang sudu pengaduk (I) :

$$\frac{I}{d} = \frac{1}{4} \rightarrow I = \frac{1}{4} \times d$$

$$I = \frac{1}{4} \times 0,7451m$$

$$I = 0,1863m$$

$$I = 7,3333in$$

$$I = 0,6111ft$$

- Lebar baffle (B) :

$$B = 0,17 \times ID$$

$$B = 0,17 \times 2,2352m$$

$$B = 0,3800m$$

$$B = 14,9598in$$

$$B = 1,2467ft$$

- Kecepatan putar pengaduk (N) :

$$\rho_{cairan} = \frac{massatotal}{FV} = \frac{1813,2620 \frac{kg}{jam}}{2021,8108 \frac{Lt}{jam}} = 0,8969 \frac{kg}{Lt} = 55,9904 \frac{Lb}{ft^3}$$

$$Sg = \frac{\rho_{cairan}}{\rho_{air}} = \frac{0,8969 \frac{kg}{Lt}}{1 \frac{kg}{Lt}} = 0,8969$$

$$Zl = tinggi_laru_tan_dalam_shell = 6,7054m$$

$$WELH = Zl \times Sg = 6,7054m \times 0,8969 = 6,0137m = 19,7311ft$$

$$N = \frac{600}{\pi \times d} \sqrt{\frac{WELH}{2 \times d}} \quad (eq.8.8, p-345, HF Rase)$$

$$N = \frac{600}{3,14 \times 2,4444ft} \sqrt{\frac{19,7311ft}{2 \times 2,4444ft}}$$

$$N = 157,0429rpm$$

$$N = 2,6174rps$$

$$N = 9422,5716rph$$

➤ Jumlah pengaduk :

$$\text{Jumlah pengaduk} = \frac{WELH}{ID} \quad (\text{eq.8.9, p-345, HF Rase})$$

$$\text{Jumlah pengaduk} = \frac{6,0137m}{2,2352m} = 2,6905 = 2\text{buah}$$

➤ Kekuatan pengaduk (P) :

$$N_{re} = \frac{NxD^2 \times \rho}{\mu} = \frac{2,6174rps \times (2,4444\text{ ft})^2 \times 55,9904\text{ lbm/ft}^3}{1,0167\text{ lb/ft.s}} = 4614242,3479$$

Karena $N_{re} > 2100$, maka alirannya turbulen.

$$P = \frac{N_p \rho N^3 d^5}{g_c} \quad (\text{Brown, p-508})$$

$$N_p \text{ konstan} = 5,5 \quad (\text{Rase, p-345})$$

$$P = \frac{5,5 \times 55,9904\text{ lbm/ft}^3 \times (2,6174rps)^3 \times (2,4444\text{ ft})^5}{32,17\text{ lbm.ft/lbf.s}^2}$$

$$P = 14979,7476\text{ lbf.ft/s}$$

$$P = 27,2359\text{ Hp}$$

$$\eta_{motor} = 89\% \quad (\text{fig.14.38, p-521, Timmerhause})$$

$$\text{Daya motor} = \frac{P}{\eta} = \frac{27,2359\text{ Hp}}{89\%} = 30,6021\text{ Hp}$$

Maka dipakai daya motor = 40 Hp (NEMA) (Rase, p-358)

E. PERANCANGAN KOIL PEMANAS

Reaktor 1

$$Q_{\text{steam}} = 58442,4351 \text{ kcal/jam} = 231914,425 \text{ BTU/jam}$$

➤ Kebutuhan steam

$$P_{\text{operasi}} = 1 \text{ atm} = 14,7 \text{ psi}$$

$$T_{\text{operasi}} = 100^{\circ}\text{C} = 212^{\circ}\text{F}$$

$$T_{\text{steam}} = 110^{\circ}\text{C} = 230^{\circ}\text{F}$$

Steam pada 230°F diperoleh $\Delta H_{fg} = 958,8 \text{ BTU/lb}$ (table 7, p-817, Kern)

$$\text{Massa steam (Ms)} = \frac{Q_{\text{steam}}}{\Delta H_{fg}} = \frac{241,8799 \text{ lb/jam}}{0,267} = 4109,7167 \text{ kg/jam}$$

➤ Koefisien perpindahan panas

Data – data :

$$C_p \text{ campuran} = 0,88174 \text{ kcal/kg.K} = 12,5519 \text{ BTU/lb.}^{\circ}\text{F}$$

$$K \text{ campuran} = 0,1027 \text{ BTU/jam.ft.}^{\circ}\text{F}$$

$$\rho \text{ campuran} = 55,9904 \text{ Lb/ft}^3$$

$$\mu \text{ campuran} = 1,167 \text{ kg/m.jam} = 0,6832 \text{ Lb/ft.jam}$$

$$h_c = \frac{0,87 \times k}{ID} \times \left[\frac{L^2 \times N \times \rho}{\mu} \right]^{\frac{2}{3}} \times \left[\frac{C_p \times \mu}{k} \right]^{\frac{1}{3}} \times \left[\frac{\mu}{\mu_w} \right]^{0,14} \quad (\text{eq.20.4, p-722, Kern})$$

$$\text{Di mana : } \left[\frac{\mu}{\mu_w} \right]^{0,14} = 1$$

$$h_c = \frac{0,87 \times 0,1027}{7,3332} \times \left[\frac{2,4444^2 \times 9422,5716 \times 61,6115}{0,6832} \right]^{\frac{2}{3}} \times \left[\frac{12,5519 \times 0,6823}{0,1027} \right]^{\frac{1}{3}} \times 1$$

$$h_c = 1476,0912 \text{ BTU/jam.ft}^2.{}^{\circ}\text{F}$$

➤ Overall design coefficient

Data steam :

$$h_{io} = 1500 \text{ BTU/jam.ft}^2 \cdot ^\circ\text{F} \quad (\text{Kern, p-723})$$

$$V_{fg} = 19,365 \text{ ft}^3/\text{Lb} \quad (\text{table 7, p-817, Kern})$$

$$R_d = 0.005 \quad (\text{table 12, p-846, Kern})$$

$$V_s = 10 - 30 \text{ m/s} \quad (\text{Coulson \& Richardson, p-534})$$

$$U_c = \frac{h_c x h_{io}}{h_c + h_{io}} = \frac{1476,0912 \text{ BTU/jam.ft}^2 \cdot ^\circ\text{F} \times 1500 \text{ BTU/jam.ft}^2 \cdot ^\circ\text{F}}{1476,0912 \text{ BTU/jam.ft}^2 \cdot ^\circ\text{F} + 1500 \text{ BTU/jam.ft}^2 \cdot ^\circ\text{F}} = 743,9656 \text{ BTU/jam.ft}^2 \cdot ^\circ\text{F}$$

$$h_d = \frac{1}{R_d} = \frac{1}{0,005} = 200$$

$$U_d = \frac{U_c x h_d}{U_c + h_d} = \frac{743,9656 \text{ BTU/jam.ft}^2 \cdot ^\circ\text{F} \times 200}{743,9656 \text{ BTU/jam.ft}^2 \cdot ^\circ\text{F} + 200} = 157,6252 \text{ BTU/jam.ft}^2 \cdot ^\circ\text{F}$$

Dari table 8, p-840, Kern diketahui :

Hot fluid = steam

Cold fluid = aqueous solution (more than 2,0 cp)

Range $U_d = 100 - 500 \text{ BTU/jam.ft}^2 \cdot ^\circ\text{F}$

Harga U_d terhitung memenuhi syarat karena masih berada dalam range U_d .

➤ Ukuran pipa koil pemanas

$$A_{transfer.panas} = \frac{Q_{sr}}{\Delta T x U d} = \frac{231914,425 \text{ BTU/jam}}{(230 - 212)^\circ F x 157,6252 \text{ BTU/jam.ft}^2 \cdot ^\circ F} = 81,73917 \text{ ft}^2$$

$$\rho_{steam} = \frac{1}{V_{fg}} = \frac{1}{19,365 \text{ ft}^3 / \text{Lb}} = 0,051639 \text{ Lb/ft}^3$$

$$Q_{vs} = \frac{M_s}{\rho_s} = \frac{241,8799 \text{ Lb/jam}}{0,0516 \text{ Lb/ft}^3} = 4684,0038 \text{ ft}^3 / \text{jam} = 1,3011 \text{ ft}^3 / \text{s}$$

$$ID_{pipa} = \sqrt{\frac{4 x Q_{vs}}{\pi x V_s}} = \sqrt{\frac{4 x 1,3011 \text{ ft}^3 / \text{s}}{3,14 x 98,43 \text{ ft} / \text{s}}} = 0,1298 \text{ ft} = 1,5572 \text{ in}$$

Dari table 11, p-844, Kern diambil pipa dengan spesifikasi :

NPS = 4 in

Sch. = 40

OD = 4,5 in = 0,375 ft

ID = 4,026 in = 0,3355 ft

A' (flow area per pipe) = 12,7 in² = 0,088162 ft²

A'' (surface per lin ft) = 1,178 ft²/ft

➤ Panjang dan jumlah lengkungan pipa

$$\text{Panjang koil, } L_c = \frac{A}{A''} = \frac{81,7391 \text{ ft}^2}{1,178 \text{ ft}^2 / \text{ft}} = 69,3880 \text{ ft} = 21,1495 \text{ m}$$

Diameter *helix* (lilitan koil) :

$$DC = ID_{reaktor} - (2 \times \text{jarak. antara. lilitan. dengan. dinding})$$

$$DC = 7,3333 \text{ ft} - (2 \times 0,5 \text{ ft})$$

$$DC = 6,3333 \text{ ft}$$

Luas penampang untuk 1 lingkaran :

$$AC = \pi \times DC \times A'' = 3,14 \times 6,3333 \text{ ft} \times 1,178 \frac{\text{ft}^2}{\text{ft}} = 23,4262 \text{ ft}^2$$

Volume koil :

$$VC = \frac{\pi}{4} \times OD^2 \times LC = \frac{3,14}{4} \times (0,375 \text{ ft})^2 \times 69,3880 \text{ ft} = 7,6598 \text{ ft}^3$$

Volume setelah ada koil = volume cairan mula-mula + volume koil

$$= 928,6768 \text{ ft}^3 + 7,6598 \text{ ft}^3 = 936,3365 \text{ ft}^3 = 26,4983 \text{ m}^3$$

$$\text{Tinggi cairan setelah ada koil} = \frac{V_{\text{cairan.setelah.ada.koil}}}{A_{\text{penampang.shell}}}$$

$$= \frac{936,3365 \text{ ft}^3}{42,1994 \text{ ft}^2} = 22,1884 \text{ ft} = 6,7630 \text{ m}$$

Tinggi koil :

$$TC = T_{\text{cairan.setelah.ada.koil}} - (2 \times \text{jarak.antara.lili tan.dengan.dinding})$$

$$TC = 22,1884 \text{ ft} - (2 \times 0,5 \text{ ft})$$

$$TC = 21,1884 \text{ ft}$$

Jumlah koil :

$$NC = \frac{A_{\text{transfer.panas}}}{A_{\text{untuk.satu.lingkaran}}} = \frac{81,7391 \text{ ft}^2}{23,4262 \text{ ft}^2}$$

$$NC = 3,4892 \text{ lili tan} = 3 \text{ lili tan}$$

$$\text{Tinggi koil} = \{(\Sigma \text{lilitan} - 1) \times \text{jarak antar lilitan}\} + (\Sigma \text{lilitan} \times OD_{\text{pipa}})$$

$$21,1884 \text{ ft} = \{(3 - 1) \times \text{jarak antar lilitan}\} + (3 \times 0,1983 \text{ ft})$$

$$\text{Jarak antar lilitan} = 10,0317 \text{ ft} = 3,0577 \text{ m}$$

Koil tercelup seluruhnya dalam cairan karena tinggi koil < tinggi cairan

sebelum ada koil (21,1884 ft < 22,1884 ft)

➤ *Pressure drop coil*

Kecepatan massa steam :

$$Gt = \frac{Ms}{A'} = \frac{109,7167 \text{ kg/jam}}{0,0882 \text{ ft}^2} = 1244,4841 \text{ kg/jam.ft}^2 = 2743,5717 \text{ Lb/jam.ft}^2$$

$$\mu_{\text{steam}} = 0,013 \text{ Lb/ft.jam} \quad (\text{fig.15, p-825, Kern})$$

$$Re = \frac{ID_{\text{pipa}} \times Gt}{\mu} = \frac{0,3355 \text{ ft} \times 2743,5717 \text{ Lb/jam.ft}^2}{0,013 \text{ Lb/ft.jam}} = 70805,2538$$

Dengan $Gt = 2743,5717 \text{ Lb/jam.ft}^2$ diketahui :

$$f = 0,00018 \text{ ft}^2/\text{in}^2 \quad (\text{fig.26, p-836, Kern})$$

$$S = 0,88 \quad (\text{table 6, p-808, Kern})$$

$$\frac{V^2}{2 \times g'} = 0,003 \quad (\text{fig.27, p-837, Kern})$$

$$\Delta Pt = \frac{f \times Gt^2 \times L \times N}{5,22 \cdot 10^{10} \times ID_{\text{pipa}} \times S \times \phi t}$$

$$\Delta Pt = \frac{0,00018 \text{ ft}^2/\text{in}^2 \times \left(2743,5717 \text{ Lb/jam.ft}^2 \right)^2 \times 69,3880 \text{ ft} \times 3 \text{ lili tan}}{5,22 \cdot 10^{10} \times 0,3355 \text{ ft} \times 0,88 \times 1}$$

$$\Delta Pt = 1,83006E - 05 \text{ psi}$$

$$\Delta Pr = \frac{4 \times N \times V^2}{S \times 2 \times g'} = \frac{4 \times 3 \times 0,003}{0,88} = 0,0409 \text{ psi}$$

$$\Delta P_{\text{total}} = \Delta Pt + \Delta Pr = 1,83006E - 05 \text{ psi} + 0,0409 \text{ psi} = 0,0409 \text{ psi}$$

Syarat *pressure drop* dalam tube maksimal 10 psi (Kern, p-531)

Reaktor 2

$$Q_{\text{steam}} = 18489,2478 \text{ kcal/jam} = 73370,0309 \text{ BTU/jam}$$

➤ **Kebutuhan steam**

$$P_{\text{operasi}} = 1 \text{ atm} = 14,7 \text{ psi}$$

$$T_{\text{operasi}} = 100^{\circ}\text{C} = 212^{\circ}\text{F}$$

$$T_{\text{steam}} = 110^{\circ}\text{C} = 230^{\circ}\text{F}$$

Steam pada 230°F diperoleh $\Delta H_{fg} = 958,8 \text{ BTU/lb}$ (table 7, p-817, Kern)

$$\text{Massa steam (Ms)} = \frac{Q_{\text{steam}}}{\Delta H_{fg}} = \frac{76,5228 \text{ lb/jam}}{958,8} = 34,7107 \text{ kg/jam}$$

➤ **Koefisien perpindahan panas**

Data – data :

$$C_p \text{ campuran} = 1,0556 \text{ kcal/kg.K} = 16,2103 \text{ BTU/lb.}^{\circ}\text{F}$$

$$K \text{ campuran} = 0,1192 \text{ BTU/jam.ft.}^{\circ}\text{F}$$

$$\rho \text{ campuran} = 55,9904 \text{ Lb/ft}^3$$

$$\mu \text{ campuran} = 1,0167 \text{ kg/m.jam} = 0,6832 \text{ Lb/ft.jam}$$

$$h_c = \frac{0,87 \times k}{ID} \times \left[\frac{L^2 \times N \times \rho}{\mu} \right]^{2/3} \times \left[\frac{C_p \times \mu}{k} \right]^{1/3} \times \left[\frac{\mu}{\mu_w} \right]^{0,14} \quad (\text{eq.20.4, p-722, Kern})$$

$$\text{Di mana : } \left[\frac{\mu}{\mu_w} \right]^{0,14} = 1$$

$$h_c = \frac{0,87 \times 0,1192}{7,3332} \times \left[\frac{2,4444^2 \times 9422,5716 \times 61,6115}{0,6832} \right]^{2/3} \times \left[\frac{16,2103 \times 0,6832}{0,1192} \right]^{1/3} \times 1$$

$$h_c = 1775,1324 \text{ BTU/jam.ft}^2.{}^{\circ}\text{F}$$

➤ **Overall design coefficient**

Data steam :

$$h_{io} = 1500 \text{ BTU/jam.ft}^2 \cdot ^\circ\text{F} \quad (\text{Kern, p-723})$$

$$V_{fg} = 19,365 \text{ ft}^3/\text{Lb} \quad (\text{table 7, p-817, Kern})$$

$$R_d = 0.005 \quad (\text{table 12, p-846, Kern})$$

$$V_s = 10 - 30 \text{ m/s} \quad (\text{Coulson \& Richardson, p-534})$$

$$U_c = \frac{h_c x h_{io}}{h_c + h_{io}} = \frac{1775,1324 \text{ BTU/jam.ft}^2 \cdot ^\circ\text{F} \times 1500 \text{ BTU/jam.ft}^2 \cdot ^\circ\text{F}}{1775,1324 \text{ BTU/jam.ft}^2 \cdot ^\circ\text{F} + 1500 \text{ BTU/jam.ft}^2 \cdot ^\circ\text{F}} = 813,0049 \text{ BTU/jam.ft}^2 \cdot ^\circ\text{F}$$

$$h_d = \frac{1}{R_d} = \frac{1}{0,005} = 200$$

$$U_d = \frac{U_c x h_d}{U_c + h_d} = \frac{813,0049 \text{ BTU/jam.ft}^2 \cdot ^\circ\text{F} \times 200}{813,0049 \text{ BTU/jam.ft}^2 \cdot ^\circ\text{F} + 200} = 160,5135 \text{ BTU/jam.ft}^2 \cdot ^\circ\text{F}$$

Dari *table 8, p-840, Kern* diketahui :

Hot fluid = steam

Cold fluid = aqueous solution (more than 2,0 cp)

Range $U_d = 100 - 500 \text{ BTU/jam.ft}^2 \cdot ^\circ\text{F}$

Harga U_d terhitung memenuhi syarat karena masih berada dalam range U_d .

➤ Ukuran pipa koil pemanas

$$A_{transfer.panas} = \frac{Q_{sr}}{\Delta T x U d} = \frac{73370,0390 \text{ BTU/jam}}{(230 - 212)^{\circ} F x 160,5135 \text{ BTU/jam.ft}^2.^{\circ} F} = 25,39425 \text{ ft}^2$$

$$\rho_{steam} = \frac{1}{V_{fg}} = \frac{1}{19,365 \text{ ft}^3 / \text{Lb}} = 0,051639 \text{ Lb/ft}^3$$

$$Q_{vs} = \frac{M_s}{\rho_s} = \frac{76,5228 \text{ Lb/jam}}{0,051639 \text{ Lb/ft}^3} = 1481,8634 \text{ ft}^3 / \text{jam} = 0,4116 \text{ ft}^3 / \text{s}$$

$$ID_{pipa} = \sqrt{\frac{4 x Q_{vs}}{\pi x V_s}} = \sqrt{\frac{4 x 0,4116 \text{ ft}^3 / \text{s}}{3,14 x 98,43 \text{ ft} / \text{s}}} = 0,0730 \text{ ft} = 0,8759 \text{ in}$$

Dari table 11, p-844, Kern diambil pipa dengan spesifikasi :

NPS = 2 in

Sch. = 40

OD = 2,38 in = 0,198333 ft

ID = 2,067 in = 0,17225 ft

A' (flow area per pipe) = 3,35 in² = 0,023255 ft²

A'' (surface per lin ft) = 0,622 ft²/ft

➤ Panjang dan jumlah lengkungan pipa

$$\text{Panjang koil, } L_c = \frac{A}{A''} = \frac{25,3942 \text{ ft}^2}{0,622 \text{ ft}^2 / \text{ft}} = 40,8267 \text{ ft} = 12,4440 \text{ m}$$

Diameter *helix* (lilitan koil) :

$$DC = ID_{reaktor} - (2 x \text{jarak. antara. lilitan. dengan. dinding})$$

$$DC = 7,3332 \text{ ft} - (2 x 0,5 \text{ ft})$$

$$DC = 6,3333 \text{ ft}$$

Luas penampang untuk 1 lingkaran :

$$AC = \pi \times DC \times A'' = 3,14 \times 6,3333 \text{ ft} \times 0,622 \frac{\text{ft}^2}{\text{ft}} = 12,3694 \text{ ft}^2$$

Volume koil :

$$VC = \frac{\pi}{4} \times OD^2 \times LC = \frac{3,14}{4} \times (0,1983 \text{ ft})^2 \times 40,8267 \text{ ft} = 1,2607 \text{ ft}^3$$

Volume setelah ada koil = volume cairan mula-mula + volume koil

$$= 928,6768 \text{ ft}^3 + 1,2607 \text{ ft}^3 = 929,9374 \text{ ft}^3 = 26,3172 \text{ m}^3$$

$$\text{Tinggi cairan setelah ada koil} = \frac{V_{\text{cairan.setelah.ada.koil}}}{A_{\text{penampang.shell}}}$$

$$= \frac{929,9374 \text{ ft}^3}{42,1994 \text{ ft}^2} = 22,0368 \text{ ft} = 6,7168 \text{ m}$$

Tinggi koil :

$$TC = T_{\text{cairan.setelah.ada.koil}} - (2 \times \text{jarak.antara.lilitan.dengan.dinding})$$

$$TC = 22,0368 \text{ ft} - (2 \times 0,5 \text{ ft})$$

$$TC = 6,4120 \text{ ft}$$

Jumlah koil :

$$NC = \frac{A_{\text{transfer.panas}}}{A_{\text{untuk.satu.lingkaran}}} = \frac{25,0368 \text{ ft}^2}{12,3694 \text{ ft}^2}$$

$$NC = 2,0530 \text{ lilitan} = 2 \text{ lilitan}$$

$$\text{Tinggi koil} = \{(\Sigma \text{lilitan} - 1) \times \text{jarak antar lilitan}\} + (\Sigma \text{lilitan} \times OD_{\text{pipa}})$$

$$21,0368 \text{ ft} = \{(2 - 1) \times \text{jarak antar lilitan}\} + (13 \times 0,1983 \text{ ft})$$

$$\text{Jarak antar lilitan} = 1,135323 \text{ ft} = 0,3460 \text{ m}$$

Koil tercelup seluruhnya dalam cairan karena tinggi koil < tinggi cairan sebelum ada koil (21,0368 ft < 22,0368 ft)

➤ *Pressure drop coil*

Kecepatan massa steam :

$$Gt = \frac{M_s}{A'} = \frac{34,7107 \text{ kg/jam}}{0,023255 \text{ ft}^2} = 1492,5855 \text{ kg/jam.ft}^2 = 3290,5324 \text{ Lb/jam.ft}^2$$

$$\mu_{\text{steam}} = 0,013 \text{ Lb/ft.jam} \quad (\text{fig.15, p-825, Kern})$$

$$Re = \frac{ID_{\text{pipa}} \times Gt}{\mu} = \frac{0,17225 \text{ ft} \times 3290,5324 \text{ Lb/jam.ft}^2}{0,013 \text{ Lb/ft.jam}} = 43559,5573$$

Dengan $Gt = 3290,5324 \text{ Lb/jam.ft}^2$ diketahui :

$$f = 0,00025 \text{ ft}^2/\text{in}^2 \quad (\text{fig.26, p-836, Kern})$$

$$S = 0,88 \quad (\text{table 6, p-808, Kern})$$

$$\frac{V^2}{2 \times g'} = 0,004 \quad (\text{fig.27, p-837, Kern})$$

$$\Delta Pt = \frac{f \times Gt^2 \times L \times N}{5,22 \cdot 10^{10} \times ID_{\text{pipa}} \times S \times \phi t}$$

$$\Delta Pt = \frac{0,00015 \text{ ft}^2/\text{in}^2 \times \left(3290,5324 \text{ Lb/jam.ft}^2 \right)^2 \times 40,8267 \text{ ft} \times 2 \text{ lili tan}}{5,22 \cdot 10^{10} \times 0,17225 \text{ ft} \times 0,88 \times 1}$$

$$\Delta Pt = 2,79341E - 05 \text{ psi}$$

$$\Delta Pr = \frac{4 \times N \times V^2}{S \times 2 \times g'} = \frac{4 \times 2 \times 0,004}{0,88} = 0,0364 \text{ psi}$$

$$\Delta P_{\text{total}} = \Delta Pt + \Delta Pr = 2,79341E - 05 \text{ psi} + 0,0364 \text{ psi} = 0,0364 \text{ psi}$$

Syarat *pressure drop* dalam tube maksimal 10 psi (Kern, p-531)

F. PERANCANGAN ISOLASI

➤ Tebal isolasi

Bahan isolasi : asbestos

K isolasi : 0,1123 BTU/jam.ft¹.°F

T tinggi (T1) : 100°C = 373 K = 212°F

T udara sekitar (Tu) : 30°C = 303 K = 86°F

Diinginkan T dinding luar isolasi : 40°C = 313 K = 104°F

Emisivitas bahan isolasi (ε) : 0,94 (Mc.Adams,1958)

Transfer panas melalui permukaan isolasi ke udara karena radiasi dan konveksi :

$$\frac{Q}{A} = q_c = (h_r + h_e)(T_2 - T_u) \dots \dots \dots (1')$$

Transfer panas konduksi melalui dinding reaktor dan dinding isolasi :

$$\begin{aligned} \frac{Q}{A} = q_k &= \frac{k_1}{x_1}(T_1 - T_w) = \frac{k_2}{x_2}(T_w - T_u) \dots \dots \dots (2') \\ &= \frac{k_1}{x_1}T_1 - \frac{k_1}{x_1}T_w = \frac{k_2}{x_2}T_w - \frac{k_2}{x_2}T_2 \\ &= T_w \left(\frac{k_1}{x_1} + \frac{k_2}{x_2} \right) = \frac{k_1}{x_1}T_1 + \frac{k_2}{x_2}T_2 \end{aligned}$$

$$T_w = \frac{\frac{k_1}{x_1}T_1 + \frac{k_2}{x_2}T_2}{\frac{k_1}{x_1} + \frac{k_2}{x_2}} \dots \dots \dots (3')$$

$$q_k = \frac{k_2}{x_2}(T_w - T_2)$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{k_2}{x_2} \left(\frac{\frac{k_1}{x_1} T_1 + \frac{k_2}{x_2} T_2}{\frac{k_2}{x_2} + \frac{k_1}{x_1}} - T_2 \right) \\
&= \frac{\frac{k_2}{x_2}}{\frac{k_2}{x_2} + \frac{k_1}{x_1}} \left(\frac{k_1}{x_1} T_1 + \frac{k_2}{x_2} T_2 - \frac{k_2}{x_2} T_2 - \frac{k_1}{x_1} T_2 \right) \\
&= \frac{\frac{k_2}{x_2} \times \frac{k_1}{x_1}}{\frac{k_2}{x_2} + \frac{k_1}{x_1}} (T_1 - T_2) = \frac{(T_1 - T_2)}{\left(\frac{k_2}{x_2} + \frac{k_1}{x_1} \right) / \left(\frac{k_2}{x_2} \times \frac{k_1}{x_1} \right)}
\end{aligned}$$

$$P_{\epsilon} q_K = \frac{(T_1 - T_2)}{\frac{x_1}{k_1} + \frac{x_2}{k_2}} \dots \dots \dots (4') \text{ dinding luar isolasi kecil,}$$

 m veksi.

Koefisien transfer panas konveksi, h_c :

$$\begin{aligned}
h_c &= 0,19(\Delta T)^{1/3} \\
h_c &= 0,19(104^\circ F - 86^\circ F)^{1/3} = 0,497941 \text{ BTU} / \text{jam.ft}^2 \cdot ^\circ F
\end{aligned}$$

Panas yang hilang secara konveksi persatuan luas :

$$\begin{aligned}
\frac{Q}{A} &= h_c (T_2 - T_u) \\
\frac{Q}{A} &= 0,497941 \text{ BTU} / \text{jam.ft}^2 \cdot ^\circ F \times (104^\circ F - 86^\circ F) = 8,962936 \text{ BTU} / \text{jam.ft}^2 \cdot ^\circ F
\end{aligned}$$

Tak ada akumulasi

Perpindahan panas konduksi = perpindahan panas konveksi + panas radiasi

$$\frac{Q}{A} k = \frac{Q}{A} = \frac{(T_1 - T_2)}{\frac{x_1}{k_1} + \frac{x_2}{k_2}}$$

Dimana :

x_1 = tebal dinding reaktor = 3/16 in = 0,1875 in = 0,015619 ft

x_2 = tebal isolasi

$$k_1 = k \text{ baja} = 26 \text{ BTU/jam.ft}^2 \cdot ^\circ\text{F}$$

$$k_2 = k \text{ asbestos} = 0,1123 \text{ BTU/jam.ft}^2 \cdot ^\circ\text{F}$$

$$\frac{Q}{A} k = \frac{Q}{A} = \frac{(T_1 - T_2)}{\frac{x_1}{k_1} + \frac{x_2}{k_2}}$$

$$8,962936 = \frac{(212 - 104)}{\frac{0,015619}{26} + \frac{x_2}{0,1123}} \rightarrow x_2 = 1,353105 \text{ ft} = 41,24265 \text{ cm}$$

➤ Luas permukaan reaktor untuk perpindahan panas

Luas head atas dan bawah, A1 :

$$A_1 = 2(2\pi \cdot a' \cdot b')$$

$$\text{Dimana : } x_1 = 0,1875 \text{ in} = 0,004763 \text{ m}$$

$$x_2 = 1,353105 \text{ ft} = 0,412426 \text{ m}$$

$$r = 31,430082 \text{ in} = 0,798324 \text{ m}$$

$$b = 7,9642358 \text{ in} = 0,202292 \text{ m}$$

$$a' = r_1 + x_1 + x_2 = (0,798324 + 0,004763 + 0,412426) \text{ m} = 1,215513 \text{ m}$$

$$b' = b + x_1 + x_2 = (0,202292 + 0,004763 + 0,412426) \text{ m} = 0,619481 \text{ m}$$

$$A_1 = 2x(2x\pi x a' x b')$$

$$A_1 = 2x(2x3,14x1,215513 \text{ m} x 0,619481 \text{ m}) = 9,457513 \text{ m}^2$$

Luas selimut silinder, A2 :

$$A_2 = \pi \cdot D_o' \cdot H$$

$$\text{Dimana : } D_o = 62,860165 \text{ in} = 1,596648 \text{ m}$$

$$H = 188,580493 \text{ in} = 4,789945 \text{ m}$$

$$D_o' = D_o + 2(x_2) = 1,596648 \text{ m} + 2(0,412426 \text{ m}) = 2,421501 \text{ m}$$

$$A_2 = \pi x D_o' x H$$

$$A_2 = 3,14 x 2,421501 \text{ m} x 4,789945 \text{ m} = 36,420408 \text{ m}^2$$

$$A_{total} = A1 + A2$$

$$A_{total} = 9,457513m^2 + 36,420408m^2 = 45,877982m^2 = 493,8285 ft^2$$

➤ Panas hilang ke lingkungan melalui dinding reaktor

$$Q_{Loss} = \frac{Q}{A}$$

$$Q_{loss} = \frac{8,962936 BTU / jam \cdot ft^2 \cdot ^\circ F}{493,8285 ft^2} = 4426,12902 BTU / jam = 1116,27 kcal / jam$$

G. PERANCANGAN PEMIPAAN

Diameter pemipaan yang optimum :

Untuk aliran turbulen, $Re > 2100$ (eq.15, p-496, Timmerhause)

$$Di_{opt} = 3,9 \cdot Fv^{0,45} \cdot \rho^{0,13}$$

Untuk aliran viscous, $Re < 2100$ (eq.15, p-496, Timmerhause)

$$Di_{opt} = 3,9 \cdot Fv^{0,36} \cdot \rho^{0,18}$$

Dimana : Di_{opt} : diameter pipa optimum (in)

Fv : kecepatan aliran massa fluida (ft^3/s)

ρ : densitas fluida (Lb/ft^3)

μ : viskositas fluida (cp)

Reaktor 1

➤ Ukuran pipa umpan asam asetat

Komposisi	Massa (kg/jam)	Fraksi Berat	Densitas (kg/Lt)	Viskositas (cp)	FV (Lt/jam)
CH ₃ COOH	586,5983	0,99	0,960602	0,441084	610,6571
H ₂ O	5,9252	0,01	0,955762	0,278935	6,1955
Total	592,5236	1			616,8566

$$\rho_{\text{larutan}} = \frac{\text{total.massa}}{\text{total.Fv}} = \frac{592,5236 \text{ kg/jam}}{616,8566 \text{ Lt/jam}} = 0,9606 \text{ kg/Lt} = 59,9115 \text{ Lb/ft}^3$$

$$Fv_{\text{larutan}} = 616,8566 \text{ Lt/jam} = 0,0061 \text{ ft}^3/\text{s}$$

$$\frac{1}{\mu_{\text{larutan}}} = \frac{x_1}{\mu_1} + \frac{x_2}{\mu_2} = \frac{0,99}{0,441084 \text{ cp}} + \frac{0,01}{0,278935 \text{ cp}} = 2,280321 \text{ 1/cp}$$

$$\mu_{\text{larutan}} = \frac{1}{2,280321 \text{ 1/cp}} = 0,438538 \text{ cp} = 0,000295 \text{ Lb/ft.s}$$

Diperkirakan aliran pipa adalah turbulen, maka $Nre > 2100$ digunakan persamaan :

$$Di_{\text{opt}} = 3,9 x Fv^{0,45} x \rho^{0,13}$$

$$Di_{\text{opt}} = 3,9 x \left(0,0061 \text{ ft}^3/\text{s} \right)^{0,45} x \left(59,9115 \text{ Lb/ft}^3 \right)^{0,13} = 0,6669 \text{ in}$$

Dari table 11, p-844, Kern, dipilih pipa dengan ukuran :

$$\text{NPS} = 1,25 \text{ in}$$

$$\text{OD} = 1,66 \text{ in}$$

$$\text{ID} = 1,38 \text{ in} = 0,0351 \text{ m} = 0,115 \text{ ft}$$

$$A' = 1,5 \text{ in}^2 = 0,0132 \text{ ft}^2$$

$$A'' = 0,435 \text{ ft}^2/\text{ft}$$

$$\text{Sch.} = 40$$

$$\text{Kecepatan linear, } v = \frac{Fv}{A'} = \frac{0,0061 \text{ ft}^3/\text{s}}{0,0132 \text{ ft}^2} = 0,4602 \text{ ft/s}$$

$$Nre = \frac{ID x \rho x v}{\mu} = \frac{0,115 \text{ ft} x 59,9115 \text{ Lb/ft}^3 x 0,4602 \text{ ft/s}}{0,000295 \text{ Lb/ft.s}} = 10758,186$$

Karena $Nre > 2100$, maka asumsi aliran turbulen terpenuhi (benar)

➤ Ukuran pipa umpan amil alkohol

Komposisi	Massa (kg/jam)	Fraksi Berat	Densitas (kg/Lt)	Viskositas (cp)	FV (Lt/jam)
C ₅ H ₁₁ OH	870,1497	0,9	0,749579	0,1786	1160,8519
H ₂ O	96,6833	0,1	0,955762	0,2791	101,1583
Total	966,8330	1			1262,0102

$$\rho_{\text{larutan}} = \frac{\text{total.massa}}{\text{total.Fv}} = \frac{966,8330 \text{ kg/jam}}{1262,0102 \text{ Lt/jam}} = 0,7661 \text{ kg/Lt} = 47,7834 \text{ Lb/ft}^3$$

$$Fv_{\text{larutan}} = 1262,0102 \text{ Lt/jam} = 0,0124 \text{ ft}^3/\text{s}$$

$$\frac{1}{\mu_{\text{larutan}}} = \frac{x_1}{\mu_1} + \frac{x_2}{\mu_2} = \frac{0,9}{0,1786 \text{ cp}} + \frac{0,1}{0,2791 \text{ cp}} = 5,3981 \text{ 1/cp}$$

$$\mu_{\text{larutan}} = \frac{1}{5,3981 \text{ 1/cp}} = 0,1852 \text{ cp} = 0,0001 \text{ Lb/ft.s}$$

Diperkirakan aliran pipa adalah turbulen, maka $N_{re} > 2100$ digunakan persamaan :

$$Di_{\text{opt}} = 3,9 x Fv^{0,45} x \rho^{0,13}$$

$$Di_{\text{opt}} = 3,9 x \left(0,0124 \text{ ft}^3/\text{s} \right)^{0,45} x \left(47,7834 \text{ Lb/ft}^3 \right)^{0,13} = 0,8937 \text{ in}$$

Dari table 11, p-844, Kern, dipilih pipa dengan ukuran :

NPS = 2 in

OD = 2,38 in

ID = 2,067 in = 0,0525 m = 0,17225 ft

A' = 3,35 in² = 0,0294 ft²

A'' = 0,622 ft²/ft

Sch. = 40

$$\text{Kecepatan linear, } v = \frac{F_v}{A'} = \frac{0,0124 \text{ ft}^3/s}{0,0294 \text{ ft}^2} = 0,4215 \text{ ft/s}$$

$$N_{re} = \frac{ID \times \rho \times v}{\mu} = \frac{0,17225 \text{ ft} \times 47,7834 \text{ Lb/ft}^3 \times 0,4215 \text{ ft/s}}{0,0001 \text{ Lb/ft.s}} = 27870,4562$$

Karena $N_{re} > 2100$, maka asumsi aliran turbulen terpenuhi (benar)

➤ Ukuran pipa umpan asam sulfat

Komposisi	Massa (kg/jam)	Frakasi Berat	Densitas (kg/Lt)	Viskositas (cp)	FV (Lt/jam)
H ₂ SO ₄	0,9616	0,1	1,754693	4,3635	0,5480
H ₂ O	8,6547	0,9	0,955762	0,2791	9,0553
Total	9,6163	1			9,6033

$$\rho_{larutan} = \frac{\text{total.massa}}{\text{total.Fv}} = \frac{9,6163 \text{ kg/jam}}{9,6033 \text{ Lt/jam}} = 1,0014 \text{ kg/Lt} = 62,4564 \text{ Lb/ft}^3$$

$$F_{v_{larutan}} = 9,6033 \text{ Lt/jam} = 9,4261E-05 \text{ ft}^3/s$$

$$\frac{1}{\mu_{larutan}} = \frac{x_1}{\mu_1} + \frac{x_2}{\mu_2} = \frac{0,1}{4,3635 \text{ cp}} + \frac{0,9}{0,2791 \text{ cp}} = 3,2474 \text{ 1/cp}$$

$$\mu_{larutan} = \frac{1}{3,2474 \text{ 1/cp}} = 0,3079 \text{ cp} = 0,0002 \text{ Lb/ft.s}$$

Diperkirakan aliran pipa adalah laminar, maka $N_{re} < 2100$ digunakan persamaan :

$$D_{i_{opt}} = 3,9 \times F_v^{0,36} \times \rho^{0,18}$$

$$D_{i_{opt}} = 3,9 \times \left(9,4261E-05 \text{ ft}^3/s \right)^{0,36} \times \left(62,4564 \text{ Lb/ft}^3 \right)^{0,18} = 0,2928 \text{ in}$$

Dari table 11, p-844, Kern, dipilih pipa dengan ukuran :

$$\begin{aligned} \text{NPS} &= 0,25 \text{ in} \\ \text{OD} &= 0,54 \text{ in} \\ \text{ID} &= 0,364 \text{ in} = 0,0092 \text{ m} = 0,030333 \text{ ft} \\ \text{A}' &= 0,104 \text{ in}^2 = 0,0009 \text{ ft}^2 \\ \text{A}'' &= 0,141 \text{ ft}^2/\text{ft} \\ \text{Sch.} &= 40 \end{aligned}$$

$$\text{Kecepatan linear, } v = \frac{Fv}{A'} = \frac{9,4261E-05 \text{ ft}^3/\text{s}}{0,0009 \text{ ft}^2} = 0,1033 \text{ ft}/\text{s}$$

$$Nre = \frac{ID \times \rho \times v}{\mu} = \frac{0,030333 \text{ ft} \times 62,4564 \text{ Lb}/\text{ft}^3 \times 0,1033 \text{ ft}/\text{s}}{0,0002 \text{ Lb}/\text{ft}\cdot\text{s}} = 945,9514$$

Karena $Nre < 2100$, maka asumsi aliran laminar terpenuhi (benar)

➤ Ukuran pipa umpan *recycle*

Komposisi	Massa (kg/jam)	Fraksi Berat	Densitas (kg/Lt)	Viskositas (cp)	FV (Lt/jam)
CH ₃ COOH	54,4927	0,223058	0,960601	0,441	56,7277
C ₅ H ₁₁ OH	164,1439	0,671899	0,749579	0,1786	218,9816
CH ₃ COOC ₅ H ₁₁	25,5102	0,104422	0,795634	0,3574	32,0627
H ₂ O	0,1423	0,000620	0,955762	0,2791	0,1488
Total	244,2891	1			307,9209

$$\rho_{larutan} = \frac{total.massa}{total.Fv} = \frac{244,2891 \text{ kg/jam}}{307,9209 \text{ Lt/jam}} = 0,7934 \text{ kg/Lt} = 49,4827 \text{ Lb/ft}^3$$

$$Fv_{larutan} = 307,9209 \text{ Lt/jam} = 0,0030 \text{ ft}^3/\text{s}$$

$$\frac{1}{\mu_{larutan}} = \frac{x1}{\mu1} + \frac{x2}{\mu2} + \frac{x3}{\mu3} + \frac{x4}{\mu4} = \frac{0,223058}{0,441cp} + \frac{0,671899}{0,1786cp} + \frac{0,104422}{0,3574cp} + \frac{0,000620}{0,2791cp}$$

$$\mu_{larutan} = \frac{1}{4,5627 \text{ 1/cp}} = 0,2192cp = 0,0001 \text{ Lb/ft.s}$$

Diperkirakan aliran pipa adalah turbulen, maka $Nre > 2100$ digunakan persamaan :

$$Di_{opt} = 3,9xFv^{0,45} x\rho^{0,13}$$

$$Di_{opt} = 3,9x\left(0,003 \text{ ft}^3/\text{s}\right)^{0,45} x\left(49,4827 \text{ Lb/ft}^3\right)^{0,13} = 0,4759 \text{ in}$$

Dari table 11, p-844, Kern, dipilih pipa dengan ukuran :

$$\text{NPS} = 1 \text{ in}$$

$$\text{OD} = 1,32 \text{ in}$$

$$\text{ID} = 1,049 \text{ in} = 0,0266 \text{ m} = 0,087417 \text{ ft}$$

$$A' = 0,864 \text{ in}^2 = 0,0076 \text{ ft}^2$$

$$A'' = 0,344 \text{ ft}^2/\text{ft}$$

$$\text{Sch.} = 40$$

$$\text{Kecepatan linear, } v = \frac{Fv}{A'} = \frac{0,003 \text{ ft}^3/\text{s}}{0,0076 \text{ ft}^2} = 0,3988 \text{ ft/s}$$

$$Nre = \frac{IDx\rho xv}{\mu} = \frac{0,087417 \text{ ft} x 49,4827 \text{ Lb/ft}^3 x 0,3988 \text{ ft/s}}{0,0001 \text{ Lb/ft.s}} = 11712,1636$$

Karena $Nre > 2100$, maka asumsi aliran turbulen terpenuhi (benar)

➤ Ukuran pipa produk keluar reaktor 1

Komposisi	Massa (kg/jam)	Fraksi Berat	Densitas (kg/Lt)	Viskositas (cp)	FV (Lt/jam)
CH ₃ COOH	202,7771	0,110692	0,960602	0,4411	211,0938
C ₅ H ₁₁ OH	391,4311	0,213675	0,749579	0,1786	522,2043
CH ₃ COOC ₅ H ₁₁	975,1904	0,532336	0,795634	0,3574	1225,6768
H ₂ O	242,8997	0,142772	0,955762	0,2791	254,1424
H ₂ SO ₄	0,9616	0,000525	1,754693	4,3635	0,5480
Total	1813,2620	1			2113,6653

$$\rho_{\text{larutan}} = \frac{\text{total.massa}}{\text{total.Fv}} = \frac{1813,2620 \frac{\text{kg}}{\text{jam}}}{2113,6653 \frac{\text{Lt}}{\text{jam}}} = 0,8191 \frac{\text{kg}}{\text{Lt}} = 51,0902 \frac{\text{Lb}}{\text{ft}^3}$$

$$Fv_{\text{larutan}} = 2113,6653 \frac{\text{Lt}}{\text{jam}} = 0,0217 \frac{\text{ft}^3}{\text{s}}$$

$$\frac{1}{\mu_{\text{larutan}}} = \frac{x_1}{\mu_1} + \frac{x_2}{\mu_2} + \frac{x_3}{\mu_3} + \frac{x_4}{\mu_4} + \frac{x_5}{\mu_5}$$

$$\frac{1}{\mu_{\text{larutan}}} = \frac{0,110692}{0,4411 \text{cp}} + \frac{0,213675}{0,1786 \text{cp}} + \frac{0,532336}{0,3574 \text{cp}} + \frac{0,1424772}{0,2791 \text{cp}} + \frac{0,000525}{4,3635 \text{cp}}$$

$$\mu_{\text{larutan}} = \frac{1}{3,4772 \frac{1}{\text{cp}}} = 0,2901 \text{cp} = 0,0002 \frac{\text{Lb}}{\text{ft.s}}$$

Diperkirakan aliran pipa adalah turbulen, maka $N_{re} > 2100$ digunakan persamaan :

$$Di_{\text{opt}} = 3,9 x Fv^{0,45} x \rho^{0,13}$$

$$Di_{\text{opt}} = 3,9 x \left(0,0217 \frac{\text{ft}^3}{\text{s}} \right)^{0,45} x \left(51,0902 \frac{\text{Lb}}{\text{ft}^3} \right)^{0,13} = 1,1609 \text{in}$$

Dari table 11, p-844, Kern, dipilih pipa dengan ukuran :

$$\text{NPS} = 2,5 \text{ in} \quad \text{Sch.} = 40$$

$$\text{OD} = 2,88 \text{ in}$$

$$ID = 2,469 \text{ in} = 0,0627 \text{ m} = 0,20575 \text{ ft}$$

$$A' = 4,79 \text{ in}^2 = 0,0420 \text{ ft}^2$$

$$A'' = 0,753 \text{ ft}^2/\text{ft}$$

$$\text{Kecepatan linear, } v = \frac{Fv}{A'} = \frac{0,0217 \frac{\text{ft}^3}{\text{s}}}{0,0420 \text{ ft}^2} = 0,5171 \frac{\text{ft}}{\text{s}}$$

$$Nre = \frac{ID \times \rho \times v}{\mu} = \frac{0,20575 \text{ ft} \times 51,0902 \frac{\text{Lb}}{\text{ft}^3} \times 0,5171 \frac{\text{ft}}{\text{s}}}{0,0002 \frac{\text{Lb}}{\text{ft} \cdot \text{s}}} = 27884,6371$$

Karena $Nre > 2100$, maka asumsi aliran turbulen terpenuhi (benar)

Reaktor 2

➤ Ukuran pipa umpan reaktor 2

Komposisi	Massa (kg/jam)	Fraksi Berat	Densitas (kg/Lt)	Viskositas (cp)	FV (Lt/jam)
CH ₃ COOH	202,7771	0,110692	0,960602	0,4411	211,0938
C ₅ H ₁₁ OH	391,4331	0,213675	0,749579	0,1786	522,2043
CH ₃ COOC ₅ H ₁₁	975,1904	0,532336	0,795634	0,3574	1225,6768
H ₂ O	242,8997	0,142772	0,955762	0,2791	254,1424
H ₂ SO ₄	0,9616	0,000525	1,754693	4,3635	0,4580
Total	1813,2620	1			2213,6653

$$\rho_{\text{larutan}} = \frac{\text{total.massa}}{\text{total.Fv}} = \frac{1813,2620 \frac{\text{kg}}{\text{jam}}}{2213,6653 \frac{\text{Lt}}{\text{jam}}} = 0,8191 \frac{\text{kg}}{\text{Lt}} = 51,0901 \frac{\text{Lb}}{\text{ft}^3}$$

$$Fv_{\text{larutan}} = 2213,6653 \frac{\text{Lt}}{\text{jam}} = 0,0217 \frac{\text{ft}^3}{\text{s}}$$

$$\frac{1}{\mu_{\text{larutan}}} = \frac{x1}{\mu1} + \frac{x2}{\mu2} + \frac{x3}{\mu3} + \frac{x4}{\mu4} + \frac{x5}{\mu5}$$

$$\frac{1}{\mu_{\text{larutan}}} = \frac{0,110692}{0,4411 \text{cp}} + \frac{0,213675}{0,1786 \text{cp}} + \frac{0,532336}{0,3574 \text{cp}} + \frac{0,1424772}{0,2791 \text{cp}} + \frac{0,000525}{4,3635 \text{cp}}$$

$$\mu_{\text{larutan}} = \frac{1}{3,4472 \frac{1}{\text{cp}}} = 0,2901 \text{cp} = 0,0002 \frac{\text{Lb}}{\text{ft.s}}$$

Diperkirakan aliran pipa adalah turbulen, maka $Nre > 2100$ digunakan

persamaan :

$$Di_{opt} = 3,9 x Fv^{0,45} x \rho^{0,13}$$

$$Di_{opt} = 3,9 x \left(0,0217 \frac{\text{ft}^3}{\text{s}} \right)^{0,45} x \left(51,0901 \frac{\text{Lb}}{\text{ft}^3} \right)^{0,13} = 1,1609 \text{ in}$$

Dari table 11, p-844, Kern, dipilih pipa dengan ukuran :

$$\text{NPS} = 2,5 \text{ in}$$

$$\text{OD} = 2,88 \text{ in}$$

$$\text{ID} = 2,469 \text{ in} = 0,0627 \text{ m} = 0,20575 \text{ ft}$$

$$A' = 4,79 \text{ in}^2 = 0,0420 \text{ ft}^2$$

$$A'' = 0,753 \text{ ft}^2/\text{ft}$$

$$\text{Sch.} = 40$$

$$\text{Kecepatan linear, } v = \frac{Fv}{A'} = \frac{0,0217 \frac{\text{ft}^3}{\text{s}}}{0,0420 \text{ft}^2} = 0,3356 \frac{\text{ft}}{\text{s}}$$

$$Nre = \frac{ID x \rho x v}{\mu} = \frac{0,20575 \text{ft} x 51,0901 \frac{\text{Lb}}{\text{ft}^3} x 0,3356 \frac{\text{ft}}{\text{s}}}{0,0002 \frac{\text{Lb}}{\text{ft.s}}} = 22489,4282$$

Karena $Nre > 2100$, maka asumsi aliran turbulen terpenuhi (benar)

➤ Ukuran pipa produk keluar reaktor 2

Komposisi	Massa (kg/jam)	Fraksi Berat	Densitas (kg/Lt)	Viskositas (cp)	FV (Lt/jam)
CH ₃ COOH	64,10191	0,034996	0,960602	0,4411	66,7385
C ₅ H ₁₁ OH	188,0534	0,102654	0,749579	0,1786	250,8788
CH ₃ COOC ₅ H ₁₁	1275,6378	0,696344	0,795634	0,3574	1603,2967
H ₂ O	284,5001	0,165481	0,955762	0,2791	297,6683
H ₂ SO ₄	0,9616	0,000525	1,754693	4,3635	0,5480
Total	1813,2620	1			2219,1304

$$\rho_{\text{larutan}} = \frac{\text{total.massa}}{\text{total.Fv}} = \frac{1813,2620 \text{ kg/jam}}{2219,1304 \text{ Lt/jam}} = 0,8171 \text{ kg/Lt} = 50,9643 \text{ Lb/ft}^3$$

$$Fv_{\text{larutan}} = 2219,1304 \text{ Lt/jam} = 0,0218 \text{ ft}^3/\text{s}$$

$$\frac{1}{\mu_{\text{larutan}}} = \frac{x_1}{\mu_1} + \frac{x_2}{\mu_2} + \frac{x_3}{\mu_3} + \frac{x_4}{\mu_4} + \frac{x_5}{\mu_5}$$

$$\frac{1}{\mu_{\text{larutan}}} = \frac{0,034996}{0,4411 \text{ cp}} + \frac{0,102654}{0,1786 \text{ cp}} + \frac{0,696344}{0,3574 \text{ cp}} + \frac{0,165481}{0,2791 \text{ cp}} + \frac{0,000525}{4,3635 \text{ cp}}$$

$$\mu_{\text{larutan}} = \frac{1}{3,1915 \text{ 1/cp}} = 0,3133 \text{ cp} = 0,0002 \text{ Lb/ft.s}$$

Diperkirakan aliran pipa adalah turbulen, maka $N_{re} > 2100$ digunakan

persamaan :

$$Di_{opt} = 3,9 x Fv^{0,45} x \rho^{0,13}$$

$$Di_{opt} = 3,9 x \left(0,0218 \text{ ft}^3/\text{s} \right)^{0,45} x \left(50,9643 \text{ Lb/ft}^3 \right)^{0,13} = 1,1618 \text{ in}$$

Dari table 11, p-844, Kern, dipilih pipa dengan ukuran :

$$\text{NPS} = 2,5 \text{ in}, \quad \text{Sch.} = 40$$

$$\text{OD} = 2,88 \text{ in}$$

$$ID = 2,469 \text{ in} = 0,0627 \text{ m} = 0,20575 \text{ ft}$$

$$A' = 4,79 \text{ in}^2 = 0,0420 \text{ ft}^2$$

$$A'' = 0,753 \text{ ft}^2/\text{ft}$$

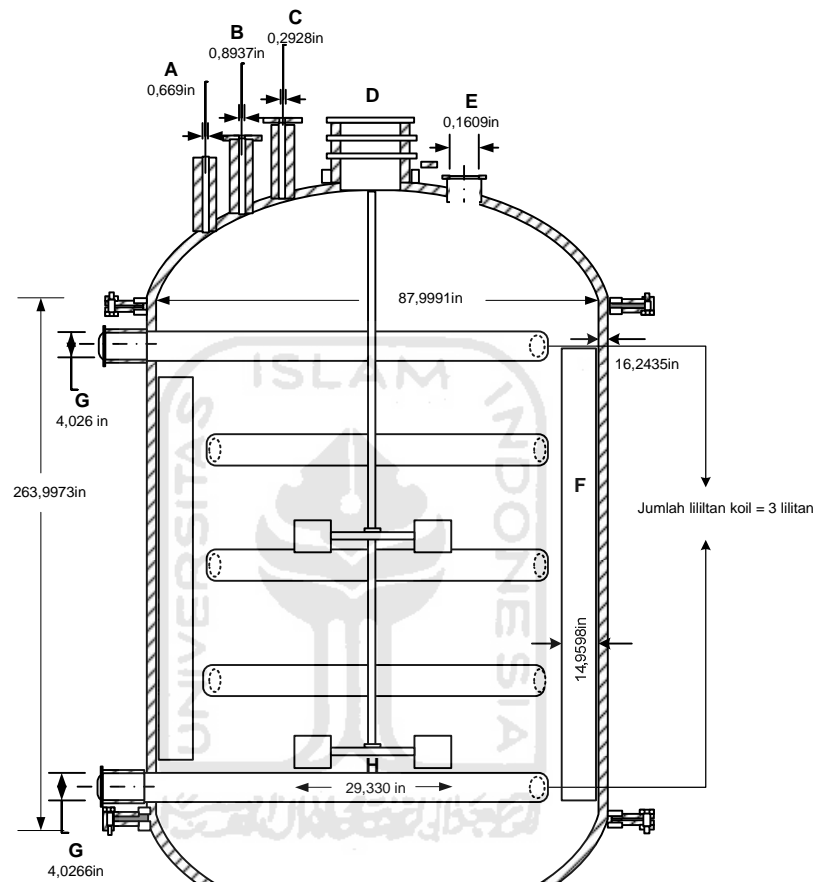
$$\text{Kecepatan linear, } v = \frac{Fv}{A'} = \frac{0,0218 \text{ ft}^3/\text{s}}{0,0420 \text{ ft}^2} = 0,5184 \text{ ft}/\text{s}$$

$$Nre = \frac{ID \rho v^3}{\mu} = \frac{0,20575 \text{ ft} \times 50,9643 \text{ Lb}/\text{ft}^3 \times 0,5184 \text{ ft}/\text{s}}{0,0002 \text{ Lb}/\text{ft}\cdot\text{s}} = 25816,4697$$

Karena $Nre > 2100$, maka asumsi aliran turbulen terpenuhi (benar)



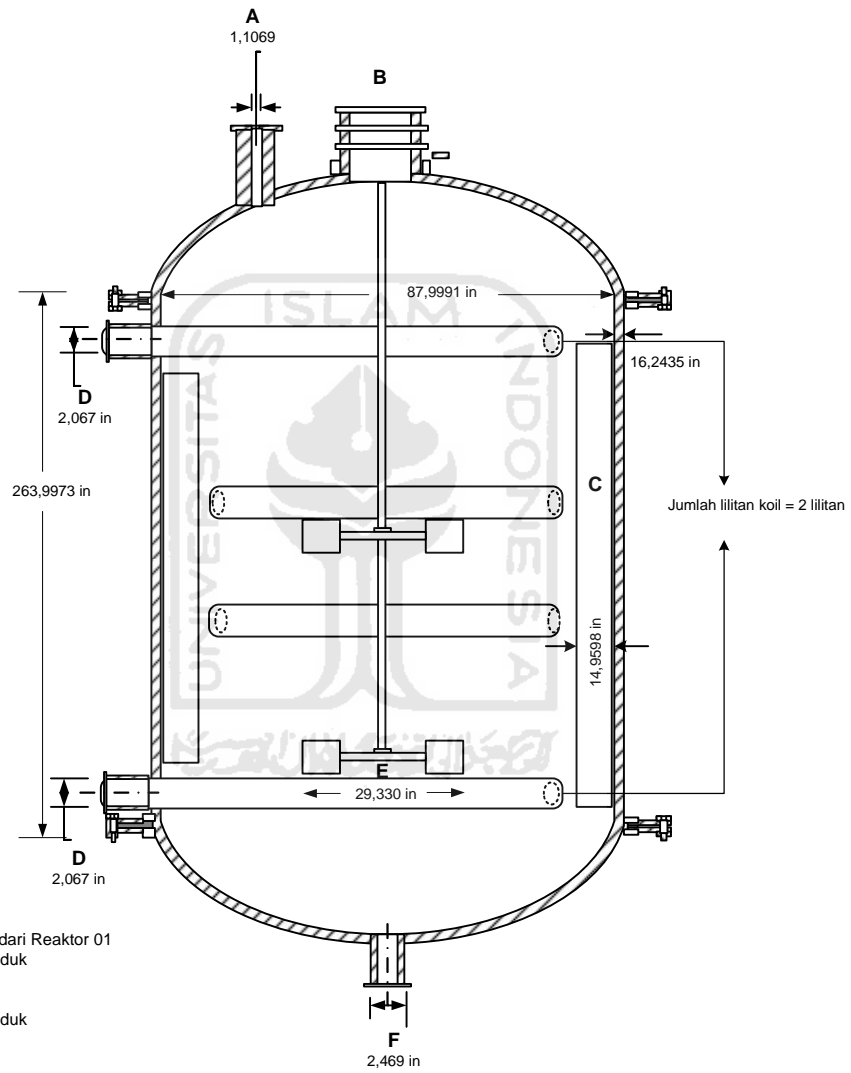
REAKTOR 01



Keterangan Gambar :

- A = Pipa umpan asam asetat
- B = Pipa umpan amil alkohol
- C = Pipa umpan asam sulfat
- D = Motor Pengaduk
- E = Pipa Recycle
- F = Baffle
- G = Pipa koil
- H = Lebar Pengaduk
- I = Pipa Hasil

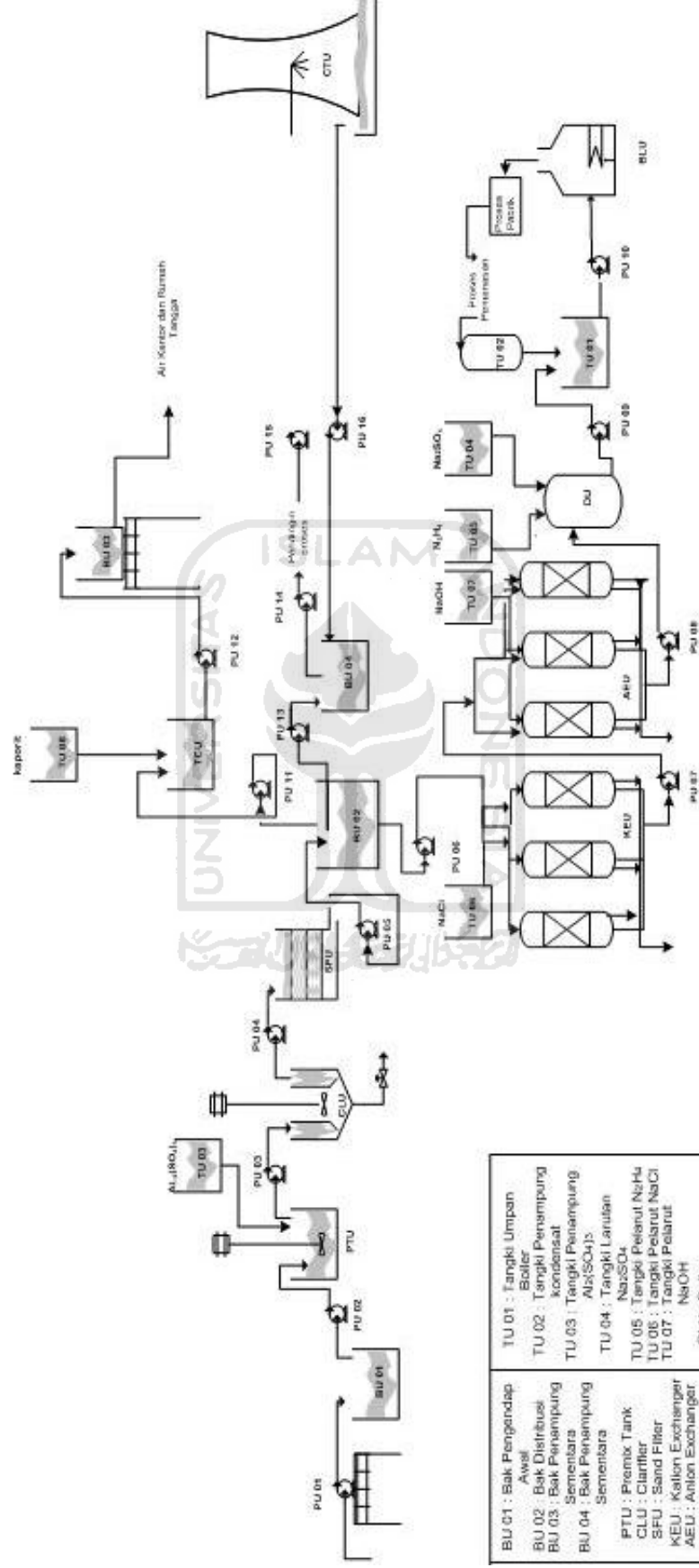
REAKTOR 02



Keterangan Gambar :

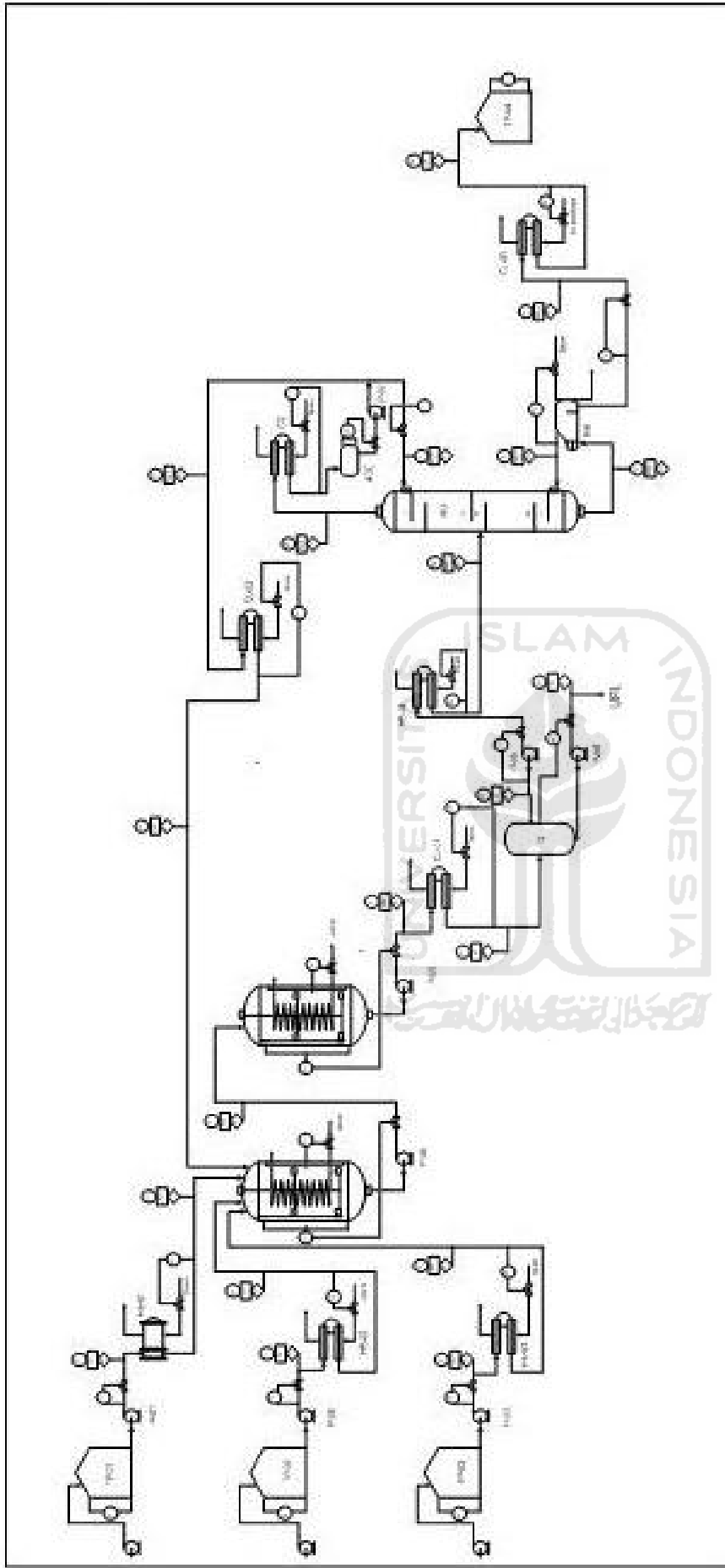
- A = Pipa umpan dari Reaktor 01
- B = Motor Pengaduk
- C = Baffle
- D = Pipa koil
- E = Lebar Pengaduk
- F = Pipa Hasil

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM UTILITAS



BU 01 : Bak Pengendap Awal	TU 01 : Tangki Umpan Boiler
BU 02 : Bak Distribusi	TU 02 : Tangki Penampungan kondensat
BU 03 : Bak Penampungan Sementara	TU 03 : Tangki Penampungan $Al_2(SO_4)_3$
BU 04 : Bak Penampungan Sementara	TU 04 : Tangki Larutan Na_2SO_3
PTU : Premix Tank	TU 05 : Tangki Pelarut Na_2HPO_4
CLU : Clarifier	TU 06 : Tangki Pelarut $NaCl$
SFU : Sand Filter	TU 07 : Tangki Pelarut $NaOH$
KEU : Kation Exchanger	BLU : Boiler
AEU : Anion Exchanger	CTU : Cooling Tower
DU : Deaerator	
TCU : Tangki Klormator	

**PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM
 PABRIK AMIL ASETAT DARI ASAM ASETAT DAN AMIL ALKOHOL
 KAPASITAS 10.000 TON/TAHUN**

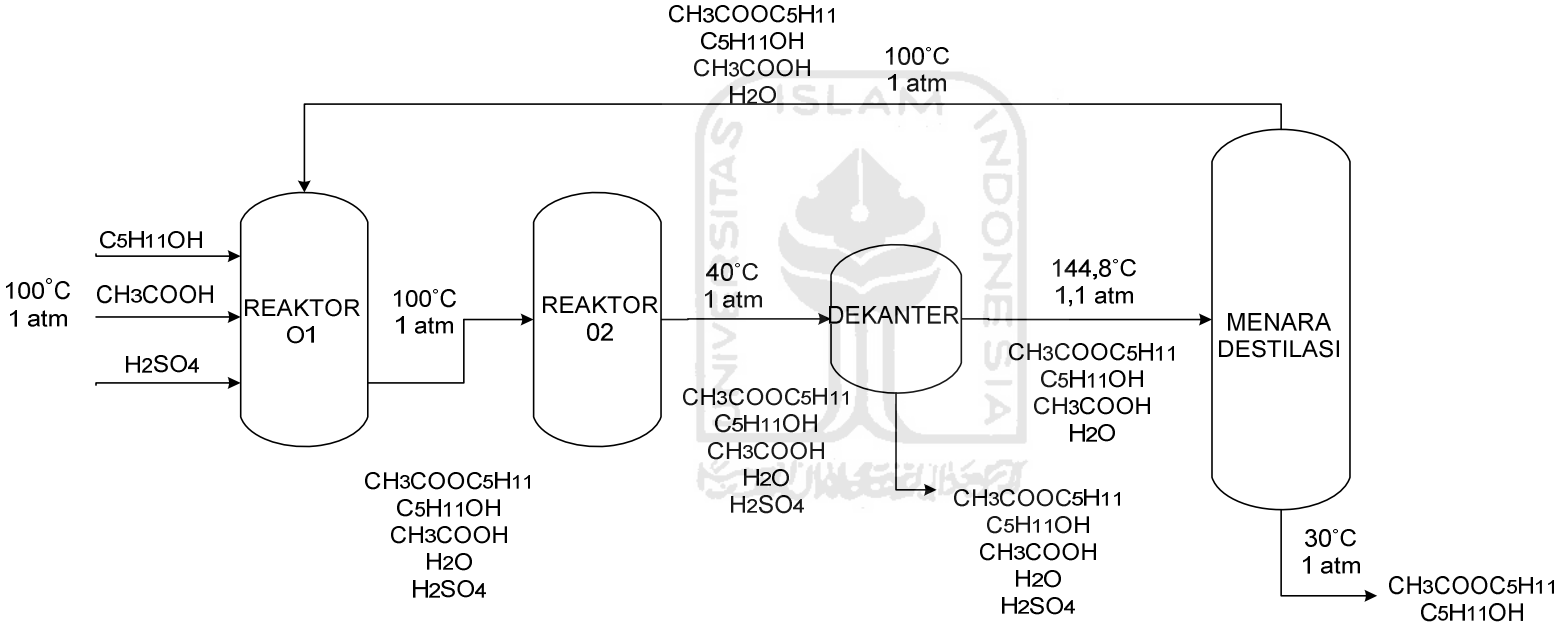


No. Pipa	MATERIAL									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
AA	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000
EtOH	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000
W	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000
Steam	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000

NO.	SYMBOL	DESCRIPTION
1	[Symbol]	Storage Tank
2	[Symbol]	Distillation Column
3	[Symbol]	Heat Exchanger
4	[Symbol]	Pump
5	[Symbol]	Control Valve
6	[Symbol]	Instrumentation
7	[Symbol]	Water Inlet
8	[Symbol]	Steam Inlet
9	[Symbol]	Product Outlet
10	[Symbol]	Waste Outlet

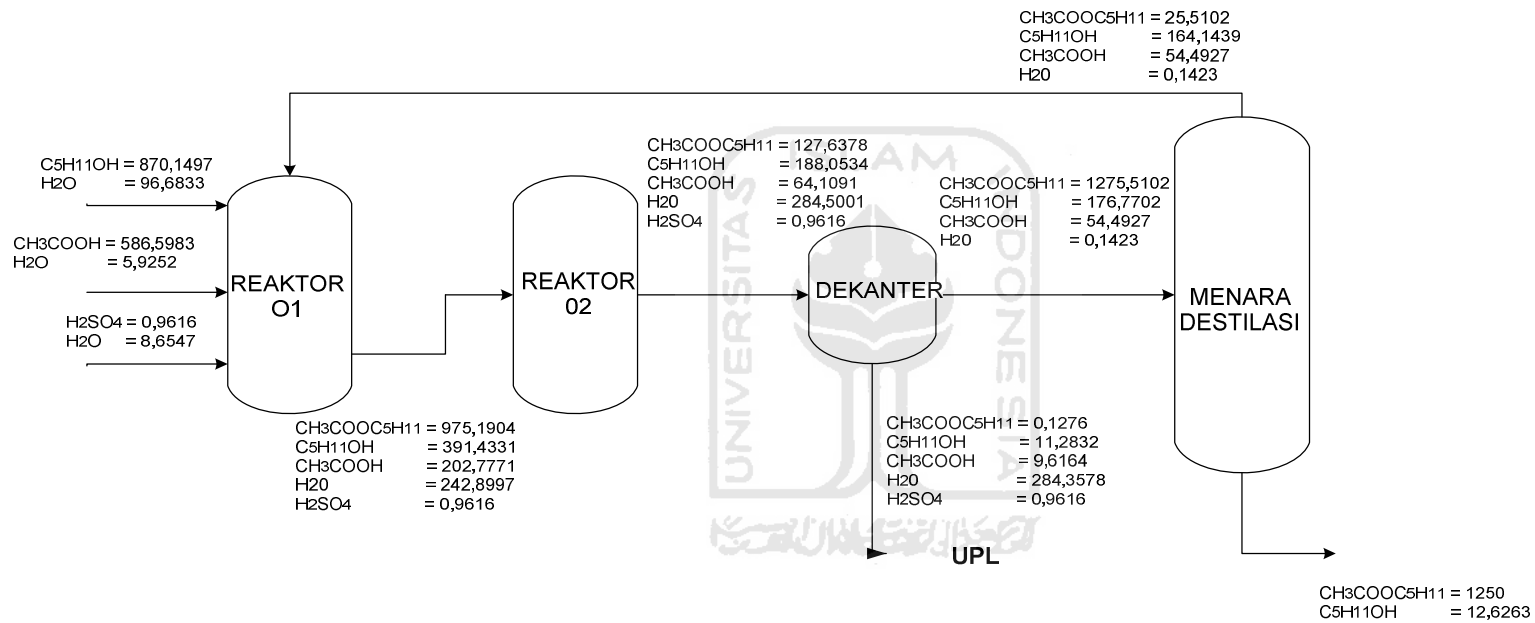
ITS
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 SURABAYA

**DIAGRAM ALIR KUALITATIF PABRIK
AMIL ASETAT
KAPASITAS 10.000 TON / TAHUN**



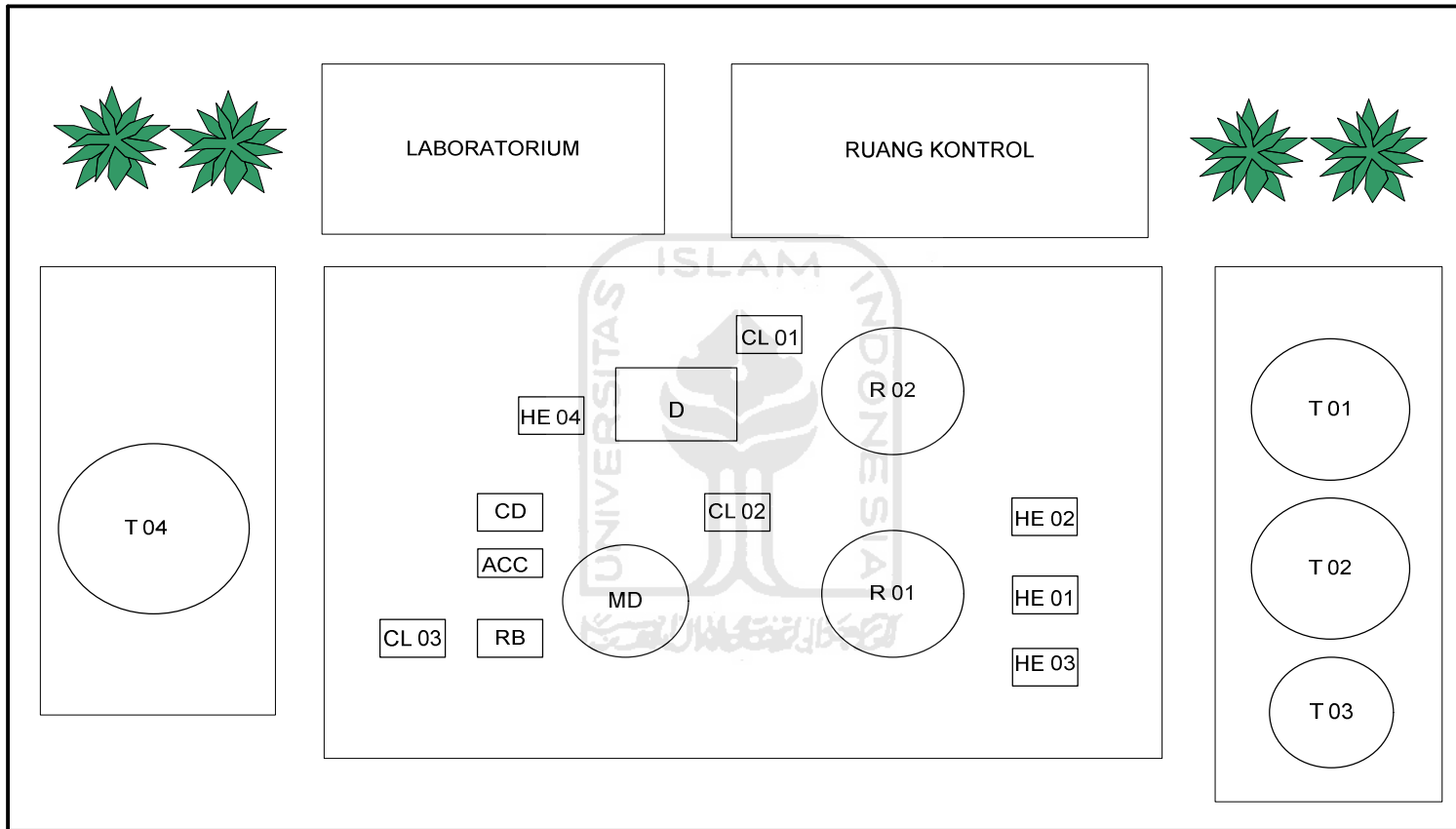
Gambar 3.2. Diagram Alir Kualitatif

DIAGRAM ALIR KUANTITATIF PABRIK AMIL ASETAT (Kg/Jam)



Gambar 3.1. Diagram Alir Kuantitatif

TATA LETAK ALAT PROSES

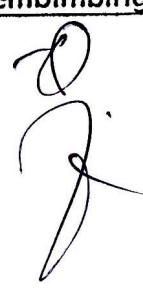


Gambar 4.2. Tata Letak Peralatan Pabrik Amil Asetat

KARTU KONSULTASI PENYUSUNAN / PERBAIKAN SKRIPSI FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

PRODI TEKNIK KIMIA, TEKNIK INDUSTRI, TEKNIK INFORMATIKA, TEKNIK ELEKTRO, TEKNIK MESIN

Nama Mhs : RIZKY ADITYA
 No. Mhs : 05521026
 Judul : PRA RANCANGAN PABRIK AMIL ASETAT DARI AMIL ALKOHOL
 DAN ASAM ASETAT KAPASITAS PRODUKSI 10000 TON / TAHUN

No.	Tanggal	Masalah Yang Dikonsultasikan	Tanda Tangan Penguji / Pembimbing
1	10-3-2011	<ul style="list-style-type: none"> - angka-angka kebutuhan amil asetat hal 3 diperbaiki - alasan pemilihan proses dicantumkan. - kesimpulan, perbaiki 	
2	10-3-2011	