

PRA RANCANGAN PABRIK AMIL ASETAT DENGAN PROSES ESTERIFIKASI  
BERKATALIS PADAT DARI AMIL ALKOHOL DAN ASAM ASETAT KAPASITAS 40.000  
TON/TAHUN

PRA RANCANGAN PABRIK

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



Oleh :

Nama : Sri Rezeki Rahayu

Nama : Tengku Auni Syazana

No. Mhs : 16521183

No.Mhs : 16521244

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

2020

## LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

PRA RANCANGAN PABRIK AMIL ASETAT DENGAN PROSES ESSTERIFIKASI  
BERKATALIS PADAT DARI AMIL ALKOHOL DAN ASAM ASETAT KAPASITAS 40.000  
TON/TAHUN

PRA RANCANGAN PABRIK  
Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia



Oleh:

Nama : Sri Rezeki Rahayu

No.Mhs : 16521183

Nama : Tengku Auni Syazana

No.Mhs : 16521244

Yogyakarta, 01 November 2020

Dosen pembimbing I



Ir. Asmanto Subagyo, M.Sc

Dosen pembimbing II



Umi Rofiqah S.T, M.T

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN PRARANCANGAN PABRIK

Kami yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama: Sri Rezeki Rahayu

No Mahasiswa : 16521183

Nama: Tengku Auni Syazana

No Mahasiswa : 16521244

Yogyakarta, 01 November 2020

Menyatakan bahwa seluruh hasil pra rancangan pabrik ini adalah hasil 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.

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

Td Tangan

  
Sri Rezeki Rahayu

Td tangan

  
Tengku Auni Syazana

**LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI  
PERANCANGAN PABRIK PRA RANCANGAN PABRIK  
AMIL ASETAT DENGAN PROSES ESSTERIFIKASI  
BERKATALIS PADAT DARI AMIL ALKOHOL DAN  
ASAM ASETAT KAPASITAS 40.000 TON/TAHUN**

Oleh :

Nama : Sri Rezeki Rahayu                      Nama : Tengku auni syazana  
No. Mhs : 16521183                              No. Mhs : 16521244

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu  
Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia Konsentrasi  
Teknik Kimia Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Islam Indonesia  
Yogyakarta, 12 November 2020

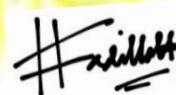
Tim Penguji  
Ir. Asmanto Subagyo M.Sc  
Ketua Penguji



Achmad Chafidz Mas Sahid, S.T., M.Sc  
Penguji I



Fadilla Noor Rahma, S.T., M.Sc.  
Penguji II



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



Dr. Suharno Rusdi

# **BAB I**

## **KATA PENGANTAR**



*Assalamu 'alaikum Wr., Wb.*

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

Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik yang berjudul “Pra Rancangan Pabrik Amil asetat dengan proses esterifikasi berkatalis padat dari asam asetat dan amil alcohol kapasitas 40.000 ton/tahun”, disusun sebagai penerapan dari ilmu teknik kimia yang telah diperoleh 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 dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penyusun ingin menyampaikan terimakasih kepada :

1. Allah SWT yang selalu melimpahkan Rahmat dan Hidayahnya yang senantiasa memberikan kemudahan dalam mengerjakan Tugas Akhir ini.
2. Orang Tua dan Keluarga yang selalu memberikan doa, semangat, serta dukungan yang tiada hentinya.
3. Bapak Hari Purnomo, Prof., Dr., Ir., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Dr. Suharno Rusdi selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

5. Bapak Ir. Asmanto subagyo, M.Sc. selaku Dosen Pembimbing I dan Ibu Umi Rofiqah, S.T., M.T, selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
6. Seluruh civitas akademika di lingkungan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
7. Teman - teman Teknik Kimia 2016 yang selalu memberikan dukungan, semangat, dan kerja samanya.
8. Semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu per satu yang telah membantu penyusunan Tugas Akhir ini.

Kami menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan, untuk itu kami mengharapkan kritik dan saran untuk menyempurnakan laporan ini. Akhir kata semoga laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak, terutama bagi para pembaca serta penyusun, Aamiin.

*Wassalamu'alaikum Wr., Wb.*

Yogyakarta, 19 Oktober 2020



Sri Rezeki Rahayu



Tengku Auni Syazana

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN PRARANCANGAN PABRIK .....	iii
BAB I.....	iv
KATA PENGANTAR.....	iv
BAB I 1	
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.1.1. Penentuan Kapasitas Pabrik.....	2
1.2 Tinjauan Pustaka.....	6
1.3 Pemilihan proses.....	10
1.4. Tinjauan Proses Secara Umum.....	12
1.4.1. Dasar reaksi.....	12
1.4.2. Tinjauan kinetika.....	13
1.4.3. Tinjauan termodinamika.....	14
BAB II.....	15
PERANCANGAN PRODUK.....	15
2.1 Spesifikasi produk.....	15
2.2 Spesifikasi bahan.....	16
2.3 Spesifikasi katalis.....	17
2.4 Konsep Proses.....	17
2.5 Langkah proses.....	18
2.5.1 Tahap penyiapan bahan baku.....	18
2.6.1 Tahap reaksi esterifikasi.....	18
2.7.1 Tahap pemisahan hasil dan pemurnian.....	19
2.6 Pengendalian Kualitas.....	19
2.6.1 Pengendalian kualitas bahan baku.....	19
2.6.2 Pengendalian proses produksi.....	19
2.7 Pengendalian Kuantitas.....	20
2.8 Pengendalian Waktu.....	21

BAB III.....	22
PERANCANGAN PROSES.....	22
3.1. Uraian Proses.....	22
3.2. Spesifikasi Alat/ Mesin Produk.....	23
3.2.1 Tangki Penyimpanan Amil Alkohol.....	24
3.2.2. Tangki Penyimpanan Asam Asetat.....	25
3.2.3 Rectifier.....	25
3.2.4 Stripper.....	26
3.2.5 Menara Distilasi.....	27
3.2.6 Reaktor.....	28
3.2.7. Tangki penyimpanan amil asetat.....	30
3.2.8. Cooler 01.....	31
3.2.9 Cooler.....	32
3.2.10. Cooler 03.....	32
3.2.11. Heater 01.....	33
3.2.12. Heater 02.....	34
3.2.13. Heater 03.....	35
3.2.14. Reboiler 02.....	36
3.2.15. Reboiler 01.....	37
3.2.16. Condensor 01.....	38
3.2.17. Condensor 02.....	39
3.2.18. Condensor 03.....	40
3.2.19. Accumulator 01.....	41
3.2.20. Accumulator 02.....	41
3.2.21. Accumulator 03.....	42
3.2.22. Tangki 03.....	42
3.2.23. Pompa 01.....	43
3.2.24. Pompa 02.....	43
3.2.25. Pompa 03.....	44
3.2.26. Pompa 04.....	44
3.2.27. Pompa 05.....	45



3.2.28. Pompa 06.....	46
3.2.29. Pompa 07.....	46
3.2.30. Pompa 08.....	47
3.2.31. Pompa 09.....	47
3.2.32. Pompa 10.....	48
3.2.32. Pompa 11.....	48
BAB IV.....	50
PERANCANGAN PABRIK.....	50
4.1. Lokasi Pabrik.....	50
4.1.1. Penyediaan Bahan Baku.....	50
4.1.2. Pemasaran Produk.....	50
4.1.3. Tenaga Kerja.....	51
4.1.4. Utilitas.....	51
4.1.5. Transportasi.....	51
4.1.6. Keadaan Iklim dan Tanah.....	51
4.2. Tata Letak Pabrik (Layout Pabrik).....	52
4.3. Tata Letak Alat Proses.....	54
4.4. Neraca Massa.....	60
1. Neraca Massa Reaktor (R-01).....	60
2. Neraca Massa Rectifier.....	60
3. Neraca Massa Stripper.....	61
4. Neraca Massa Menara Distilasi.....	61
5. Neraca Massa tangki penyimpanan amil alcohol.....	62
6. Neraca Massa Tangki penyimpanan Asam Asetat.....	62
4.4.2 Neraca Panas.....	63
1. Neraca panas Reaktor.....	63
2. Neraca Panas Rectifier.....	64
3. Neraca Panas Stripper.....	65
4. Neraca Panas Menara Distilasi.....	66
5. Neraca Panas Heater 01.....	67
6. Neraca Panas Heater 02.....	68

7.	Neraca Panas Heater 03.....	68
8.	Neraca Panas Cooler 01.....	69
9.	Neraca Panas Cooler 02.....	69
10.	Neraca Panas Cooler 03.....	70
4.5.	Perawatan (Maintenance).....	71
4.6.	Pelayanan Teknik (Utilitas).....	71
4.6.1.	Unit Penyediaan Air.....	72
4.6.2.	Unit Pengolahan Air.....	74
4.6.3.	Kebutuhan Air.....	78
4.6.4.	Unit Penyediaan Listrik.....	81
4.6.5.	Unit Penyediaan Udara Tekan.....	84
4.6.6.	Unit Penyediaan Bahan Bakar.....	84
4.6.7.	Unit Pembangkit Steam.....	84
4.6.8.	Unit Pengolahan Limbah.....	85
4.6.9.	Spesifikasi Alat Utilitas.....	85
4.7.	Organisasi Perusahaan.....	96
4.7.1.	Bentuk Perusahaan.....	97
4.7.2.	Struktur Organisasi.....	98
4.7.3.	Deskripsi Jabatan.....	98
4.7.4.	Tugas dan Wewenang.....	99
4.7.5.	Pembagian Jam Kerja Karyawan.....	105
4.7.6.	Hari Libur Karyawan.....	108
4.7.7.	Sistem Gaji Karyawan.....	109
4.7.8.	Kesejahteraan Sosial Karyawan.....	112
4.7.9.	Kesehatan dan Keselamatan Kerja.....	114
4.7.10.	Perencanaan Produksi.....	115
4.7.11.	Pengendalian Produksi.....	116
4.8.	Evaluasi Ekonomi.....	117
4.8.1.	Penaksiran Harga Alat.....	118
4.8.2.	Dasar Perhitungan.....	120
4.8.3.	Perhitungan Biaya.....	120

4.8.4. Analisa Kelayakan.....	122
4.8.5. Hasil Perhitungan.....	127
4.8.6 Analisa Keuntungan.....	131
4.8.7. Hasil Kelayakan Ekonomi.....	132
BAB V.....	135
PENUTUP.....	135
5.1. Kesimpulan.....	135
5.2. Saran.....	136
DAFTAR PUSTAKA.....	138
LAMPIRAN.....	140

#### Daftar Tabel

Tabel 1.1 Impor Amil Asetat Di Indonesia Pada Tahun 2013-2017...3	3
Tabel 1.2 Kapasitas Produksi Amil Asetat di beberapa negara.....5	5
Tabel 4.1 Neraca Massa Reaktor.....60	60
Tabel 4.2 Neraca Massa Rectifier.....60	60
Tabel 4.3 Neraca Massa Stripper.....61	61
Tabel 4.4 Neraca Massa Menara Distilasi.....61	61
Tabel 4.5 Neraca Massa Amil Alkohol.....62	62
Tabel 4.6 Neraca Massa Asam Asetat.....62	62
Tabel 4.7 Neraca Panas Reaktor.....63	63
Tabel 4.8 Neraca Panas Rectifier.....64	64
Tabel 4.9 Neraca Panas Stripper.....65	65
Tabel 4.10 Neraca Panas Menara Distilasi.....66	66
Tabel 4.11 Neraca Panas Heater 01.....67	67
Tabel 4.12 Neraca Panas Heater 02.....68	68
Tabel 4.13 Neraca Panas Heater 03.....69	69
Tabel 4.14 Neraca Panas Cooler 01.....69	69
Tabel 4.15 Neraca Panas Cooler 02.....70	70
Tabel 4.16 Neraca Panas Cooler 03.....70	70
Tabel 4.17 Kebutuhan Air Pendingin .....77	77

Tabel 4.18 Kebutuhan Air Steam.....	78
Tabel 4.19 Kebutuhan Air Untuk Keperluan Domestik.....	79
Tabel 4.20 Total Keseluruhan Kebutuhan Air.....	80
Tabel 4.21 Kebutuhan Listrik Alat Proses.....	81
Tabel 4.22 Kebutuhan Listrik Utilitas.....	82
Tabel 4.23 Jadwal Pergantian Kelompok Shift.....	104
Tabel 4.24 Perincian Gaji Karyawan.....	106
Tabel 4.25 Physical Plant Cost (PPC).....	124
Tabel 4.26 Direct Plant Cost (PDC).....	124
Tabel 4.27 Fixed Capital Investment (FCI).....	125
Tabel 4.28 Indirect Manufacturing Cost (IMC).....	125
Tabel 4.29 Fixed Manufacturing Cost (FMC).....	126
Tabel 4.30 Manufacturing Cost (MC).....	126
Tabel 4.31 Working Capital (WC).....	126
Tabel 4.32 Total Biaya Produksi.....	127
Tabel 4.33 Fixed Cost (Fa).....	127
Tabel 4.34 Variable Cost (Va).....	127
Tabel 4.35 Regulated Cost (Ra).....	128

## DAFTAR GAMBAR

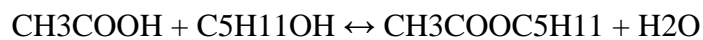
Gambar 1.1 Impor Amil Asetat ke Indonesia.....	3
Gambar 1.2 Skema Reaksi Esterifikasi.....	6
Gambar 1.3 Reaksi Pembentukan Ester.....	12
Gambar 1.4 Rumus Kecepatan Reaksi.....	14

Gambar 4.1 Tata letak pabrik.....	56
Gambar 4.2 Tata Letak Alat Proses.....	57
Gambar 4.3 Diagram kualitatif.....	58
Gambar 4.4 Diagram kuantitatif.....	59
Gambar 4.5 Grafik Regresi linear.....	116
Gambar 4.6 Grafik BEP.....	130



## ABSTRAK

Amil asetat dapat diperoleh dengan cara sintesa esterifikasi dari asam organik (asam asetat) dan alkohol (amil alkohol). Asam asetat dan amil alkohol dipanaskan dengan Heat Exchanger sampai suhu mencapai dengan 110 °C kemudian direaksikan didalam reaktor RATB dengan penambahan katalis Amberlyst 15.



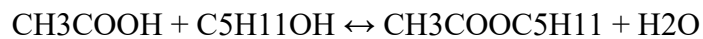
Reaksi yang terjadi di dalam reaktor pada suhu 110°C dan tekanan 1 atm dengan konversi 85%. Air yang terbentuk langsung menguap menuju rectifier. Sedangkan produk yang keluar dari reaktor menuju alat filtrasi yaitu centrifuge, untuk memisahkan katalisnya. Kemudian aliran menuju heater yang dimana akan mengubah cairan menjadi cairan jenuh kemudian menuju stripper untuk proses pemisahan, setelah tahap pemisahan produk dan bahan yang tercampur pada amil asetat, kemudian amil asetat dipisahkan menggunakan menara distilasi sehingga didapat produk yang diinginkan (amil asetat).

Pabrik amil asetat digolongkan sebagai pabrik yang beresiko rendah, serta kesediaan bahan baku yang mudah didapat di Indonesia dan memiliki indikator perekonomian yang relatif baik dimana dari segi analisa kelayakan ekonomi diketahui mengalami keuntungan Rp226.364.510.042,400 setelah pajak, pengembalian investasi 86 % sebelum pajak sedangkan 41% setelah pajak, waktu pembayaran dapat dilakukan dalam jangka 1 tahun sebelum pajak dan 2 tahun dapat dilakukan setelah pajak, sedangkan Break Even Point (BEP) 49,703% dan Shut Down Point 40,912%, dan pabrik beroperasi selama 330 hari.

Kata kunci : Amil Asetat 40.000 ton/ tahun, RATB, Amberlyst 15.

## ***ABSTRACT***

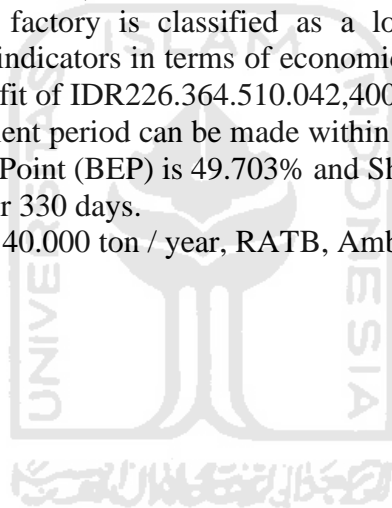
Amyl acetate can be obtained by synthesizing esterification from organic acids (acetic acid) and alcohol (amyl alcohol). Reacted in the RATB reactor with the addition of Amberlyst 15 catalyst.



The reaction that occurs in the reactor at a temperature of 110oC and a pressure of 1 atm with a conversion of 85%. The formed water immediately evaporates towards the rectifier. While the product that comes out of the reactor into the heater, converts it into a saturated liquid then goes to the stripper for the separation process, after the separation of the product and the material mixed with amyl acetate, then the amyl acetate is separated using a distillation tower to obtain the desired product (amyl acetate).

The amyl acetate factory is classified as a low-risk factory, and has relatively good economic indicators in terms of economic feasibility analysis, it is known to experience a profit of IDR226.364.510.042,400 after tax, 52% return on investment after tax, payment period can be made within 2 years can be done after tax, while the Break Even Point (BEP) is 49.703% and Shut Down Point 40.912%, and the factory operates for 330 days.

Key words: Amyl Acetate 40.000 ton / year, RATB, Amberlyst 15



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pada saat ini, kemajuan teknologi seperti bidang industri kimia sedang mengalami peningkatan yang signifikan. Hal ini dikarenakan kebutuhan akan bahan industri kimia di Indonesia cukup tinggi. Dewasa ini, Indonesia masih mengandalkan impor bahan industri kimia untuk memenuhi kebutuhan proses produksi pada perusahaan-perusahaan kimia dalam negeri. Perusahaan produsen penyuplai dalam negeri pun belum cukup memenuhi kebutuhan perusahaan (pasar) lokal. Berdasarkan pantauan dari badan pusat statistika kenaikan impor bahan kimia mencapai 4,92%, dan diramalkan akan terus meningkat setiap tahunnya (Badan Pusat Statistik, 2011). Kebutuhan bahan industri yang belum dapat dipenuhi dari dalam negeri maka perusahaan pun harus memesan dari luar negeri dengan harga yang mahal. Hal ini tentunya dapat merugikan perusahaan.

Salah satu industri kimia di Indonesia yang konsumsi dalam negerinya masih tinggi ialah industri amil asetat. Amil asetat ialah salah satu ester asetat yang memiliki rumus kimia  $\text{CH}_3\text{COOC}_5\text{H}_{11}$ . Di dalam industri kimia, penggunaan amil asetat adalah sebagai bahan antara maupun sebagai bahan baku, bahan dalam industri pembuatan selulosa nitrat, etil selulosa dan polivinil asetat, amil asetat juga digunakan sebagai pelarut (*solvent*). Selain pada industri kimia, amil asetat juga sering kali digunakan dalam industri farmasi dan industri makanan, terutama digunakan untuk ekstraksi dan pemurnian pada pembuatan penisilin/antibiotik dan pembantu pemberi *flavor* (Flick, 1998) dan juga sebagai bahan campuran aroma pada industri parfum (Kirk and Othmer, 1992).



Meskipun kebutuhan amil asetat di Indonesia cukup tinggi, namun kebutuhannya sendiri belum dapat terpenuhi dari dalam negeri. Saat ini kebutuhan amil asetat dalam negeri masih disuplai dari perusahaan luar negeri. Hal ini tentunya merugikan karena sampai saat ini belum ada pabrik amil asetat di Indonesia. Pendirian pabrik amil asetat di Indonesia diharapkan mampu memberikan dampak positif bagi perkembangan industri cat, farmasi dan industri lainnya di Indonesia, serta mengurangi angka impor amil asetat bagi Indonesia.

### 1.1.1. Penentuan Kapasitas Pabrik

Penentuan kapasitas produksi pabrik tentunya akan berpengaruh pada perhitungan teknis maupun ekonomisnya. Penentuan kapasitas produksi dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu:

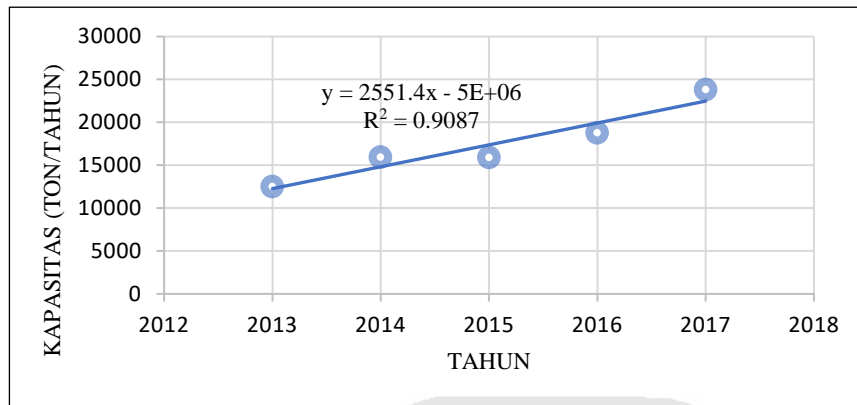
#### a. Kebutuhan/Pemasaran Produk di Indonesia

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik, Indonesia masih mengimpor amil asetat dari negara lain, karena pada saat ini, pabrik amil asetat belum tersedia di Indonesia. Data impor amil asetat dapat dilihat pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Impor Amil Asetat Di Indonesia Pada Tahun 2013-2017

Tahun	Kapasitas (ton/tahun)
2013	12486,00
2014	15911,65
2015	15905,13
2016	18762,35
2017	23817,51

(Sumber: Badan Pusat Statistik 2018)



Gambar 1.1 Impor Amil Asetat ke Indonesia

Dari perhitungan dengan persamaan di atas, maka diperoleh

persamaan berikut:

$$Y = ax + b \quad (1.1)$$

$$Y = 2551,37 X + 5123638,05 \quad (1.2)$$

Dengan Y adalah jumlah amil asetat yang diimpor pada tahun X, sehingga pada tahun 2024 diperkirakan Indonesia akan membutuhkan amil asetat sebesar 40.334,83 ton/tahun.

#### b. Ketersediaan Bahan Baku

Tersedianya bahan baku yang cukup akan memudahkan tercapainya produksi amil asetat di dalam negeri. Bahan baku amil alkohol diperoleh dari PS. Madukismo Yogyakarta dan PT. Indofa Utama Multi Core berlokasi di Surabaya, yang merupakan distributor Honeywell International

Inc., sedangkan asam asetat diperoleh dari PT. Indo Acidatama Chemical Industry di Surakarta yang telah mencukupi kebutuhan bahan baku dengan kapasitas produksi 36.600 ton/tahun.

c. Kapasitas Rancangan Minimum

Kapasitas pabrik harus disesuaikan dengan kapasitas minimum pabrik yang telah berdiri terlebih dahulu karena pabrik tersebut telah memiliki analisis ekonomi terkait dengan kapasitas yang sesuai dan memberikan keuntungan. Daftar pabrik amil asetat yang telah berdiri dapat dilihat pada Tabel 1.2. Kapasitas Produksi Amil Asetat di beberapa negara (Mc Ketta, 1977)

Tabel 1.2 Kapasitas Produksi Amil Asetat di beberapa negara

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

Total	1.610.000
-------	-----------

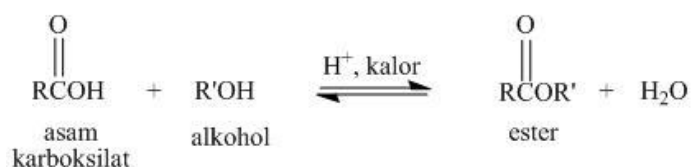
Dari produksi amil asetat yang telah ada, kapasitas terkecil pabrik amil asetat adalah 15.000 ton/tahun yang di produksi oleh Frizche Bros, New Jersey dan kapasitas terbesar pabrik amil asetat adalah 330.000 ton/tahun yang di produksi oleh Commercial Solvent Corporation.

Berdasarkan faktor-faktor di atas, maka direncanakan pendirian pabrik amil asetat dengan rancangan produksi pada tahun 2024 kapasitas 40.000 ton/tahun dengan harapan:

1. Dapat memenuhi sebagian kebutuhan amil asetat dalam negeri
2. Dapat mengurangi ketergantungan impor amil asetat
3. Dapat menghemat devisa negara
4. Dapat menyerap tenaga kerja dalam negeri
5. Dapat memicu berdirinya pabrik-pabrik baru yang menggunakan bahan baku amil asetat dan mendukung upaya pengembangan industri farmasi, makanan maupun industri kimia lainnya

## 1.2 Tinjauan Pustaka

Esterifikasi dapat diartikan sebagai reaksi pembentukan ester. Pada pembentukan ester, reaksi yang paling umum terjadi adalah reaksi antara asam karboksilat dengan alkohol. Reaksi tersebut memerlukan bantuan katalis asam. Asam yang digunakan sebagai katalis biasanya asam kuat seperti asam klorida dan asam sulfat (Kirk and Othmer, 2006).



Gambar1.2 Skema Reaksi Esterifikasi

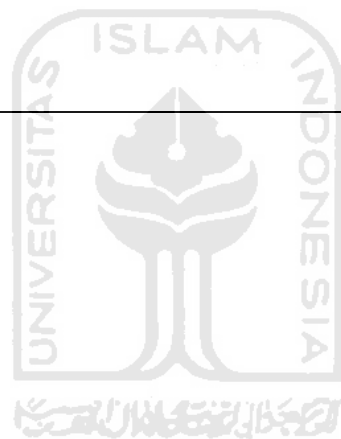
Katalis yang digunakan dalam esterifikasi dapat berupa katalis asam atau katalis basa dan berlangsung secara reversibel (Supardjan, 2004). Untuk memperoleh rendemen tinggi dari ester tersebut, kesetimbangan harus digeser ke arah sisi ester dengan menambahkan salah satu pereaksi secara berlebih. Kuat asam dari asam karboksilat hanya memainkan peranan kecil dalam laju pembentukan ester (Fessenden dan Fessenden, 2006).

Proses pembuatan amil asetat biasanya menggunakan cara esterifikasi dengan bahan baku amil alkohol dan asetat sebagai asam karboksilatnya. Adapun cara-cara yang dapat dipakai dalam pembuatan amil asetat, antara lain (Kirk dan Othmer, 1952):



No.	Proses	Reaktan	Produk Samping	Reaksi	Kelebihan	Kekurangan
1.	Pembuatan Ester dari Asam Organik	Asam Asetat Amil Alkohol	Air (H <sub>2</sub> O)	Reversible pada suhu 110-150°C dan tekanan 1 atm dengan mengikuti orde 1 terhadap asam asetat	- Dapat berjalan baik pada suhu dan tekanan yang relatif rendah ( T= 80-150°C; P= 1 atm) - Tidak beracun	- Reaksi berjalan lambat
2.	Pembuatan Ester dari Asam Nitrat	Asam Nitrat Amil alkohol	Amonia (NH <sub>3</sub> )	Irreversible	- Reaksi berjalan pada suhu dan tekanan rendah	- Reaksi berjalan lambat dan kompleks
3.	Pembuatan Ester dari Karbon Dioksida	Metilpentane Karbondioksida	-	Irreversible	- Kemurnian amil asetat yang dihasilkan tinggi - Tidak ada produk samping	- Bahan baku (CO <sub>2</sub> ) beracun - Reaksi berjalan pada suhu dan tekanan tinggi
4.	Pembuatan Ester dari Asam Anhidrid	Asetil Oksida Amil Alkohol	Asam Asetat (CH <sub>3</sub> COOH)	Irreversible	- Bila ditambah katalis (asam sulfat, seng klorida, sodium asetat), reaksi lebih cepat dibanding reaksi lain	- Kemurnian amil asetat rendah - Reaksi dapat mengubah sifat ester

5.	Pembuatan Ester dari Garam dan Alkil Halide	Bromopentane Natrium Asetat	Natrium bromida (NaBr)	Irreversible		- Reaksinya lambat - Bahan bakunya sangat volatile
6	Pembuatan Ester dari Asam Amino	Asetamida Amil Alkohol	Amonia (NH <sub>3</sub> )	Irreversible	- Konversi reaksi ini tinggi	- Reaksi berjalan pada suhu dan tekanan tinggi



### 1.3 Pemilihan proses

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

Reaksi esterifikasi berlangsung secara *reversible* pada suhu 100-150 °C dan tekanan 1 atm dengan mengikuti orde 1 terhadap asam asetat, sehingga untuk memperoleh amil asetat sebesar mungkin maka kecepatan reaksi kearah kanan harus lebih besar dari pada kecepatan reaksi ke arah kiri. Reaksi esterifikasi amil asetat terjadi dengan melepaskan panas (eksotermis). Pada kondisi operasi ini air sebagai produk samping yang terbentuk dapat langsung menguap, sehingga dapat memperkecil atau menghambat reaksi balik, selain itu juga membantu dalam proses pemurnian. dari asam organik (asam asetat) dan alkohol (amil alkohol)

Reaksi pembentukan amil asetat melalui proses esterifikasi dengan bahan baku amil alkohol dan asam asetat dapat berlangsung pada fasa cair maupun uap. Reaksi dengan fasa cair atau uap membutuhkan reaktor, kondisi operasi dan jenis katalis yang berbeda. Reaksi dengan fasa cair tidak memerlukan *pretreatment* untuk bahan baku karena pada suhu ruangan reaktan telah berfasa cair. Berbeda dengan reaksi fasa uap, diperlukan *pretreatment* untuk mengubah fasa dari reaktan sehingga konfigurasi alatnya lebih kompleks. Menimbang hal tersebut, maka reaksi yang dipilih adalah fasa cair karena konfigurasi alat yang lebih mudah dengan resiko bahaya yang lebih rendah.

Reaksi esterifikasi berjalan sangat lambat sehingga dibutuhkan waktu yang cukup lama agar mencapai kesetimbangan. Pada reaksi ini diperlukan katalis untuk mempercepat tercapainya kesetimbangan. Katalis yang biasanya



digunakan pada reaksi esterifikasi adalah katalis cair seperti asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) dan asam klorida ( $\text{HCl}$ ). Katalis homogen tersebut memberikan efek katalitik yang sangat kuat tetapi menimbulkan reaksi samping seperti pembentukan alkil klorida, dehidrasi, maupun isomerisasi.

Katalis tersebut juga dapat menimbulkan korosi pada alat-alat proses dan kontaminasi pada produk ester (Mandake dkk, 2013).

Pilihan katalis lain yang dapat digunakan pada reaksi esterifikasi adalah katalis padat. Katalis jenis *cation exchange resin* biasa digunakan untuk reaksi esterifikasi. Katalis jenis ini mempunyai sifat selektif saat adsorpsi reaktan sehingga dapat mempengaruhi konversi kesetimbangan (Zeng dkk, 2012). Kelemahan dari katalis ini adalah lebih mahal dari katalis asam tetapi dapat digunakan pada *continous stirred tank reactor* atau *fixed bed reactor* sehingga lebih ekonomis.

Katalis lainnya ialah Amberlyst 15 yang mempunyai diameter pori sebesar  $300\text{\AA}$  dengan konsentrasi situs aktif  $\geq 1,7 \text{ eq/L}$  (Pal dkk, 2012). Berbeda dengan katalis Dowex yang hanya mempunyai diameter pori  $200\text{\AA}$ , Hal ini menunjukkan bahwa pori Amberlyst 15 lebih besar. Selain itu stabilitas kimia serta termalnya yang baik membuat resin ini banyak digunakan pada banyak reaksi khususnya reaksi esterifikasi sebagai katalis. Pada umumnya reaksi yang menggunakan katalis *acid regenerated cation exchangers* menghasilkan konversi dan selektivitas produk ester yang besar. Berdasarkan keunggulan tersebut, Amberlyst 15 dipilih sebagai katalis dalam proses pembentukan amil asetat.

Kemudian untuk pemilihan reaktor, ada berbagai pilihan reaktor yaitu reaktor alir tangki berpengaduk (RATB) atau *fixed bed reactor (PBR)*. PBR memiliki keunggulan seperti bisa digunakan pada suhu dan tekanan yg tinggi, bisa dioperasikan dengan waktu tinggal beragam. Namun, sulit dalam menjaga pendistribusian aliran yang seragam, pressure drop tinggi, dan regenerasi bed sulit dilakukan karena cenderung permanen.

RATB memiliki berbagai kelebihan seperti konsentrasi tiap komponen seragam, dan pengontrolan suhu mudah. Maka pada proses ini digunakan reaktor CSTR dikarenakan terdapat pengaduk sehingga suhu dan komposisi campuran adalah reaktor yang harus selalu homogen bisa terpenuhi, pengontrolan suhu mudah, sesuai untuk kondisi operasi yang isothermal, dan mudah dalam melakukan pengontrolan secara otomatis sehingga produk lebih konsisten dan biaya operasi lebih rendah.

Kemudian dilakukan pemisahan di stripper dan rectifier yang merupakan kolom distilasi bertingkat. Stripper dan rectifier adalah suatu alat yang berbentuk kolom yang berfungsi untuk memisahkan fraksi yang terdiri dari dua atau lebih jenis fraksi. Proses pemisahan dilakukan dengan prinsip perbedaan titik didih antara jenis fraksi yang berada dalam satu campuran. Kolom stripper dan rectifier memiliki fungsi yang mirip dengan kolom destilasi, tetapi stripper dan rectifier ini hanya melakukan proses pemisahan fraksi tertentu sedangkan kolom destilasi melakukan proses pemisahan hampir keseluruhan dari fraksi yang terdandung dalam Amil asetat. Dalam kolom distilasi bertingkat ini terdapat stage yang terdiri dari tray yang berfungsi sebagai tempat terjadinya kontak antara fase uap dan fase cair yang diikuti oleh proses pemindahan panas. Setelah kedua fraksi telah mengalami kontak, maka fase yang memiliki titik didih rendah akan naik ke atas dan akan dimasukkan kembali ke kolom destilasi. Sumber panas yang digunakan pada kolom ini ialah steam yang diinjeksikan ke dalam kolom.

Penggunaan alat proses ini didasarkan pada jurnal yang diterbitkan oleh Chiang,dkk pada tahun 2002 yang mencoba mendesain ulang alat proses dari reaksi esterifikasi pembentukan amil asetat. Pada penelitiannya, penggunaan distilasi bertingkat pada proses ini menghasilkan proses yang lebih mudah dibandingkan proses pembentukan amil asetat dengan distilasi reaktif.

## 1.4. Tinjauan Proses Secara Umum

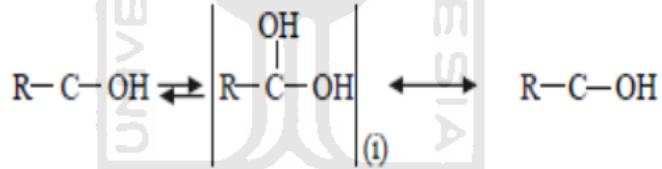
### 1.4.1. Dasar reaksi

Reaksi antara asam asetat dan amil alkohol adalah reaksi substitusi suatu gugus radikal organik dengan ion hidrogen yang berasal dari asam. Mekanisme penggantian radikal organik dengan ion hidrogen dapat berlangsung dengan baik. Pada reaksi ini perlu diperhatikan adalah kemungkinan putusya salah satu ikatan, ikatan karbonil oksigen atau ikatan alkil oksigen. Dengan putusya ikatan tersebut, maka akan terbentuk air.

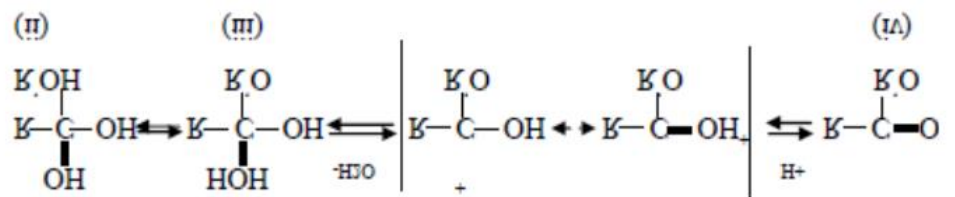
Reaksi:



Proses putusya ikatan tersebut dapat diterangkan secara umum dengan struktur elektron dari reaktan dan produk.



Gambar 1.3. Reaksi Pemutusan struktur elektron



Gambar 1.3 . Reaksi Pembentukan Ester

- Proton menyerang karbonil oksigen yang terpolarisasi negatif untuk memproduksi sebuah ion oksonium (a), gugus karbonil oksigen kemudian menjadi lebih positif dan lebih mudah diserang molekul nukleofilik.
- Penyerangan (b) oleh molekul akan memproduksi produk tambahan (additives product) yang dapat membentuk intermediate kedua dengan perpindahan proton.

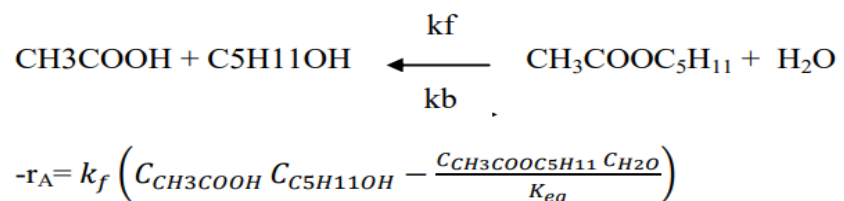
c. Kehilangan sebuah molekul air dari senyawa (c) karena aksi proton akan menghasilkan ester (d) (Kirk dan Othmer, 1952).

Reaksi esterifikasi dapat dipercepat dengan penambahan katalis. Katalis hanya menaikkan kecepatan esterifikasi tapi tidak merubah keseimbangan reaksi. Proses pembuatan amil asetat dengan proses esterifikasi berlangsung pada fase cair, pada suhu 110°C dan tekanan 1 atm. Kondisi operasi tersebut adalah kondisi optimal untuk mencapai konversi dan kecepatan reaksi yang besar. (Faith dkk, 1957).

Konversi pada reaksi ini bernilai 85% yang dikarenakan konversi di dalam reaktor mendekati konversi ekuilibrium, asumsi konversi ekuilibrium dapat digunakan sebagai titik awal untuk desain. Selain itu konversi dapat tercapai dengan waktu tinggal yang telah dihitung pada rancangan ini. Selain itu reaksinya yang reversibel dapat diatasi dengan menguapnya air pada reaktor sehingga dapat memperkecil kemungkinan reaksi balik, suhu juga berpengaruh pada proses ini sehingga pengontrolan suhu mudah dilakukan dengan penggunaan reaktor RATB yg isothermal.

#### 1.4.2. Tinjauan kinetika

Berdasarkan hasil percobaan yang dilakukan, proses esterifikasi amil asetat dari amil alkohol dan asam asetat yang berjalan pada orde satu, mempunyai persamaan laju reaksi sebagai berikut (Chiang,2002):



Gambar 1.4 Rumus Kecepatan Reaksi

Keterangan:

$r_A$  : Laju Reaksi (mol/L.s)

$C$  : Konsentrasi Komponen (mol/L)

$k_f$  : Konstanta Kecepatan Reaksi ke kanan (s-1)

$k_b$  : Konstanta Kecepatan Reaksi ke kiri (s-1)

$K_{eq}$  : Konstanta Keseimbangan

### 1.4.3. Tinjauan termodinamika

Tinjauan secara termodinamika, maka dapat diketahui sifat reaksi (endotermis/eksotermis). Reaksi yang terjadi pada perancangan amil asetat adalah reaksi eksotermis. Hal ini dapat dibuktikan dari perhitungan  $\Delta H$  reaksi pada 298,15 K.

Data-data (Yaws, 1979):

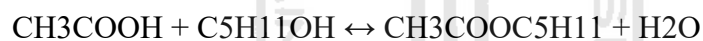
$\Delta H_f^\circ$  Asam asetat = -434,84 kJ/mol

$\Delta H_f^\circ$  Amil alkohol = -302,38 kJ/mol

$\Delta H_f^\circ$  Amil asetat = -505,50 kJ/mol

$\Delta H_f^\circ$  Air = -241,80 kJ/mol

Reaksi:



$$\begin{aligned}(\Delta H)_{298,15\text{K}} &= (\Delta H_f^\circ \text{ produk} - \Delta H_f^\circ \text{ reaktan}) \\ &= (-505,50 - 241,80) - (-434,84 - 302,38) \\ &= -10,08 \text{ kJ/mol}\end{aligned}$$

$\Delta H$  bernilai negatif, sehingga reaksi berlangsung eksotermis.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan Swandana (2004) mengenai esterifikasi amil alkohol dengan asam asetat, diperoleh hasil yang menunjukkan bahwa pada rentang suhu 69-112°C. Hal ini menunjukkan pada suhu tersebut reaksi ini masih berjalan dengan baik. Pada kondisi operasi suhu sebesar 110°C reaksi masih berjalan dengan efektif dan juga dapat menghemat energi dikarenakan produk samping yang terbentuk, yaitu air akan mudah menguap.

Chiang et al., 2002 merumuskan persamaan konstanta keseimbangan reaksi sebagai berikut:

$$K_{eq} = \frac{k_f}{k_b} = 13,9e^{-\frac{777}{T}}$$



## BAB II

### PERANCANGAN PRODUK

#### 2.1 Spesifikasi produk

##### 2.3.1 Amil asetat (Chiang, dkk, 2002)

Rumus molekul	: $\text{CH}_3\text{COOC}_5\text{H}_{11}$
Fase(30°C, 1 ATM)	: Cair
Kadar	: 99,9%
Impuritas	: 0,1% $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{OH}$
Warna	: Tidak berwarna
Berat molekul	: 130,19 g/mol
Polaritas	: Polar
<i>Normal boiling point</i>	: 149°C
<i>Melting point</i>	: -71°C
<i>Spasific gravity</i>	: 0.88 (STP)
<i>Flash point</i>	: 23°C
<i>Vapor pressure</i>	: 3.5 mmHg (25°C)
<i>Flammability limits</i>	
<i>Upper</i>	: 1.1%
<i>Lower</i>	: 7.5 %
LD50	: 6500 mg/kg
Viskositas	: 0.872 Cp pada 20°C
Kemurnian	: 99%

#### 2.2 Spesifikasi bahan

##### 3.3.1 Amil alkohol (www.maduban.comyr.com)

Rumus molekul	: $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{OH}$
Fase(30°C, 1 ATM)	: Cair
Kadar	: 95%
Impuritas	: 5% $\text{H}_2\text{O}$

Warna	: Tidak berwarna
Berat molekul	: 88,15 g/mol
Polaritas	: Polar
<i>Normal boiling point</i>	: 137,9°C
<i>Melting point</i>	: -79°C
<i>Spasific gravity</i>	: 0,82 (STP)
<i>Flash point</i>	: 33°C
<i>Vapor pressure</i>	: 2,2 mmHg (25°C)
<i>Flammability limits</i>	
<i>Upper</i>	: 1,2%
<i>Lower</i>	: 10 %
LD50	: 4613 mg/kg
Viskositas	: 5 cP Cp pada 20°C

#### 4.3.1 Asam asetat ([www.acidatama.co.id/buletin.php](http://www.acidatama.co.id/buletin.php))

Rumus molekul	: CH <sub>3</sub> COOH
Fase(30°C, 1 ATM)	: Cair
Kadar	:99,5%
Impuritas	: 0,5% H <sub>2</sub> O
Warna	: Tidak berwarna
Berat molekul	: 60,05 g/mol
Polaritas	: Polar
<i>Normal boiling point</i>	: 118,1°C
<i>Melting point</i>	: 16,6°C
<i>Spasific gravity</i>	: 1 (STP)
<i>Flash point</i>	: 39°C
<i>Vapor pressure</i>	: 15,7 mmHg (25°C)
<i>Flammability limits</i>	
<i>Upper</i>	: 4%
<i>Lower</i>	: 19,9 %
LD50	: 3310 mg/kg



Viskositas : 1,056 cP pada 25°C

## 2.3 Spesifikasi katalis

### 2.3.1 Amberlyst 15 (Chiang, dkk, 2002)

Sifat fisik :

Fase : Padat

Densitas : 800 kg/m<sup>3</sup>

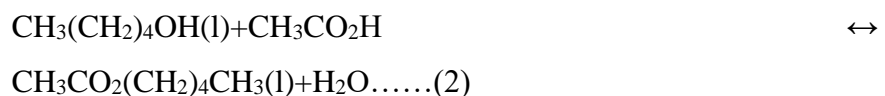
Porositas : 0,3

Diameter : 0,073 cm

## 2.4 Konsep Proses

Reaksi antara asam asetat dan amil alkohol adalah reaksi substitusi suatu gugus radikal organik dengan ion hidrogen yang berasal dari asam. Mekanisme penggantian radikal organik dengan ion hidrogen dapat berlangsung dengan baik. Pada reaksi ini perlu diperhatikan adalah kemungkinan putusya salah satu ikatan, ikatan karbonil oksigen atau ikatan alkil oksigen. Dengan putusya ikatan tersebut, maka akan terbentuk air.

Reaksi:



Reaksi esterifikasi dapat dipercepat dengan penambahan katalis. Katalis hanya menaikkan kecepatan esterifikasi tapi tidak mengubah keseimbangan reaksi. Fase yang terjadi pada reaksi esterifikasi adalah fase cair, umpan dan produk pada kondisi fase cair. Proses pembuatan amil asetat dengan proses esterifikasi berlangsung pada fase cair, pada suhu 110°C dan tekanan 1 atm. Kondisi operasi tersebut adalah kondisi optimal untuk mencapai konversi dan kecepatan reaksi yang besar.(Faith dkk, 1957).

## 2.5 Langkah proses

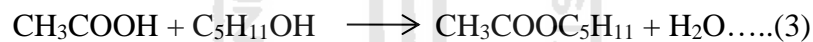
Proses pembuatan amil asetat dengan bahan baku amil alkohol dan asam asetat dapat dibagi menjadi beberapa tahap, yaitu :

### 2.5.1 Tahap penyiapan bahan baku

Bahan baku amil alkohol dan asam asetat disimpan pada fase cair pada suhu 32°C, tekanan 1 atm di tangki silinder tegak F-1.1 dan F-1.2. Setelah itu keduanya dipompa menuju *reaktor* (R-01) untuk dicampur dengan reaktan aliran *recycle*, sebelum dicampur asam asetat dilewatkan *heater* (E-1.1) untuk menaikkan suhu umpan menjadi 110°C dan siap untuk direaksikan.

### 2.6.1 Tahap reaksi esterifikasi

Amil alkohol dan asam asetat direaksikan dengan katalis padat *amberlyst 15* di dalam Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) pada suhu 110°C dan tekanan 1 atm. Reaksi berlangsung pada fase cair, kondisi *non* adiabatik *isothermal* dan *eksotermis*. Adapun reaksi yang terjadi :



Pada suhu reaksi tersebut sebagian besar air yang terbentuk dapat langsung menguap menuju *rectifier* (D-1.1). Setelah konversi mencapai 85%, maka produk keluar dari reaktor (R-01) dialirkan menuju *centrifuge* (CF-01) untuk memisahkan katalis dan campuran, kemudian cairan akan mengalir menuju *heater* (E-1.2) untuk mengubah kondisinya menjadi cair jenuh pada suhu 143°C. Selanjutnya diumpankan ke *stripper* (D-2.1) untuk proses pemisahan selanjutnya .

### 2.7.1 Tahap pemisahan hasil dan pemurnian

Di dalam *stripper* (D-2.1) ini terjadi pemisahan semua air dan sebagian besar asam asetat keluar sebagai produk atas. Untuk amil asetat, amil alkohol, dan sedikit asam asetat dan air sebagai produk bawah *stripper* (D-2.1).

Selanjutnya produk bawah diumpankan ke menara distilasi (D-3.1) untuk pemurnian, dimana produk atas menara distilasi (D-3.1) berupa amil alkohol. Produk bawah menara distilasi (D-3.1) berupa amil asetat.

## **2.6 Pengendalian Kualitas**

Pengendalian kualitas (*quality control*) pada pabrik amil asetat ini meliputi pengendalian kualitas bahan baku, pengendalian proses, dan pengendalian kualitas produk.

### **2.6.1 Pengendalian kualitas bahan baku**

Pengendalian kualitas dari bahan baku dimaksudkan untuk mengetahui sejauh mana kualitas bahan baku yang digunakan, apakah sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan untuk proses. Oleh karena itu sebelum dilakukan proses produksi, dilakukan pengujian terhadap kualitas bahan baku yang berupa Amil alcohol dan asam asetat dengan tujuan agar bahan yang digunakan dapat diproses didalam pabrik dan sesuai dengan yang diharapkan.

### **2.6.2 Pengendalian proses produksi**

Pengendalian proses produksi pabrik ini meliputi aliran dan alat sistem control. Pengendalian proses dilakukan dengan tujuan menjaga kualitas produk yang dihasilkan dan proses pengendalian ini sudah harus dilakukan sejak mulai bahan baku sampai menjadi produk. Pengawasan mutu dilakukan dengan menganalisa di laboratorium menggunakan alat *system control*.

### **2.6.3 Alat Sistem Kontrol**

- a. Sensor, digunakan untuk identifikasi variabel-variabel proses. Alat yang digunakan manometer untuk sensor aliran fluida, tekanan dan level, *termocouple* untuk sensor suhu.
- b. *Controller* dan indikator, meliputi level indikator dan *control*, *temperature indicator control*, *pressure control*, *flow control*.

- c. *Actuator* digunakan untuk *manipulate* agar variabelnya sama dengan variabel *controller*. Alat yang digunakan *automatic control valve* dan *manual hand valve*.

#### **2.6.4 Aliran Sistem Kontrol**

- a. Aliran *pneumatis* (aliran udara tekan) digunakan untuk *valve* dari *controller* ke *actuator*.
- b. Aliran *electric* (aliran listrik) digunakan untuk suhu dari sensor ke *controller*.
- c. Aliran mekanik (aliran gerakan/perpindahan *level*) digunakan untuk *flow* dari sensor ke *controller*.

#### **2.6.5 Pengendalian Kualitas Produk**

Untuk memperoleh mutu produk standar maka diperlukan bahan yang berkualitas, pengawasan serta pengendalian terhadap proses yang ada dengan cara *system control* sehingga didapatkan produk yang berkualitas dan dapat dipasarkan. Untuk mengetahui produk yang dihasilkan sesuai dengan standar yang ada maka dilakukan uji densitas, viskositas, volatilitas, kemurnian produk dan komposisi komponen produk.

#### **2.7 Pengendalian Kuantitas**

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

#### **2.8 Pengendalian Waktu**

Untuk mencapai kuantitas tertentu perlu adanya waktu tertentu pula. Maka dari itu pengendalian waktu dibutuhkan untuk mengefisienkan waktu yang digunakan selama proses produksi berlangsung.

## BAB III

### PERANCANGAN PROSES

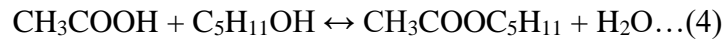
#### 3.1. Uraian Proses

Proses pembuatan amil asetat dengan kemurnian 99,90% dengan menggunakan bahan baku asam asetat dengan kemurnian 99,5% dan amil alcohol 95%. Reaksi ini berlangsung pada suhu 110°C dan tekanan 1 atm secara kontinyu.

Amil alcohol yang dialirkan menuju R-01 sebagian berasal dari tangki penyimpanan 1 (T-01) dengan suhu 32°C dan Sebagian lagi berasal dari arus *recycle* hasil atas Menara distilasi (MD-01) dengan suhu 136,208°C. Sebelum masuk kedalam reactor amil alcohol dari tangki penyimpanan di panaskan menggunakan heater (HE-01) agar suhu menjadi 110°C sesuai dengan kondisi operasi yang diinginkan. Demikian pula dengan amil alcohol yang berasal dari arus *recycle*, amil alcohol akan masuk ke *cooler* (CO-02) untuk mendapatkan suhu sesuai kondisi operasi reactor.

Asam asetat sebagai bahan baku kedua yang berasal dari tangki penyimpanan 2 (T-02) dialirkan menuju reactor (R-01) setelah sebelumnya di panaskan menggunakan *heater* (HE-02), suhu yang sebelumnya 32°C menjadi 110°C. Dan Sebagian lagi berasal dari arus *recycle* hasil atas *stripper*. Sebelum memasuki reactor, asam asetat dari arus asam asetat dari arus *recycle* perlu didinginkan menggunakan *cooler* (CO-01) untuk menurunkan suhu dari 117°C menjadi 110°C.

Perbandingan asam asetat dan amil alcohol yang digunakan adalah 1:1. Reactor yang digunakan adalah Reactor Aliran Tangki Berpengaduk (RATB) dengan kondisi *isothermal* pada keadaan *steady state*. Terjadi reaksi esterifikasi antara asam asetat dan amil alcohol membentuk amil asetat di dalam reactor dengan menambahkan katalis. Penambahan katalis akan menurunkan energi aktivasi sehingga energi yang dibutuhkan untuk bereaksi lebih mudah tercapai dan membuat reaksi berjalan cepat. Katalis yang digunakan adalah *Amberlyst-15*. Persamaan reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



Hasil keluaran dari reactor berupa campuran antara produk dan sisa bahan baku yang belum bereaksi yaitu, amil asetat, amil alcohol, asam asetat dan air. Proses pemisahan dan pemurnian dilakukan untuk mendapatkan produk sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan.

Hasil keluaran atas dari reactor dengan suhu 103°C dialirkan ke *rectifier* untuk mengambil komponen ringan (air) dari komponen berat (asam asetat dan amil alcohol). Komponen ringan (air) akan di kondensasikan kemudian dibuang, sedangkan komponen berat akan di *recycle* Kembali. Untuk hasil keluaran bawah dari reactor akan di alirkan ke *stripper* untuk mengambil komonen berat (amil asetat dan amil alcohol) dari komponen ringan (asam asetat dan air). Saat masuk kedalam *stripper* cairan di panas kan menggunakan HE-03 untuk mencapai suhu 132,458°C. Pemisahan didalam *stripper* dimkasudkan untuk meminimalkan kerja pada Menara distilasi agar hanya memurnikan produk sesuai spesifikasi yang diinginkan. Setelah melalui *stripper* keluaran arus atas akan di kondensasikan pada (CD-02) untuk masuk pada arus *recycle*. Dan produk bawah akan di alirkan ke Menara distilasi (MD-01). Suhu operasi pada Menara distilasi adalah 146,522°C. Setelah melalui pemurnian di MD-01, sisa-sisa bahan baku seperti asam asetat,amil alcohol dan air akan di alirkan keatas menuju arus *recycle* yang akan Kembali diproses direaktor. Sedangkan untuk produk pada bagian bawah yaitu amil asetat dengan kemurnian 99,99% akan di alirkan ke *cooler* (CO-03) untuk didinginkan dari suhu 149,585°C menjadi 32°C dan kemudian disimpan di tangki penyimpanan produk (T-03).

### 3.2. Spesifikasi Alat/ Mesin Produk

Spesifikasi pada pabrik amil asetat dirancang berdasarkan pertimbangan efisiensi dan optimasi proses. Berikut ini adalah spesifikasi dan masing masing alat yang digunakan pada pabrik pembuatan amil asetat dari amil alcohol dan asam asetat.

**Table 3.2.1. spesifikasi tangki**

Kode	: T-01	T-02	T-03
Fungsi	: untuk menyimpan bahan amil alkohol selama satu minggu	Menyimpan kebutuhan asam asetat untuk proses produksi selama 7 hari	Menyimpan produk Amil asetat selama 1 minggu
Jumlah	: 1 buah	1 buah	1 buah
Fase	: cair	cair	cair
Volume	: 918,7688 m <sup>3</sup>	466,1660 m <sup>3</sup>	1,3532 m <sup>3</sup>
Bahan	: <i>Stainless Steel</i>	<i>Stainless Steel</i>	<i>Stainless Steel</i>
Kondisi operasi			
Tekanan	: 1 atm	1 atm	1 atm
Suhu	: 32 °C	32 °C	32 °C
Dimensi			
Diameter tangki	: 10,2794 m	8,2434 m	14,7369 m
Tinggi tangki	: 12,6464 m	9,7110 m	11,0481
Tebal shell	: 0,1875 in	0,1875 in	0,1875 in
Tebal head	: 1/8 in	1/8 in	1/5 in
Tebal bottom	: 0,3125 in	1/4 in	1/3 in
Harga	: \$332879,4876	\$ 264007,8695	\$344808,2319

**3.2.2. Rectifier**

Kode : D-1

Fungsi : Mengambil komponen ringan (air) dari komponen

	berat (asam asetat dan amil alcohol)
Jenis	: <i>Plate Sieve Tray Column</i>
Bahan	: <i>Stainless Steel 304 (SA 167)</i>
Spesifikasi	
Tekanan umpan	: 1,002 atm
Tekanan atas	: 0,9999 atm
Tekanan bawah	: 1,005 atm
Suhu umpan	: 103°C
Suhu atas	: 100°C
Suhu bawah	: 134,5°C
Dimensi	
Diameter	: 1,212m
Tinggi	: 20,279m
Tebal shell	: 1 in
Tebal head	: 0,1875 in
Plate	
Plate minimum	: 12 stage
Plate ideal	: 26 stage
Plate aktual	: 43 stage
Harga	:\$ 58596,20408

### 3.2.3. Stripper



Kode : S-1  
 Fungsi : Mengambil komponen berat (amil asetat dan amil alkohol)  
 dari komponen ringan (asam asetat dan air)  
 Jenis : *Plate Sieve Tray*  
 Bahan : *Stainless Steel 304 (SA 167)*  
 Spesifikasi  
 Tekanan umpan : 1,003 atm  
 Tekanan atas : 1,002 atm  
 Tekanan bawah : 1,003 atm  
 Suhu umpan : 132,3°C  
 Suhu atas : 117°C  
 Suhu bawah : 146,5°C  
 Dimensi  
 Diameter : 1,240m  
 Tinggi : 4,001 m  
 Tebal shell : 0,1875 in  
 Tebal head : 0,1875 in  
 Plate  
 Plate minimum : 5 stage  
 Plate ideal : 6 stage  
 Plate aktual : 8 stage  
 Harga : \$ 14370,31643

### 3.2.5. Centrifuge

Kode : CF-01  
 Fungsi : Memisahkan padatan Amberlyst15 dari fase cair  
 Yang keluar dari reaktor

Jenis : *Continious cronical basket centrifuge*  
Bahan : *Stainless Steel 304 (SA 167)*  
Spesifikasi  
Tekanan : 1,00 atm  
Tipe Rotor : Conical solid  
Diameter basket 14 in  
Panjang basket : 7,69 in  
Harga : \$17000

### 3.2.6. Menara Distilasi

Kode : MD-1  
Fungsi : Memurnikan produk utama (amil asetat) sampai dengan 99,9%  
Jenis : *Plate Sieve Tray Column*  
Bahan : *Stainless Steel 304 (SA 167)*  
Spesifikasi  
Tekanan umpan : 1,003 atm  
Tekanan atas : 1,002 atm  
Tekanan bawah : 1,004 atm  
Suhu umpan : 146,5°C  
Suhu atas : 136,2°C  
Suhu bawah : 149,5°C

Dimensi

Diameter : 0,636 m

Tinggi : 31,49 m

Tebal shell : 0,1875 in

Tebal head : 0,1875 in

Plate

Plate minimum : 66stage

Plate ideal : 103 stage

Enriching : 98 stage

Stripping : 49 stage

Harga : \$ 151755,4968

**3.2.2. Reaktor**

Kode : R-01

Fungsi : Mereaksikan asam asetat dan amil alcohol dengan  
Katalis padat amberlyst15

Tipe : Reaktor aliran tangki berpengaduk (RATB)

Bahan : *Stainless Steel*

Kondisi operasi

Tekanan : 1 atm

Temperature : 110°C

Dimensi

Diameter shell : 2,537 m

Tinggi shell : 2,213 m  
 Tinggi reactor : 3,564 m  
 Volume shell : 11,184 m<sup>3</sup>  
 Volume head :  
 Tebal shell : 0,3125 in  
 Tebal head : 1/4 in  
 Jaket  
 Bahan : *stainless steel*  
 Tinggi jaket : 2,537 m  
 Tebal jaket : 1,125 m  
 Pengaduk  
 Jenis  
 Jumlah baffle : 4 buah  
 Lebar baffle : 0,211 m  
 Diameter impeller : 0,846 m  
 Lebar impeller : 0,211 m  
 Putaran pengaduk : 73,706 rpm  
 Power motor : 6,000 Hp  
 Harga : \$ 386896,443

**Tabel 3.2. spesifikasi cooler**

Kode	: Co-01	Co-03	Co-03
Fungsi	: menurunkan suhu keluaran atas stripper dari suhu 117°C -110°C	menurunkan suhu keluaran atas Menara distilasi dari	Menurunkan suhu bottom produk MD dari 148°C menjadi

		suhu 136,2°C-110°C	110°C
Jenis	: <i>shell and tube</i>	<i>Double pipe</i>	<i>shell and tube</i>
Bahan konstruksi	: <i>carbon steel</i>	<i>carbon steel</i>	<i>carbon steel</i>
Luas transfer panas	: 1.885,30 ft <sup>2</sup>	17,86251137 ft <sup>2</sup>	341,843 ft <sup>2</sup>
Panjang pipa	: 16 ft	9 ft	16 ft
Spesifikasi			
<i>Shell side/ Annulus</i>			
ID	: 27 in	2,469 in	13 1/4in
OD		2,88 in	
<i>Pressure drop</i>	: 0,0000612 psi	0,0059 psi	0,0496822 psi
<i>Tube side/ Inner pipe</i>			
OD	: 3/4 in	1,66 in	3/4 in
ID	: 0,634 in	1,5 in	0,634 in
Jumlah tube	: 600,62		108,84
<i>Pressure drop</i>	: 0,7679 psi	0,0063 psi	0,0495 psi
Uc	: 73,2776 Btu/jam ft <sup>2</sup> °F	54,648 Btu/jam ft <sup>2</sup> °F	144,8484 Btu/jam ft <sup>2</sup> °F
Ud	: 150,000 Btu/jam ft <sup>2</sup> °F	46,951 Btu/jam ft <sup>2</sup> °F	80,000 Btu/jam ft <sup>2</sup> °F
Rd	: 0,0120 Btu/jam ft <sup>2</sup> °F	0,0030 Btu/jam ft <sup>2</sup> °F	0,0006 Btu/jam ft <sup>2</sup> °F
Harga	:\$ 85751,91668	\$ 3713,665683	:\$ 3713,665683

**Tabel 3.3. spesifikasi heater**

Kode	: HE-01	HE-02	HE-03
Fungsi	: Menaikan suhu umpan (amil alcohol) masuk reactor dari 32°C menjadi 110°C	Menaikan suhu umpan (asam asetat) masuk ke reactor dari 32°C menjadi 110°C	Menaikan suhu umpan stripper dari 110°C menjadi 142°C
Jenis	: <i>double pipe</i>	<i>double pipe</i>	<i>double pipe</i>
Bahan konstruksi	: <i>stainless steel</i>	<i>stainless steel</i>	<i>stainless steel</i>
Luas transfer panas	: 20,981 ft <sup>2</sup>	59,260 ft <sup>2</sup>	14,469 ft <sup>2</sup>
Panjang pipa	: 12 ft	12 ft	: 12 ft
Spesifikasi <i>Annulus</i>			
OD	: 3,5 in	3,5 in	3,5 in
ID	: 3,068 in	3,068 in	3,068 in
Pressure drop	: 0,000007594	0,000010652 psi	1,10914E-06 psi
Inner pipe			
ID	: 3,068 in	2,007 in	2,067 in
OD	: 3,5 in	2,38 in	2,38 in
<i>Pressure drop</i>	: 0,01538112 psi	0,024355505 psi	0,015652866 psi
Uc	: 118,234 Btu/jam ft <sup>2</sup> °F	55,843 Btu/jam ft <sup>2</sup> °F	0,468 Btu/jam ft <sup>2</sup> °F
Ud	: 87,277 Btu/jam ft <sup>2</sup> °F	47,830 Btu/jam ft <sup>2</sup> °F	0,467 Btu/jam ft <sup>2</sup> °F

Rd	: 0,003 Btu/jam ft <sup>2</sup> °F	0,003 Btu/jam ft <sup>2</sup> °F	0,003 Btu/jam ft <sup>2</sup> °F
Harga	:\$ 1350,423885	\$ 1237,888561	\$ 1237,888561

**Tabel 3.4. Spesifikasi reboiler**

	Ko : Rb-02	Rb-01
Fungsi	: Menguapkan kembali Sebagian produk bawah MD	nguapkan Kembali Sebagian produk bawah stripper
Jenis	: <i>Double pipe</i>	<i>Double pipe</i>
Bahan konstruksi	: <i>Stainless steel</i>	<i>Stainless steel</i>
Luas transfer panas	: 48,394 ft <sup>2</sup>	19,66 ft <sup>2</sup>
Panjang pipa	: 10 ft	11 ft
Spesifikasi		
<i>Annulus</i>		
OD	: 3,5in	2,38in
ID	: 3,068 in	2,067 in
Pressure drop	: 0,000228132 psi	0,000785189 psi
Inner pipe		
ID	: 1,939in	1,38 in
OD	: 2,38 in	1,66 in
<i>Pressure drop</i>	: 0,019 psi	: 0,210 psi
Uc	: 146,433 Btu/jam ft <sup>2</sup> °F	292,756 Btu/jam ft <sup>2</sup> °F
Ud	: 101,739 Btu/jam ft <sup>2</sup> °F	155,865Btu/jam ft <sup>2</sup> °F

Rd	: 0,003 Btu/jam ft <sup>2</sup> °F	0,003 Btu/jam ft <sup>2</sup> °F
Harga	:\$ 1688,029856	\$ 1350,423885

**Tabel 3.5. spesifikasi condensor**

Kode	: Cd-01	Cd-02	Cd-03
Fungsi	Mengkondensasikan top produk rectifier	Mengkondensasikan produk atas dari stripper	Mengkondensasikan Sebagian produk atas dari MD
Jenis	: <i>Double pipe</i>	<i>Double pipe</i>	<i>Double pipe</i>
Bahan konstruksi	: <i>Carbon steel</i>	<i>Carbon steel</i>	<i>Carbon steel</i>
Luas transfer panas	: 19,526 ft <sup>2</sup>	36,343 ft <sup>2</sup>	26,380 ft <sup>2</sup>
Panjang pipa	:12 ft	12 ft	12 ft
Spesifikasi			
<i>Annulus</i>			
OD	: 2,38in	2,38in	2,88in
ID	: 2,067 in	2,067 in	2,469 in
Pressure drop	: 0,065 psi	0,434 psi	0,474 psi
Inner pipe			
ID	: 2,067 in	1,38in	1,38 in
OD	: 2,38 in	1,66 in	1,66 in
<i>Pressure drop</i>	: 0,012 psi	0,067psi	1,507psi
Uc	: 114,374 Btu/jam ft <sup>2</sup> °	67,278 Btu/jam ft <sup>2</sup> °F	179,537Btu/jam ft <sup>2</sup> °F
Ud	: 85,156Btu/jam ft <sup>2</sup> °F	55,979Btu/jam ft <sup>2</sup> °F	116,688Btu/jam ft <sup>2</sup> °F



Rd	: 0,003 Btu/jam ft <sup>2</sup> F	0,003 Btu/jam ft <sup>2</sup> F	0,003 Btu/jam ft <sup>2</sup> F
Harga	:\$ 1350,423885	:\$ 1575,494532	\$ 1462,959208

**Tabel 3.6. spesifikasi accumulator**

Kode	: Acc-01	Acc-02	Acc-03
Fungsi	Menampung sementara kondensat dari rectifier	Menampung sementara kondensat dari stripper	Menampung sementara kondensat dari MD
Jenis	: <i>Horizontal drum</i>	<i>Horizontal drum</i>	<i>Horizontal drum</i>
Bahan konstruksi	: <i>Carbon steel</i>	<i>Carbon steel</i>	<i>Carbon steel</i>
Spesifikasi			
Tekanan	: 0,999 atm	1,002 atm	1,002 atm
Suhu	: 100,060°C	117,167°C	136,208°C
Volume	: 0,407 m <sup>3</sup>	1,200 m <sup>3</sup>	5,294 m <sup>3</sup>
Panjang	: 1,515 m	2,149 m	3,433 m
Diameter	: 0,605 m	0,868 m	1,424 m
Harga	:\$ 1688,029856	\$ 1255219,001	\$ 1415806,908

**Table 3.7. spesifikasi pompa**

Kode	: P-01	P-02	P-03
Fungsi	: Mengalirkan keluaran Atas stipper menuju Arus recycle	Mengalirkan keluaran Arus atas MD menuju Arus recycle	Mengalirkan bahan baku amil alcohol dari T-01 ke R-01
Jenis	: <i>Centrifugal Single-stage</i>	<i>Centrifugal Single-stage</i>	<i>Centrifugal Single-stage</i>

Bahan konstruksi	: <i>Cast iron</i>	<i>Cast iron</i>	<i>Cast iron</i>
Spesifikasi			
Diameter	: 6,214 in	6,408 in	1,865 in
Kapasitas	: 337,90 gpm	337,90 gpm	23,298 gpm
Total head	: 2,855 m	1,725 m	2,538 m
Power motor	: 2 Hp	1 Hp	1 Hp
NPSH	: 41,3674 ft lbf/lbm	32,5691 ft lbf/lbm	41,3747 ft lbf/lbm
Harga	:\$ 10915,9264	\$ 3601,130359	\$ 3601,130359

**Table 3.8 spesifikasi pompa**

Kode	: P-04	P-05	P-06
Fungsi	: Mengalirkan bahan baku asam asetat dari T-02 ke R-01	Mengalirkan hasil atas <i>rectifier</i> ke UPL	Mengalirkan produk bawah reactor ke stripper
Jenis	<i>Centrifugal Single-stage</i>	<i>Centrifugal Single-stage</i>	<i>Centrifugal Single-stage</i>
Bahan konstruksi	: <i>Stainless steel (SA-213) TYPE 304</i>	<i>Stainless steel (SA-213) TYPE 304</i>	<i>Stainless steel (SA-213) TYPE 304</i>
Spesifikasi			
Diameter	: 1,428 in	1,994 in	2,446 in
Kapasitas	: 12,015 gpm	50,306 gpm	43,256 gpm
Total head	: 2,538 m	2,539 m	4,060 m
Power motor	: 1 Hp	1 Hp	1 Hp
NPSH	: 32,6629 ft lbf/lbm	348,2773 ft lbf/lbm	43,0433 ft lbf/lbm
Harga	:\$ 6527,048776	\$ 6527,048776	\$ 10015,64381

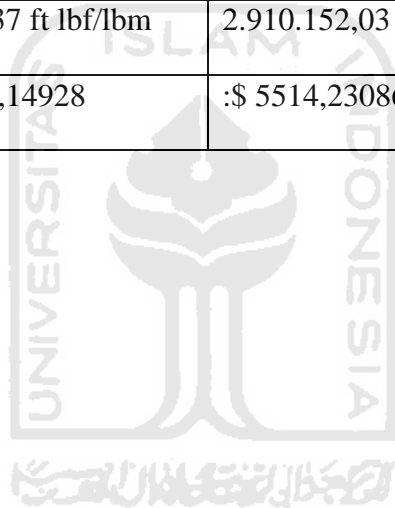
**Table 3.9. spesifikasi pompa**

Kode	: P-07	P-08	P-09
Fungsi	: Mengalirkan produk bawah stripper ke MD	Mengalirkan hasil acc-02 kembali ke Stripper serta mengalirkan hasil stripper yang di recycle	mengalirkan hasil bawah MD ke T-03
Jenis	: <i>Centrifugal Single-stage</i>	<i>Centrifugal Single-stage</i>	<i>Centrifugal Single-stage</i>
Bahan konstruksi	: <i>stainless steel (SA-213) Type 304</i>	<i>stainless steel (SA-213) Type 304</i>	<i>Cast iron</i>
Spesifikasi			
Diameter	: 2,340 in	: 1,816 in	2,24 in
Kapasitas	: 39,608 gpm	21,561 gpm	35,83 gpm
Total head	: 31,490 m	31,490 m	13,2990 m
Power motor	: 6 Hp	4 Hp	2 Hp
NPSH	: 44,4671 ft lbf/lbm	38,0079 ft lbf/lbm	44,4627 ft lbf/lbm
Harga	:\$ 10015,64381	:\$ 6527,048776	\$ 8440,14928

**Table 3.10. spesifikasi pompa**

Kode	: P-10	P-11
Fungsi	: Mengembalikan hasil acc-03 ke MD serta mengalirkan hasil atas MD yang di recycle	Mengambil produk utama amil asetat dari tangki 03
Jenis	: <i>Centrifugal</i>	<i>Centrifugal</i>

	<i>Single-stage</i>	<i>Single-stage</i>
Bahan konstruksi	: <i>Cast iron</i>	<i>Cast iron</i>
Spesifikasi		
Diameter	: 3,50 in	2,219 in
Kapasitas	: 81,40 gpm	316,778 gpm
Total head	: 31,4932 m	: 32,208 m
Power motor	: 8 Hp	2 Hp
NPSH	: 45,6837 ft lbf/lbm	2.910.152,03 ft lbf/lbm
Harga	:\$ 8440,14928	:\$ 5514,230863



## **BAB IV**

### **PERANCANGAN PABRIK**

#### **4.1. Lokasi Pabrik**

Pemilihan lokasi suatu pabrik sangat mempengaruhi dalam penentuan untuk menunjang kelangsungan suatu produksi serta laba yang akan diperoleh. Pada dasarnya, pemilihan lokasi suatu pabrik harus dapat memberikan kemungkinan perluasan pabrik dan pengembangan pabrik serta dapat memberikan keuntungan untuk jangka panjang terutama bagi masyarakat, lingkungan dan semua pihak yang terlibat. Adapun beberapa faktor yang dipertimbangkan dalam menentukan lokasi pabrik antara lain sumber bahan baku, pemasaran, penyediaan tenaga listrik, penyediaan air, jenis transportasi, kebutuhan tenaga kerja, tinggi rendahnya pajak, keadaan masyarakat, karakteristik lokasi serta kebijaksanaan pemerintah. Pabrik akan menguntungkan jika secara teknis dan ekonomis pabrik telah sesuai.

Berdasarkan pertimbangan diatas, pabrik ini akan direncanakan didirikan di Karanganyar. Berikut adalah faktor-faktor dasar dalam pertimbangan menentukan lokasi pabrik :

##### **4.1.1. Penyediaan Bahan Baku**

Salah satu usaha untuk menekan biaya produksi sebaiknya penyediaan bahan baku untuk proses pembuatan suatu produk pabrik berada dekat dengan lokasi pendirian pabrik dan juga daerah pemasara supaya transportasi lebih mudah dan berjalan dengan lancar.

Bahan baku asam asetat diperoleh dari PT. Indo Acidatama Chemical Industry di Surakarta, sedangkan bahan baku amil alkohol diperoleh dari Pabrik Spiritus (PS) Madukismo Yogyakarta.

##### **4.1.2. Pemasaran Produk**

Karanganyar berada di provinsi Jawa Tengah, mempunyai posisi yang strategis yaitu dekat dengan pelabuhan Tanjung Mas sehingga memudahkan

untuk berhubungan dengan perdagangan Internasional di Asia seperti Singapura, Malaysia, Cina, dan India.

Produk amil asetat sebagian besar akan dipasarkan di dalam negeri yang digunakan sebagai bahan kimia pencampur cat, pelarut pada kerajinan kulit, industri sablon di Surakarta, Yogyakarta, Pekalongan, dan kota-kota penghasil batik adalah tempat strategis untuk memasarkan produk ini. Selebihnya produk akan dipasarkan di luar negeri.

#### **4.1.3. Tenaga Kerja**

Mendirikan suatu pabrik berarti membuka lapangan pekerjaan baru bagi masyarakat sekitar. Tenaga kerja yang dibutuhkan cukup banyak tersedia baik dari tenaga ahli, menengah sampai sarjana, dan juga buruh. Dengan demikian kebutuhan tenaga kerja dianggap mudah untuk didapatkan.

#### **4.1.4. Utilitas**

Utilitas yang dibutuhkan untuk menunjang kebutuhan pabrik yaitu listrik, air, udara tekan, dan bahan bakar. Untuk penyediaan air untuk keperluan pabrik amil asetat ini didapatkan dari Sungai bengawan solo. Sedangkan bahan bakar yang digunakan sebagai sumber energi dapat diperoleh dengan membeli dari Pertamina, serta untuk kebutuhan listrik diperoleh dari PLN dan penyediaan generator sebagai cadangan.

#### **4.1.5. Transportasi**

Sistem transportasi menggunakan transportasi darat dan laut. Pengangkutan bahan baku amil alkohol dalam negeri didistribusikan melalui jalur darat. Pemasaran luar pulau Jawa dan ekspor ke negara-negara lain dengan transportasi laut melalui pelabuhan Tanjung Mas Semarang. Untuk pemasaran di wilayah pulau Jawa menggunakan transportasi darat.

#### **4.1.6. Keadaan Iklim dan Tanah**

Kondisi geografis dan sosial

Lokasi pabrik sebaiknya terletak di daerah yang stabil dari gangguan bencana alam (banjir, gempa bumi, dan lain-lain). Kebijakan pemerintah setempat juga turut mempengaruhi lokasi pabrik yang akan dipilih. Kondisi sosial masyarakat diharapkan memberi dukungan terhadap operasional pabrik sehingga dipilih lokasi yang memiliki masyarakat yang dapat menerima keberadaan pabrik.

Berdasarkan pertimbangan-pertimbangan di atas, maka pabrik amil asetat ini dalam perencanaannya akan didirikan di Karanganyar, Jawa Tengah. Faktor-faktor pendukungnya antara lain :

1. Lokasi pabrik berdekatan dengan sumber bahan baku asam asetat (PT. Indo Acidatama) dan Amil alkohol (PS. Madukismo)
2. Sumber energi, utilitas air, listrik, dan lahan cukup tersedia
3. Berdekatan dengan pelabuhan sehingga akan memudahkan sarana transportasi, terutama untuk ekspor-impor.

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

Tata letak pabrik adalah suatu pengaturan dalam penyusunan dan penempatan berbagai fasilitas di dalam pabrik secara tepat. Hal ini bertujuan untuk menciptakan sistem yang baik dalam suatu proses produksi serta efisiensi, keselamatan kerja, dan kelancaran kerja para pekerja dapat berjalan dengan lancar dan efektif.

Berikut hal-hal yang harus diperhatikan dalam menentukan tata letak pabrik amil asetat untuk mencapai kondisi yang optimal serta keamanan, kenyamanan untuk para pekerja antara lain :

1. Pabrik Amil Asetat ini merupakan pabrik yang akan didirikan sebagai pabrik baru, sehingga untuk menentukan *lay out* pabrik tidak dibatasi oleh bangunan yang ada.
2. Faktor keamanan dalam suatu pabrik sangat diperlukan dan diperhatikan untuk mencegah resiko kecelakaan dalam bekerja. Maka dari itu, perencanaan *lay out* suatu pabrik diharapkan letaknya jauh dari sumber api, bahan panas, bahan yang mudah meledak, dan dari asap atau gas beracun.
3. Diperlukan efisiensi dalam pemakaian dan pengaturan tata letak pabrik dan juga tata letak alat proses karena lahan yang sangat terbatas.

Secara garis besar *lay out* pabrik dibagi menjadi beberapa bagian utama antara lain yaitu :

1. Daerah Administrasi/Perkantoran, Laboratorium dan Ruang Control.

Untuk administrasi/perkantoran merupakan pusat kegiatan administrasi pabrik yang mengatur kelancaran operasi. Sedangkan untuk laboratorium dan ruang kontrol sebagai pusat pengendalian proses, kualitas dan kuantitas bahan yang akan diproses serta produk yang akan dijual produk.

2. Daerah Penyimpanan Bahan Baku dan Produk

Pada daerah ini merupakan daerah untuk menyimpan bahan baku serta penyimpanannya berada di dalam tangki.

3. Daerah Proses

Daerah proses ini merupakan daerah dimana proses berlangsung dan alat diletakkan sesuai pada tempatnya.

4. Daerah Gudang, Bengkel dan Garasi

Gudang merupakan tempat untuk menyimpan bahan-bahan yang diperlukan oleh pabrik. Bengkel digunakan sebagai tempat perbaikan terhadap alat-alat yang rusak.



Sedangkan garasi digunakan sebagai tempat penyimpanan alat-alat pabrik.

#### 5. Daerah utilitas dan *power station*

Daerah ini merupakan daerah dimana kegiatan penyediaan bahan pendukung proses berlangsung, bahan pendukung ini dapat berupa air ataupun tenaga listrik (Vilbrant, 1959).

### 4.3. Tata Letak Alat Proses

Tata letak alat proses merupakan penempatan alat-alat yang digunakan dalam proses produksi. Berikut adalah beberapa hal yang harus diperhatikan dalam menentukan tata letak alat proses, antara lain :

#### 1. Aliran bahan baku dan produk

Dalam pengaliran bahan baku dan produk yang tepat akan memberikan keuntungan ekonomis yang besar, serta dapat menunjang kelancaran dan keamanan produksi.

#### 2. Aliran udara

Aliran udara di dalam dan di sekitar area proses sangat perlu diperhatikan supaya proses produksi berjalan dengan lancar. Sehingga hal ini dapat menghindari terjadinya stagnasi udara pada suatu tempat yang dapat mengakibatkan akumulasi bahan kimia yang berbahaya dan dapat mengancam keselamatan para pekerja.

#### 3. Penerangan

Penerangan yang digunakan seluruh pabrik harus memadai terutama pada tempat-tempat proses yang berbahaya atau beresiko tinggi perlu ada penerangan tambahan.

#### 4. Lalu lintas manusia

Dalam perancangan *lay out* pabrik perlu diperhatikan agar pekerja dapat mencapai semua alat proses dengan cepat dan mudah. Sehingga apabila terjadi gangguan pada alat proses pekerja dapat segera

memperbaiki dan keamanan pekerja pada saat menjalani tugasnya dapat diprioritaskan.

5. Pertimbangan ekonomi

Pertimbangan ekonomi dalam menempatkan alat-alat proses di dalam pabrik diusahakan dapat menekan biaya operasi dan menjamin kelancaran dan keamanan produksi pabrik.

6. Jarak antara alat proses

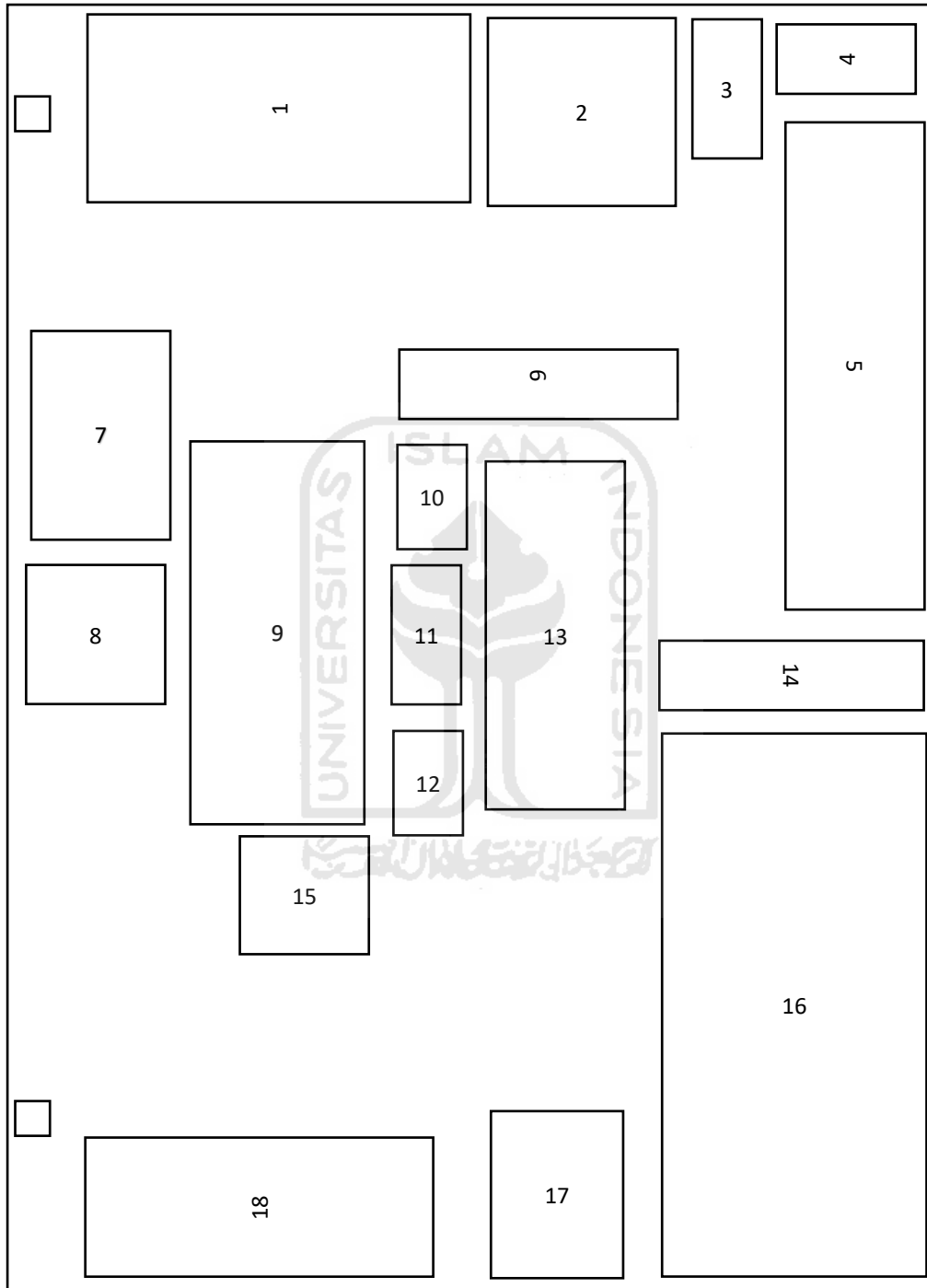
Penempatan untuk alat proses yang mempunyai suhu dan tekanan operasi tinggi sebaiknya dipisahkan dengan alat proses lainnya, hal ini dimaksudkan apabila terjadi ledakan atau kebakaran pada alat tersebut maka kerusakan dapat diminimalkan.

7. Keamanan

Keamanan dalam meletakkan alat-alat proses harus diperhatikan sebaik mungkin, sehingga jika terjadi kebakaran tidak ada yang terperangkap di dalamnya serta mudah dijangkau oleh kendaraan atau alat pemadam kebakaran.

8. Perluasan dan pengembangan pabrik

Setiap pabrik yang akan didirikan diharapkan dapat berkembang dengan penambahan unit sehingga diperlukan susunan pabrik yang memungkinkan adanya perluasan (Vilbrant, 1959)

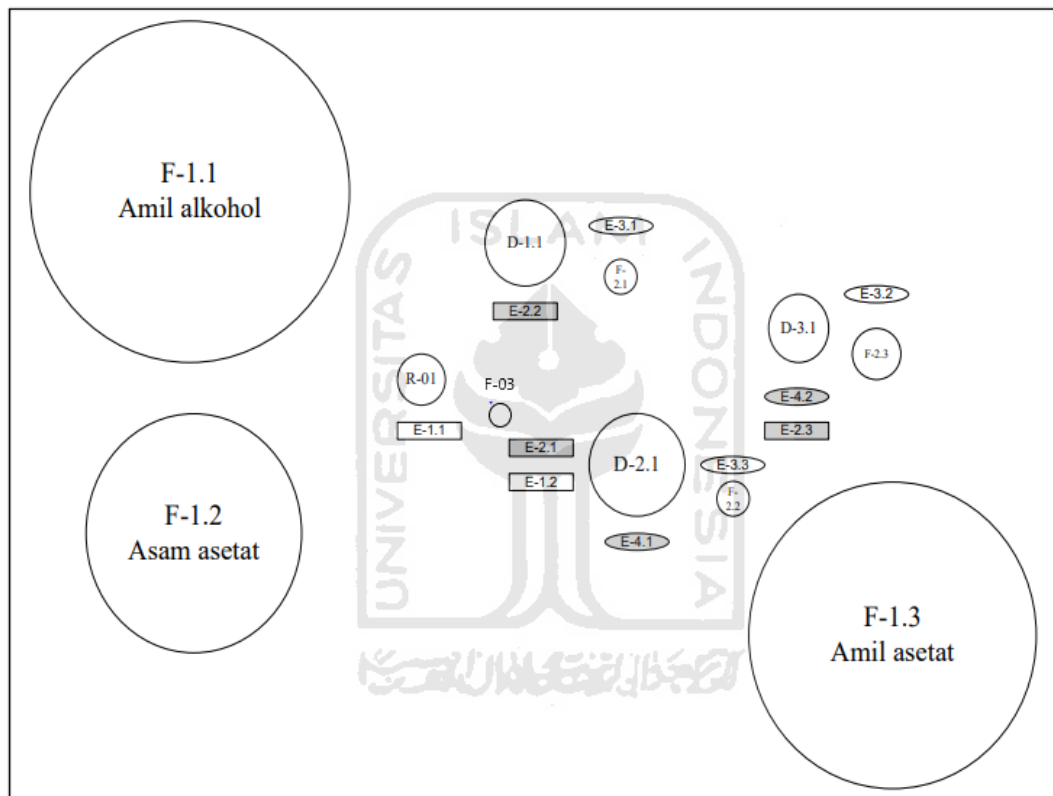


Gambar 4.1 Tata letak pabrik

Skala 1:1000

Keterangan:

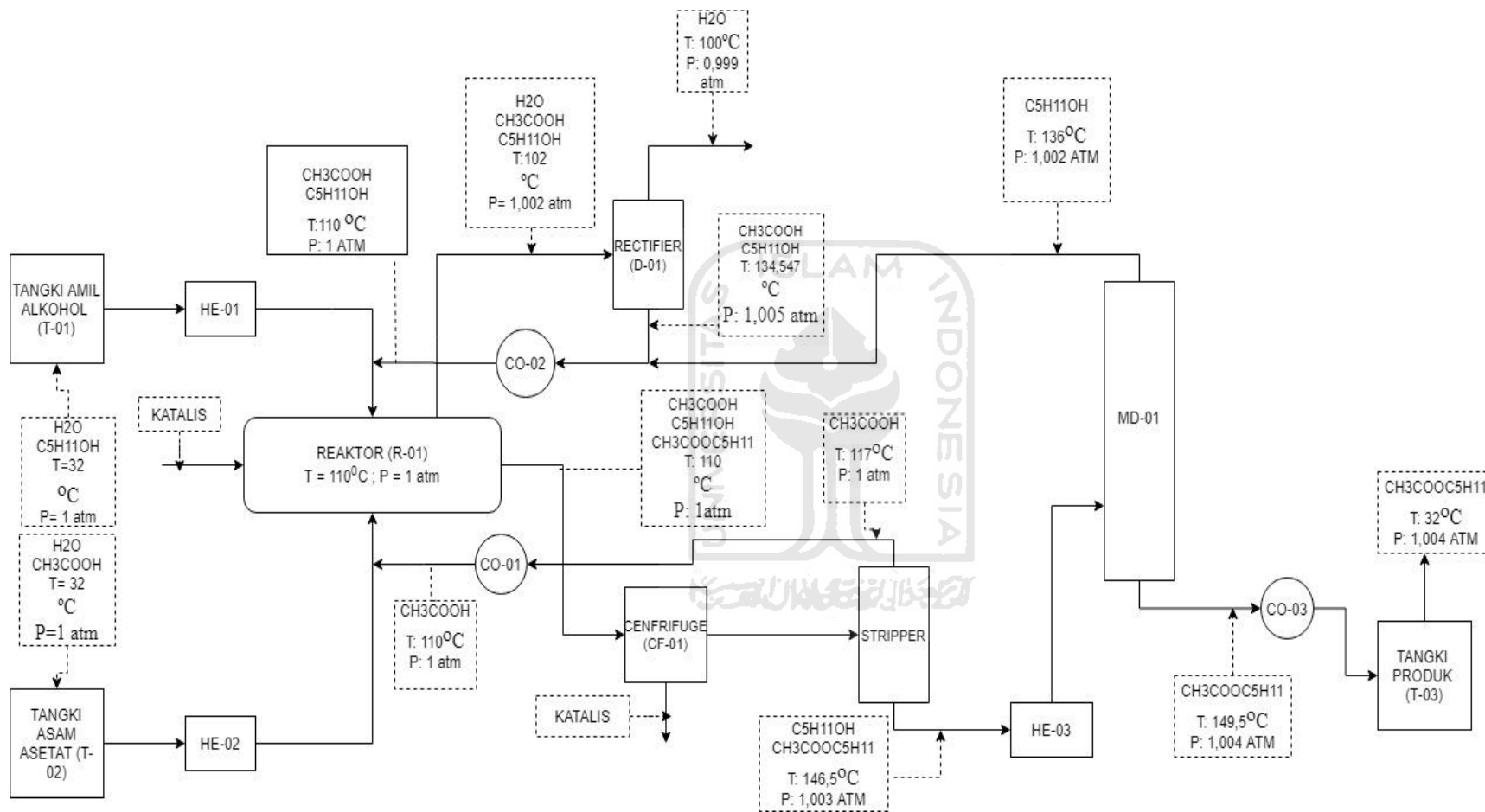
- |                    |                  |                   |
|--------------------|------------------|-------------------|
| 1. Parkir          | 8. Taman         | 15. Masjid        |
| 2. Gudang alat     | 9. Antor utama   | 16. Area proses   |
| 3. Bengkel         | 10. Caffe        | 17. Kantor proses |
| 4. Kantor utilitas | 11. Klinik       | 18. Mess          |
| 5. Utilitas        | 12. Perpus       |                   |
| 6. Samkar          | 13. laboraturium |                   |
| 7. Parkir          | 14. Kontrol room |                   |



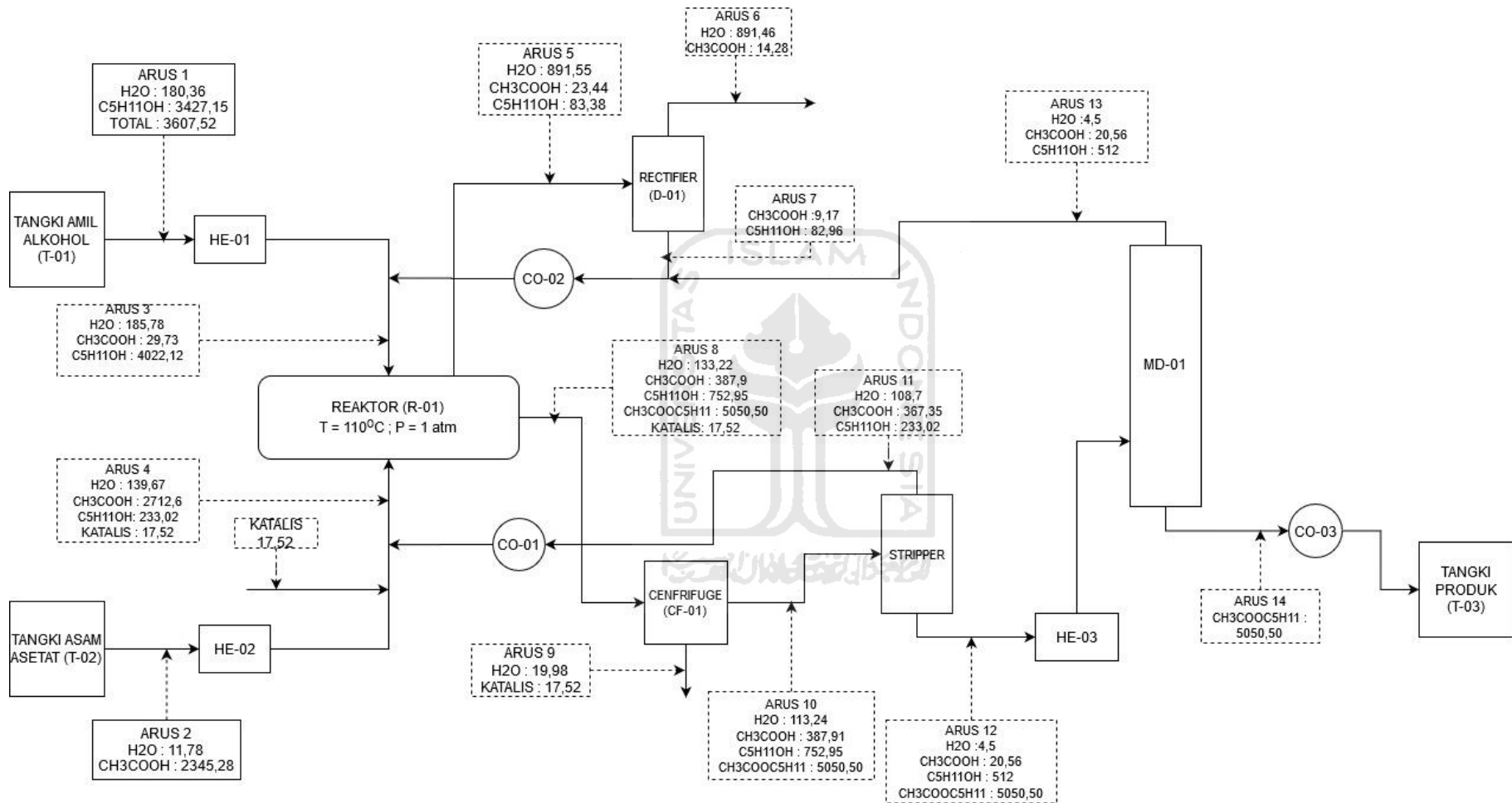
Gambar 4.2 Tata Letak Alat Proses Skala 1:1000

Keterangan :

- |                             |                       |
|-----------------------------|-----------------------|
| 1. D-1.1 : Rectifier        | 7. E-4. : Reboiler    |
| 2. D-2.1 : Menara distilasi | 8. F-1. : Tangki      |
| 3. D-3.1 : Stripper         | 9. F-2. : Accumulator |
| 4. E-1. : Heater            | 10. F-3 : Centrifuge  |
| 5. E-2. : Cooler            | 11. R-01 : Reaktor    |
| 6. E-3. : Condensor         |                       |



Gambar 4.3 Diagram kualitatif



Gambar 4.4 diagram kuantitatif

#### 4.4. Neraca Massa

- a. Produk : Amil asetat
- b. Kapasitas : 40.000 ton/tahun
- c. Satu tahun produksi : 330 hari
- d. Waktu operasi selama satu hari : 24 jam
- e. Satuan : kg/jam

##### 1. Neraca Massa Reaktor (R-01)

Tabel 4.1 Neraca Massa Reaktor

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)	
	arus 4	arus 3	arus 5	arus 8
H <sub>2</sub> O	139.67	185.79	891.55	133.22
CH <sub>3</sub> COOH	2712.63	29.73	23.44	387.91
C <sub>5</sub> H <sub>11</sub> OH	233.02	4022.12	83.38	752.95
CH <sub>3</sub> COOC <sub>5</sub> H <sub>11</sub>	0.00	0.00	0.00	5,050.50
Katalis	17.52	-	-	17.52
sub jumlah	3102.84	4237.64	998.38	6342.10
Total	7340.48		7340.48	

##### 2. Neraca Massa Rectifier

Tabel 2.2 Neraca Massa Rectifier

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
	arus 5	arus 6	arus 7

H <sub>2</sub> O	891.55	891.46	0.09
CH <sub>3</sub> COOH	23.45	14.28	9.17
C <sub>5</sub> H <sub>11</sub> OH	83.38	0.42	82.96
CH <sub>3</sub> COOC <sub>5</sub> H <sub>11</sub>			
11	0.00	0.00	0.00
sub jumlah	998.38	906.16	92.22
Total	998.38		998.38

### 3. Neraca massa Centrifuge

Tabel 4.3 Neraca Massa Centrifuge

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
	arus 8	arus 9	arus 10
H <sub>2</sub> O	133.22	19.98	113.24
CH <sub>3</sub> COOH	387.91	0.00	387.91
C <sub>5</sub> H <sub>11</sub> OH	752.95	0.00	752.95
CH <sub>3</sub> COOC <sub>5</sub> H <sub>11</sub>	5,050.51	0.00	5,050.50
Katalis	17.52	17.52	-
sub jumlah	6,342.10	37.50	6,304.60
Total	6,342.10		6,342.10

### 4. Neraca Massa Stripper

Tabel 4.4 Neraca massa Stripper

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
	arus10	arus 11	arus 12
H <sub>2</sub> O	113.24	108.71	4.53
CH <sub>3</sub> COOH	387.91	367.35	20.56
C <sub>5</sub> H <sub>11</sub> OH	752.95	240.94	512.01
CH <sub>3</sub> COOC <sub>5</sub> H <sub>11</sub>	5,050.50	0.00	5,050.50
sub jumlah		717.00	5,587.60
Total	6,304.60		6,304.60



## 5. Neraca Massa Menara Distilasi

Tabel 4.5 Neraca Massa Menara Distilasi

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)	
	arus 12	arus 13	arus 13	arus 14
H <sub>2</sub> O	4.53	4.53	4.53	0.00
CH <sub>3</sub> COOH	20.56	20.56	20.56	0.00
C <sub>5</sub> H <sub>11</sub> OH	512.01	512.01	512.01	0.00
CH <sub>3</sub> COOC <sub>5</sub> H <sub>11</sub>	5,050.50	0.00	0.00	5,050.50
sub jumlah		537.09	537.09	5,050.51
Total	5,587.60		5,587.60	

## 6. Neraca Massa mixing point amil alcohol

Tabel 4.6 Neraca Massa Amil Alkohol

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)
	arus 1	arus 16	arus 3
H <sub>2</sub> O	180.38	4.62	185.79
CH <sub>3</sub> COOH	-	29.73	29.73
C <sub>5</sub> H <sub>11</sub> OH	3,427.15	594.97	4,022.12
CH <sub>3</sub> COOC <sub>5</sub> H <sub>11</sub>	-	-	-
sub jumlah	3,607.52	629.32	4,237.64
Total	4,236.84		4,237.64

## 7. Neraca Massa mixing point Asam Asetat

Tabel 4.7 Neraca Massa Asam Asetat

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)
	arus 2	arus 11	arus 4
H <sub>2</sub> O	11.79	106.32	118.11
CH <sub>3</sub> COOH	2,345.28	367.35	2,712.63
C <sub>5</sub> H <sub>11</sub> OH		233.02	233.02
CH <sub>3</sub> COOC <sub>5</sub> H <sub>11</sub>		0.00	-
Katalis		17.52	17.52
sub jumlah	2,357.07	724.20	3,081.27
Total	3,081.27		3,081.27

## 4.4.2 Neraca Panas

### 1. Neraca panas Reaktor

Tabel 4.8 Neraca Panas Reaktor

Komponen	Input (kJ/jam)				Output (kJ/jam)	
	Arus 1	Arus 2	Arus 3	Arus 4	Arus 5	Arus 8
H <sub>2</sub> O	64.132,17	4.190,24	127.925,29	41.992,86	127.925,29	46.327,39
CH <sub>3</sub> COOH		448.328,45	2.106,17	518.551,16	2.106,17	74.152,88
C <sub>5</sub> H <sub>11</sub> OH	485.196,50		10.878,04	48.733,83	10.878,04	157.475,27
CH <sub>3</sub> COOC <sub>5</sub> H <sub>11</sub>	-		0.00	-	0.00	907.387,08
Sub total	549.328,67	452.518,68	140.909,50	609.277,84	140.909,50	1.185.342,63
Panas reaksi	391.608,41				-	
Beban Pendingin	-				817.390,98	
Total (kJ/jam)		2.143.643,11			2.143.643,11	

### 2. Neraca Panas Rectifier

Tabel 4.9 Neraca Panas Rectifier

Komponen	Input (kJ/j)	Output (kJ/j)	
	Arus 3	Arus 4	Arus 5
H <sub>2</sub> O	127,925.29	409,387.51	40.14
CH <sub>3</sub> COOH	2,106.17	3,065.10	2,294.94
C <sub>5</sub> H <sub>11</sub> OH	10,878.04	89.90	22,719.58
CH <sub>3</sub> COOC <sub>5</sub> H <sub>11</sub>	0.00	0.00	0.01
Sub total	140,909.50	412,542.52	25,054.67
Panas	296,687.68		-
Total	437,597.18		437,597.18

### 3. Neraca Panas Stripper

Tabel 4.10. Neraca Panas Stripper

Komponen	Output (kJ/j)		
	Input (kJ/j) Arus 10	Arus 11	Arus 12
H <sub>2</sub> O	49,919.56	127,870.12	2,266.87
CH <sub>3</sub> COOH	94,984.84	166,539.52	5,750.16
C <sub>5</sub> H <sub>11</sub> OH	201,705.82	95,183.48	156,692.97
CH <sub>3</sub> COOC <sub>5</sub> H <sub>11</sub>	1,163,260.17	0.00	1,329,640.90
Sub total	1,509,870.39	389,593.12	1,494,350.89
Beban reboiler	374,073.62	-	-
Total	1,883,944.01	1,883,944.01	

### 4. Neraca Panas Menara Distilasi

Tabel 4.11. Neraca Panas Menara Distilasi

Komponen	Output (kJ/j)		
	Input (kJ/j) Arus 12	Arus 13	Arus 14
H <sub>2</sub> O	2,266.87	4,716.67	-
CH <sub>3</sub> COOH	5,750.16	13,804.89	-
C <sub>5</sub> H <sub>11</sub> OH	156,692.97	501,416.46	-
CH <sub>3</sub> COOC <sub>5</sub> H <sub>11</sub>	1,329,640.90	0.00	1,365,991.27
Sub total	1,494,350.89	519,938.03	1,365,991.27
Beban reboiler	987,512.3	-	-
Beban kondensor	-	595,933.7	-
Total	2,481,863.2	2,481,863.2	

### 5. Neraca Panas Heater 01

Tabel 4.12. Neraca Panas Heater 01

Komponen	Masuk (kJ/j)	Keluar (kJ/j)
H <sub>2</sub> O	5,294.61	64,132.17
C <sub>5</sub> H <sub>11</sub> OH	38,457.24	485,196.50
Sub total	43,751.85	549,328.67
Pemanas	505,576.82	-
Total	549,328.67	549,328.67

## 6. Neraca Panas Heater 02

Tabel 4.13. Neraca Panas Heater 02

Komponen	Masuk	Keluar
H <sub>2</sub> O	345.94	4,197.68
CH <sub>3</sub> COOH	35,342.00	449,158.04
Sub total	35,687.94	453,355.72
Pemanas	417,667.79	-
Total	453,355.72	453,355.72

## 7. Neraca Panas Heater 03

Tabel 4.14. Neraca Panas Heater 03

Komponen	Masuk(kJ/j)	Keluar (kJ/j)
H <sub>2</sub> O	46,327.39	58,728.89
CH <sub>3</sub> COOH	74,152.88	94,984.93
C <sub>5</sub> H <sub>11</sub> OH	157,475.27	201,705.82
CH <sub>3</sub> COOC <sub>5</sub> H <sub>11</sub>	907,387.08	1,163,260.29
Sub total	1,185,342.63	1,518,679.93
Pemanas	333,337.31	-
Total	1,518,679.93	1,518,679.93

## 8. Neraca Panas Cooler 01

Tabel 4.15. Neraca Panas Cooler 01

Komponen	Masuk (kJ/j)	Keluar (kJ/j)
H <sub>2</sub> O	41,086.42	37,870.35
CH <sub>3</sub> COOH	76,588.87	70,352.65
C <sub>5</sub> H <sub>11</sub> OH	54,956.87	50,485.24
CH <sub>3</sub> COOC <sub>5</sub> H <sub>11</sub>	0.00	0.00
Sub total	172,632.16	158,708.24
Pendingin	-	13,923.92
Total	172,632.16	172,632.16

## 9. Neraca Panas Cooler 02

Tabel 4.16. Neraca Panas Cooler 02

Komponen	Masuk (kJ/j)	Keluar (kJ/j)
H <sub>2</sub> O	4,190.58	1,606.12
CH <sub>3</sub> COOH	15,002.11	5,682.73
C <sub>5</sub> H <sub>11</sub> OH	328,493.98	124,434.83
CH <sub>3</sub> COOC <sub>5</sub> H <sub>11</sub>	0.02	0.01
Sub total	347,686.68	131,723.69
Pendingin	-	215,962.99
Total	347,686.68	347,686.68

## 10. Neraca Panas Cooler 03

Tabel 4.17. Neraca Panas Cooler 03

Komponen	Masuk (kJ/j)	Keluar (kJ/j)
C <sub>5</sub> H <sub>11</sub> OH	0.16	0.00
CH <sub>3</sub> COOC <sub>5</sub> H <sub>11</sub>	1,365,991.27	35,126.82
Sub total	1,365,991.44	35,126.82
Pendingin	-	1,330,864.62
Total	1,365,991.44	1,365,991.44

## 4.5. Perawatan (*Maintenance*)

Perawatan (*maintenance*) merupakan suatu kegiatan untuk merawat atau memelihara serta menjaga mesin atau peralatan dalam kondisi baik supaya dapat digunakan untuk melakukan proses produksi sesuai dengan yang sudah direncanakan. Hal ini bertujuan untuk menjaga sarana atau fasilitas peralatan pabrik dengan cara pemeliharaan dan perbaikan alat agar proses produksi dapat berjalan dengan lancar serta produktivitas menjadi tinggi sehingga target produksi dan spesifikasi produk yang sesuai dapat tercapai.

Perawatan untuk alat dibagi menjadi dua jenis yaitu perawatan preventif dan perawatan periodik. Perawatan preventif dilakukan setiap hari untuk menjaga dari kerusakan alat dan kebersihan lingkungan alat. Sedangkan untuk perawatan periodik dilakukan secara terjadwal sesuai dengan buku petunjuk yang ada. Penjadwalan tersebut dibuat agar alat-alat mendapat perawatan khusus secara bergantian. Alat-alat berproduksi secara kontinyu dan akan berhenti jika terjadi kerusakan. Berikut merupakan faktor-faktor yang mempengaruhi *maintenance*, antara lain:

- Semakin tua umur alat maka semakin banyak pula perawatan yang harus diberikan yang menyebabkan bertambahnya biaya perawatan.
- Penggunaan bahan baku yang kurang berkualitas akan menyebabkan kerusakan alat yang mengakibatkan alat akan lebih sering dibersihkan.
- Pemanfaatan tenaga kerja terdidik, terlatih dan berpengalaman akan menghasilkan pekerjaan yang baik pula.

#### **4.6. Pelayanan Teknik (Utilitas)**

Utilitas merupakan bagian dari sebuah pabrik yang berfungsi untuk menyediakan kebutuhan penunjang proses produksi. Dalam suatu pabrik perlu adanya sarana penunjang demi suatu kelancaran proses produksi di dalam pabrik amil asetat. Sarana penunjang merupakan sarana lain yang diperlukan di dalam pabrik selain bahan baku dan bahan pembantu agar proses produksi dapat berjalan lancar dan sesuai dengan yang diinginkan. Berikut beberapa unit pendukung proses (unit utilitas) yang tersedia dalam perancangan pabrik amil asetat, antara lain :

##### **4.6.1. Unit Penyediaan Air**

Bahan baku penunjang yang sangat dibutuhkan untuk proses produksi adalah air. Dalam memenuhi kebutuhan air suatu pabrik pada umumnya menggunakan sumber air dari air sumur, air sungai, air danau maupun air laut. Dalam perancangan pabrik amil asetat ini, sumber air yang digunakan untuk proses produksi berasal dari air Sungai Bengawan Solo.

Berikut merupakan pertimbangan dalam penggunaan air sungai sebagai sumber air, antara lain :

- a. Pengolahan air sungai relatif lebih mudah, sederhana dan biaya pengolahan relatif murah dibandingkan dengan proses pengolahan air laut yang lebih rumit dan biaya pengolahan pada umumnya lebih besar.
- b. Lokasi pabrik dekat dengan letak sungai

Air sungai yang dekat dengan lokasi pabrik digunakan untuk keperluan pabrik sebagai :

1. Air Pendingin

Air pendingin yang digunakan untuk pabrik berasal dari sungai yang dekat dengan lokasi pabrik dan diproduksi oleh menara pendingin (*cooling tower*). Air pendingin ini digunakan sebagai media pendingin pada alat pertukaran panas (*heat exchanger*) dari alat yang membutuhkan pendinginan. Berikut ada beberapa faktor air digunakan sebagai media pendingin, yaitu :

- a. Air merupakan materi yang dapat diperoleh dalam jumlah besar
- b. Tidak terdekomposisi.
- c. Mudah dalam pengolahan dan pengaturannya.
- d. Dapat menyerap jumlah panas yang relatif tinggi persatuan volume.
- e. Tidak mudah menyusut dengan adanya perubahan temperatur pendingin.

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pengolahan air sungai sebagai media pendingin antara lain :

1. Partikel-partikel besar/mikroba (makhluk hidup di sungai dan konstituen lainnya).
2. Partikel-partikel kecil/mikroba (ganggang dan mikroorganisme di sungai).

2. Air Umpan Boiler

Sumber air yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan boiler adalah air sungai yang dekat dengan lokasi pabrik. Umpan atau steam di dalam pabrik digunakan sebagai media pemanas. Berikut ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penanganan air umpan boiler, yaitu :

a. Kandungan yang menyebabkan korosi.

Kandungan yang dapat menyebabkan korosi yaitu air yang mengandung larutan-larutan asam dan gas-gas yang terlarut seperti  $O_2$ ,  $CO_2$ ,  $H_2S$  dan  $NH_3$ .

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

Penyebab pembentukan kerak dikarenakan adanya kesadahan dan suhu yang tinggi, biasanya dapat berupa garam-garam karbonat dan silika.

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

Penyebab *foaming* pada boiler dan alat penukar panas karena air yang diambil dari proses pemanasan tercampur dengan zat-zat organik, anorganik, dan zat-zat yang tidak larut dalam jumlah yang besar. Alkalinitas yang tinggi dapat menyebabkan efek pembusaan.

3. Air Konsumsi Umum dan Sanitasi

Sumber air yang digunakan untuk konsumsi umum dan sanitasi berasal dari air sungai. Air sanitasi digunakan untuk kebutuhan air minum, laboratorium, kantor, perumahan, masjid, dan taman. Berikut ada beberapa syarat air konsumsi dan sanitasi yang harus dipenuhi, yaitu :

a. Syarat fisika :

- Suhu harus dibawah suhu udara luar
- Berwarna jernih
- Tidak mempunyai rasa



- Tidak berbau
- b. Syarat kimia :
  - Mempunyai pH netral yaitu 6,5 – 7,5
  - Tidak mengandung zat organik dan anorganik
  - Tidak beracun
- c. Syarat bakteriologis, meliputi :
  - Tidak mengandung bakteri – bakteri, terutama bakteri yang *pathogen*.
  - Tidak mengandung mikroba penghasil toksin (Nafiatud, 2008).

#### 4.6.2. Unit Pengolahan Air

Proses pengolahan air sungai dalam perancangan pabrik *amilasetat* ini adalah sebagai berikut :

##### 1. *Clarifier*

Air sungai yang diambil untuk kebutuhan air dalam perancangan pabrik ini harus diolah terlebih dahulu agar memenuhi syarat sesuai yang dibutuhkan. Pengolahan tersebut dapat meliputi pengolahan secara fisika dan kimia, serta penambahan *desinfektan* maupun dengan penggunaan *ion exchanger*.

Pada *clarifier* mula-mula *raw water* diumpankan ke dalam tangki kemudian diaduk dengan putaran yang tinggi dan menginjeksikan bahan-bahan kimia, yaitu:

- $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ , yang berfungsi sebagai flokulan.
- $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , yang berfungsi sebagai flokulan.

Untuk mengendapkan lumpur dan partikel padat lainnya yaitu dengan memasukan air baku ke dalam *clarifier* dengan menginjeksikan alum ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ ), koagulan acid sebagai pembantu pembentukan flok dan NaOH sebagai pengatur pH. Air baku ini dialirkan ke bagian *clarifier* dan diaduk dengan agitator. Kemudian air bersih akan keluar melalui pinggir *clarifier* secara *overflow*, sedangkan *sludge* (flok) yang sudah terbentuk akan

mengendap secara gravitasi dan di *blowdown* secara berkala dalam waktu yang telah ditentukan.

## 2. Filter / Penyaringan

Air yang keluar dari *clarifier* dialirkan ke dalam *sand filter* yang berfungsi untuk menahan/menyaring partikel-partikel solid yang terbawa bersama air yang keluar dari *clarifier*. Air keluaran hasil *sand filter* tersebut dialirkan ke dalam suatu tangki penampung (*filter water reservoir*) dan didistribusikan ke dalam menara air dan unit demineralisasi. Perlu dilakukan regenerasi secara periodik dengan *back washing* supaya kemampuan penyaringan di dalam *Sand filter* tetap maksimal.

## 3. Demineralisasi

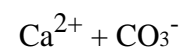
Air umpan boiler yang dibutuhkan harus memenuhi persyaratan yaitu bebas dari garam murni yang terlarut. Pada proses ini bertujuan untuk menghilangkan ion-ion yang terkandung pada *filtered water*.

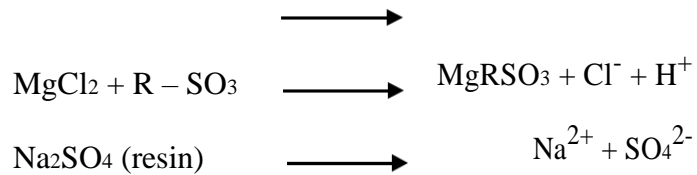
Beberapa tahapan proses pengolahan air umpan boiler adalah sebagai berikut :

### a) *Cation Exchanger*

Di dalam *Cation exchanger* berisi resin sebagai pengganti kation dimana pengganti kation-kation yang terkandung di dalam air diganti dengan ion  $H^+$ . Sehingga hasil keluaran air dari *cation exchanger* merupakan air yang mengandung anion dan ion  $H^+$ . Selanjutnya air yang keluar dari kation tower merupakan air yang mengandung anion dan ion  $H^+$ .

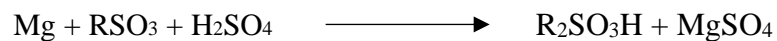
Reaksi:





Perlu dilakukan regenerasi kembali dengan asam sulfat pada jangka waktu tertentu, supaya kation resin tidak jenuh.

Reaksi:



b)

#### *Anion Exchanger*

*Anion exchanger* berfungsi untuk mengikat ion-ion negatif (anion) yang terlarut di dalam air, dengan menggunakan resin yang bersifat basa, sehingga anion-anion seperti  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$  dan  $\text{SO}_4^{2-}$  akan membantu garam resin tersebut.

Reaksi :



Perlu dilakukan regenerasi kembali dengan larutan NaOH pada waktu tertentu, supaya anion resin tidak jenuh.

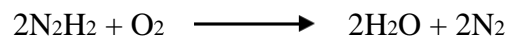
Reaksi :



#### 4. Deaerasi

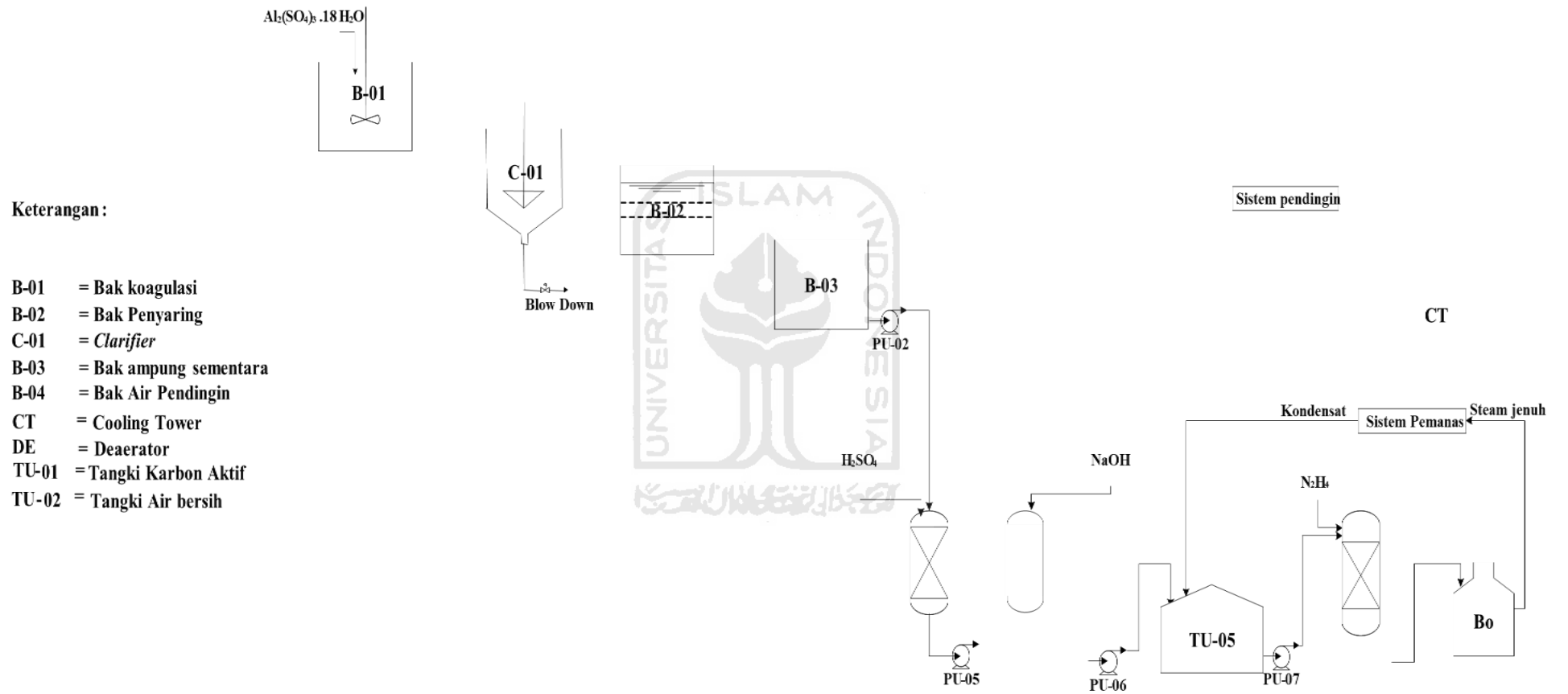
Deaerasi merupakan proses pembebasan air umpan ketel dari oksigen ( $\text{O}_2$ ), Air yang telah mengalami demineralisasi (*polish water*) dipompakan ke dalam *deaerator* kemudian diinjeksikan *Hidrazin* ( $\text{N}_2\text{H}_4$ ) untuk mengikat oksigen yang terkandung dalam air sehingga dapat mencegah terbentuknya kerak (*scale*) pada *tube boiler*.

Reaksi:



Hasil air yang keluar dari deaerator kemudian di dialirkan dengan pompa sebagai air umpan *boiler* (*boiler feed water*).





Gambar 4.5 Diagram alir proses unit pengolahan limbah

### 4.6.3 Kebutuhan Air

#### 1. Kebutuhan air pendingin

Tabel 4.18. Kebutuhan air pendingin

Alat	Kebutuhan air pendingin (kg/jam)
R-01	12.692,7
Co-01	223
Co-02	1.721
Co-03	10.602,8
Cd-01	827,84
Cd-02	970,86
Cd-03	4.744,49
Jumlah	31.782,7

Perancangan dibuat dengan *over design* sebesar 20%, sehingga jumlah total kebutuhan air pendingin untuk proses sebesar 31.782,7 kg/jam. Jumlah make up air pendingin sebesar 6.356,54 kg/jam. Sehingga kebutuhan air pendingin jika dikalkulasikan besarnya menjadi 38.139,24 kg/jam.

#### 1. Kebutuhan air *steam*

Tabel 4.19. Kebutuhan air *steam*

Alat	Kebutuhan steam (kg/jam)
He-01	149,12

He-02	180,50
He-03	119,11
Rb-01	134,19
Rb-02	351,46
<hr/>	
Jumlah	934,39
<hr/>	

Perancangan dibuat dengan *over design* 20%, sehingga jumlah total kebutuhan air untuk pembangkit *steam* sebesar 934,39 kg/jam. Kebutuhan air *makeup* untuk *steam* merupakan 20% dari kebutuhan air *steam*. Kebutuhan air untuk *makeup* air *steam* sebesar 186,878 kg/jam. Sehingga kebutuhan air pembangkit *steam* bila dikalkulasikan besarnya menjadi 1.121,26 kg/jam.

## 2. Kebutuhan Air untuk Keperluan Domestik

Kebutuhan air untuk keperluan domestik terdapat pada tabel 4.20.

Tabel 4.20 Kebutuhan Air untuk Keperluan Domestik

Penggunaan	Jumlah air (kg/jam)
Kantin, Musola, Kebun	500
Pemadam Kebakaran	708
Laboratorium	42
Poliklinik	41,67
Bengkel	20,83
Karyawan	135,57
<hr/>	
Total	1.448,07

Jadi, total kebutuhan untuk domestik sebesar 1.448,07 kg/jam.

### 3. Kebutuhan air keseluruhan

Tabel 4.21 Total Keseluruhan Kebutuhan Air

Kebutuhan	Jumlah (kg/jam)
Kebutuhan Air Pendingin	31.783
Kebutuhan air <i>steam</i>	1.121,26
Kebutuhan air domestic	1.448,07
Total	34.352,33

#### 4.6.4. Unit Penyediaan Listrik

Penerangan dalam industri pabrik merupakan salah satu faktor penting dalam lingkungan kerja. Peranan tenaga listrik tidak hanya digunakan sebagai energi, tetapi digunakan juga untuk penerangan. Kebutuhan listrik yang diperlukan pabrik ini berasal dari PLN, serta listrik cadangan apabila ada gangguan pasokan listrik dihasilkan dari generator. Hal ini dimaksudkan agar tenaga listrik dapat digunakan meskipun ada gangguan dari PLN. Penerangan yang cukup dapat memberikan dampak positif terhadap suatu industri, yaitu :

1. Dapat menaikkan produksi dan menekan biaya
2. Dapat memperbesar ketepatan atau ketelitian serta memperbaiki kualitas produk yang dihasilkan
3. Dapat mengurangi tingkat kecelakaan kerja
4. Dapat mengurangi prosentase terjadi cacat (*defect*) dari produk.

Pemakaian *diesel* juga dimanfaatkan untuk menggerakkan power alat-alat yang dinilai penting antara lain *boiler*, pompa, dan *cooling tower*.

Spesifikasi diesel yang digunakan adalah sebagai berikut :



- a. Kapasitas : 350 kWh
- b. Jenis : *Generator diesel*
- c. Jumlah : 1 buah

Prinsip kerja dari *generator diesel* ini adalah solar dan udara yang terbakar secara kompresi akan menghasilkan panas. Panas yang dikeluarkan ini digunakan untuk memutar poros engkol sehingga dapat menghidupkan *generator* yang mampu menghasilkan tenaga listrik. Selanjutnya listrik didistribusikan ke panel kemudian dialirkan ke unit pemakai. Pada operasi sehari-hari digunakan tenaga listrik 50% dan *diesel* 50%. Tetapi jika listrik padam, operasinya akan menggunakan tenaga listrik dari *diesel* 100%. Adapun pada unit ini bertugas untuk menyediakan kebutuhan listrik yang meliputi:

- a. Listrik untuk keperluan alat proses sebesar 50,7076 kWh
- b. Listrik untuk keperluan alat utilitas sebesar 22,371 kWh
- c. Instrumentasi sebesar 10 kWh
- d. Penerangan & AC 115 kWh
- e. Rumah tangga 40 kWh

Penggunaan tenaga listrik yang diperoleh dari PLN memiliki keuntungan dan kerugian. Untuk keuntungan yaitu biayanya lebih murah, sedangkan kerugiannya adalah kesinambungan penyediaan listrik kurang terjamin dan tenaganya tidak tetap.

Tabel 4.22 Kebutuhan listrik alat proses

Alat	Kode	Jumlah	Power (Hp)
Reaktor	R-01	1	6
Centrifuge	CF-01	1	1
Pompa 1	P-01	1	2
Pompa 2	P-02	1	1
Pompa 3	P-03	1	1
Pompa 4	P-04	1	1

Pompa 5	P-05	1	1
Pompa 6	P-06	1	1
Pompa 7	P-07	1	6
Pompa 8	P-08	1	4
Pompa 9	P-09	1	2
Pompa 10	P-10	1	8
Pompa 11	P-11	1	2
Jumlah			35

Tabel 4.23 Kebutuhan listrik utilitas

Alat	Kode	Jumlah	Power (Hp)	
			@	Total
Bak koagulasi	B-02	1	2	2
Clarifier	C-01	1	2	2
Cooling tower	CT	1	43	43
Pompa 1	PU-01	1	9	9
Pompa 2	PU-02	1	2	2
Pompa 3	PU-03	1	4	4
Pompa 4	PU-04	1	1	1
Pompa 5	PU-05	1	1	1
Pompa 6	PU-06	1	1	1
Pompa 7	PU-07	1	3	3
Jumlah				68

#### 4.6.5. Unit Penyediaan Udara Tekan

Penggunaan udara tekan adalah sebagai penggerak alat-alat control serta bekerja secara *pneumatic control*. Kebutuhan udara tekan diperkirakan

50 m<sup>3</sup>/jam. *Overdesign* yang digunakan untuk penyediaan udara tekan dilebihkan 10%, sehingga total kebutuhan udara tekan sebesar 55 m<sup>3</sup> /jam.

#### 4.6.6. Unit Penyediaan Bahan Bakar

Pada unit penyedia bahan bakar ini bertujuan untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar *boiler* dan *generator*. Solar merupakan bahan bakar yang digunakan untuk *boiler* dan *generator*. Adapun kebutuhan masing-masing solar untuk boiler yaitu sebanyak 14.271,0773 m<sup>3</sup> dan untuk generator sebanyak 5,8535 m<sup>3</sup>. Total kebutuhan bahan bakar sebesar 920 m<sup>3</sup>. *Overdesign* untuk penyediaan bahan bakar dilebihkan 20%, sehingga total kebutuhan bahan bakar yaitu sebesar 16.419,32m<sup>3</sup>.

#### 4.6.7. Unit Pembangkit Steam

Pada unit pembangkit steam ini bertujuan untuk mencukupi kebutuhan steam pada proses produksi, yaitu dengan cara menyediakan ketel uap (*boiler*) dengan spesifikasi sebagai berikut :

- Kapasitas : 1.126,064 kg/jam
- Tekanan : 1 atm
- Jenis : *Water Tube Boiler*
- Jumlah : 1 buah

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

#### 4.6.8. Unit Pengolahan Limbah

Pada unit pengolahan limbah ini perlu adanya pengolahan jika limbah mengandung senyawa pencemaran yang mengakibatkan kerusakan pada lingkungan. Limbah yang dihasilkan oleh pabrik ini ini adalah limbah cair yang berasal dari unit proses. Selanjutnya limbah ini akan diolah di dalam Unit Pengolahan Lanjutan (UPL)

#### 4.6.9. Spesifikasi Alat Utilitas

1. Filter (F)

Fungsi : Menyaring kotoran-kotoran yang berukuran besar  
misalnya daun, ranting, dan sampah lainnya yang berasal  
dari air sungai.

Dimensi :

Tinggi Filter : 7,929 m

Diameter lubang saringan : 1 cm

Ukuran saringan : panjang 10 ft dan lebar 8 ft

## 2. Bak Pengendapan Awal (BPA)

Fungsi : Mengendapkan kotoran dan lumpur yang terbawa  
dari air sungai.

Jenis : Bak berbentuk persegi yang diperkuat dengan  
beton bertulang

Dimensi :

Tinggi = 9,985m

Lebar = 9,985 m

panjang = 19,969 m

Jumlah : 1 buah

## 3. Bak kougulasi (B-01)

Fungsi : Mengendapkan kotoran yang berupa disperse koloid  
dalam air dengan menambahkan koagulan, untuk  
menggumpalkan kotoran.

Jenis : Tangki silinder tegak

Dimensi :

Dimeter = 13,211 m

Tinggi = 13,211 m

Jumlah : 1 buah

## 4. Clarifier (CL)

Fungsi : Mengendapkan gumpalan-gumpalan yang

terbentuk di bak penggumpal.

Jenis : Circular Clarifiers  
Bentuk : berbentuk silinder terpancung  
Dimensi :  
Tinggi tangki : 3,048m  
Diameter atas : 30,891m  
Diameter bawah : 18,844 m  
volume : 1.809,822 m<sup>3</sup>

#### 5. Bak penyaring (B-02)

Fungsi : Menyaring partikel-partikel halus (kotoran yang masih tersisa atau belum mengendap) terutama yang berukuran kecil di dalam clarifier.

Dimensi

Diametr = 3,965m

Tinggi = 7,929m

Jumlah : 1 buah

#### 6. Bak Penampungan Sementara (B-03)

Fungsi : Menampung sementara raw water setelah disaring di dalam Bak penyaring.

: Bak berbentuk persegi panjang dengan diperkuat

Jenis beton

Dimensi : Panjang = 19,969m

Lebar = 9,985m

Tinggi 9,985m  
Jumlah : 1 buah

### 1. Tangki Karbon aktif (TU-01)

Fungsi : Mencampur klorin dalam bentuk kaporit ke dalam air.

Jenis : Tangki silinder tegak

Dimensi :

Dimeter = 3,156m

Tinggi = 6,312m

Jumlah : 1 buah

### 2. Tangki Air Bersih (TU-02)

Fungsi : Menampung air untuk keperluan kantor dan rumah tangga.

Jenis : Tangki silinder tegak dengan alas datar (*flat bottom*)

Dimensi :

Diameter = 6,131m

Tinggi = 12,263m

Jumlah : 1 buah

### 3. Bak air pendingin (B-03)

Fungsi : Menampung air untuk keperluan pendinginan.

Jenis : Bak berbentuk persegi dan diperkuat dengan beton bertulang

Dimensi : Panjang = 37,45m

Lebar = 18,72m

Tinggi = 37,45m  
Jumlah : 1 buah

#### 4. *Cooling Tower (CT)*

Fungsi : Mendinginkan air pendingin untuk digunakan kembali.

Jenis : *Inducted draft cooling water*

Tin : 45 °C

Tout : 30 °C

Dimensi : tinggi = 8,9756m

Diameter = 15,5200m

Power Blower 37,2878HP

#### 12. *Kation Exchanger (TU-03)*

Fungsi : Menghilangkan kesadahan air yang disebabkan oleh kation-kation seperti Ca dan Mg.

Jenis : Silinder tegak yang berisi tumpukan butir resin penukar ion

Dimensi : Diameter = 0,303m

Tinggi bed = 1,9050 m

Volume tutup = 1,817m

Jumlah : 1 buah

#### 13. *Anion Exchanger (TU-04)*

Fungsi : Menghilangkan kesadahan air yang disebabkan oleh anion Cl, SO<sub>4</sub>, dan NO<sub>3</sub>.

Jenis : Silinder tegak dengan tutup atas dan bawah elipsoidal

Dimensi : Diameter = 1,211 m  
 Tinggi bed = 1,9050 m  
 Tinggi tangki = 2,423 m

14. Deaerator (DE)

Fungsi : Menghilangkan gas-gas (terutama oksigen) di dalam air

Jenis : Tangki silinder horizontal

Dimensi : Diameter = 1,118 m  
 Panjang = 2,236 m

Jumlah : 1 buah

16. Boiler (B)

Fungsi : Menampung air make up umpan boiler

Jenis : Silinder tegak

Dimensi : volume = 34,895 m<sup>3</sup>  
 Tinggi = 1,406 m  
 Diameter = 2,812 m

17. Kompresor Utilitas (CO-01)

Fungsi : Mengalirkan gas dari boiler menuju zona pemanasan.

Jenis : *Single Stage Reciprocating Compressor*

Tenaga motor : 6 HP



Jumlah : 1 buah  
Bahan : Carbon Steel SA-283 grade C

### 23. Pompa Utilitas (PU-01)

Fungsi : Mengalirkan air sungai dari filter ke Bak Pengendap awal (BPA).

Jenis : *Single-stage centrifugal pump*

Pemilihan Pipa

NPS = 32,9486

OD = 6,625 in

ID = 6,065 in

Jenis Aliran : Transisi

Kapasitas : 274,048 gpm

Putaran Pompa :

Effisiensi Motor = 87%

Motor Standar = 9 HP

Jumlah : 2 buah

### 24. Pompa Utilitas (PU-02)

Fungsi : Mengalirkan air keluaran bak pengendapa awal (BPA) menuju bak flokulator (BF).

Jenis : *Single-stage centrifugal pump*

Pemilihan Pipa

NPS = 6 in  
SCH = 80  
OD = 8,625 in  
ID = 7,981 in

Jenis Aliran : Transisi

Kapasitas : 796,177 gpm

Putaran Pompa :

Effisiensi Motor = 83%

Motor Standar = 2 HP

Jumlah : 2 buah

#### 25. Pompa Utilitas (PU-03)

Fungsi : Mengalirkan air pendingin ke cooling tower.

Jenis : *Single-stage centrifugal pump*

Pemilihan Pipa

NPS = 18 in

SCH = 80

OD = 18 in

ID = 17,25 in

Jenis Aliran : Laminer

Kapasitas : 4337,583 gpm

Putaran Pompa :

Effisiensi Motor = 83%

Motor Standar = 4 HP

Jumlah : 2 buah

#### 26. Pompa Utilitas (PU-04)

Fungsi : Mengalirkan air dari cooling tower  
Ke bak air pendingin.

Jenis : *Single-stage centrifugal pump*

##### Pemilihan Pipa

NPS = 18 in

SCH = 80

OD = 18 in

ID = 17,25 in

Jenis Aliran : Transisi

Kapasitas : 4337,583 gpm

Putaran Pompa :

Effisiensi Motor = 81%

Motor Standar = 2 HP

Jumlah : 2 buah

#### 27. Pompa Utilitas (PU-05)

Fungsi : Mengalirkan air dari (T-03) ke (T-04)

Jenis : *Single-stage centrifugal pump*

##### Pemilihan Pipa

NPS = 0,789 in

SCH = 80

OD = 1,32 in

ID = 1,049 in

Jenis Aliran : Laminer

Kapasitas : 4,649 gpm

Putaran Pompa :

Effisiensi Motor = 60%

Motor Standar = 2 HP

Jumlah : 2 buah

#### 28. Pompa Utilitas (PU-06)

Fungsi : Mengalirkan air ke (TU-5) untuk umpan

Pembuatan steam.

Jenis : *Single-stage centrifugal pump*

Pemilihan Pipa

NPS = 6 in

SCH = 80

OD = 1,66 in

ID = 1,38 in

Jenis Aliran : Transisi

Kapasitas : 5,764 gpm

Putaran pompa :

Efisiensi Motor = 60%

Motor Standar = 1 HP

Jumlah : 2

#### 29. Pompa Utilitas (PU-07)

Fungsi : Mengalirkan air untuk pembuatan steam

Jenis : *Single-stage centrifugal pump*

Pemilihan pipa :

NPS = 6 in

SCH	= 80
OD	= 1,32 in
ID	= 5,761 in
Jenis Aliran	: Transisi
Kapasitas	: 4,649 gpm
Putaran Pompa :	
Effisiensi Motor	= 82%
Motor Standar	= 3 HP
Jumlah	: 2 buah

#### **4.7. Organisasi Perusahaan**

Suatu organisasi di dalam perusahaan merupakan hal penting untuk mendukung keberhasilan suatu perusahaan. Struktur organisasi memiliki fungsi untuk mengatur, merencanakan, melaksanakan, serta mengendalikan perusahaan dengan efektif dan efisien. Perlu adanya pemilihan bentuk dan sistem manajemen organisasi yang sesuai dengan kapasitas perusahaan guna untuk mendapatkan keuntungan yang optimal serta pembagian tugas dan wewenang dari setiap pekerja di suatu perusahaan.

##### **4.7.1. Bentuk Perusahaan**

Bentuk perusahaan yang akan dibentuk pada perencanaan pabrik amil asetat ini adalah Perseroan Terbatas (PT). Perseroan terbatas adalah bentuk perusahaan yang modalnya berasal dari penjualan saham, dimana tiap sekutu turut mengambil bagian sebanyak satu saham atau bisa lebih. Saham merupakan surat berharga yang dikeluarkan oleh suatu perusahaan dan orang yang memiliki saham berarti telah menyetorkan modal ke perusahaan, dengan kata lain telah ikut memiliki perusahaan. Dalam perseroan terbatas pemegang saham hanya bertanggung jawab dengan menyetor penuh jumlah yang telah disebutkan dalam tiap saham. Badan usaha ini dipilih karena memiliki kapabilitas untuk dapat memiliki, mengatur dan

mengolah kekayaannya sendiri serta dapat mengumpulkan modal secara efektif.

Berikut beberapa faktor dalam alasan pemilihan bentuk perusahaan ini antara lain :

- a. Mudah untuk mendapatkan modal, yaitu dengan menjual saham perusahaan.
- b. Tanggung jawab pemegang saham terbatas, sehingga kelancaran produksi hanya dipegang oleh pimpinan perusahaan.
- c. Pemilik dan pengurus perusahaan terpisah satu sama lain, pemilik perusahaan adalah para pemegang saham dan pengurus perusahaan adalah direksi beserta stafnya yang diawasi oleh dewan komisaris.
- d. Kelangsungan Perusahaan lebih terjamin, karena tidak berpengaruh dengan berhentinya pemegang saham, direksi beserta stafnya atau karyawan perusahaan.
- e. Efisiensi dari manajemen karena para pemegang saham dapat memilih orang yang ahli sebagai dewan komisaris dan direktur utama yang cukup cakap dan berpengalaman.
- f. Lapangan usaha lebih luas karena suatu Perseroan Terbatas dapat menarik modal yang sangat besar dari masyarakat, sehingga dengan
- g. Modal ini PT dapat memperluas usaha (Widjadja, 2003)

#### **4.7.2. Struktur Organisasi**

Struktur organisasi merupakan salah satu faktor penting yang dapat menunjang kelangsungan dan kemajuan dalam suatu perusahaan. Segala aktifitas di dalam suatu perusahaan akan berjalan secara efektif dan efisien jika setiap komponen dalam perusahaan dapat berfungsi secara optimal. Dengan demikian, struktur organisasi dalam suatu perusahaan dapat menentukan bagian, posisi, tugas, kedudukan, wewenang dan tanggung jawab dari masing-masing pekerja di perusahaan tersebut.

Bentuk struktur organisasi yang sesuai untuk diterapkan pada perusahaan ini adalah sistem *line and staff*, dalam sistem ini garis kekuasaan sederhana dan praktis.

Pembagian tugas dalam sistem ini yaitu seorang karyawan hanya bertanggung jawab pada seorang atasan saja. Perlu adanya dibentuk staff ahli yang terdiri dari orang-orang yang ahli dalam bidangnya untuk mencapai kelancaran produksi.

Pada sistem ini, setiap bawahan hanya mempunyai satu garis tanggung jawab kepada atasannya serta setiap atasan hanya memiliki satu garis komando kepada bawahannya. Adapun pertimbangan lain dalam penggunaan sistem line and staff organization adalah lebih mudah dalam pelaksanaan pengawasan dan pertanggungjawaban serta kemungkinan konsentrasi dan loyalitas tinggi terhadap pekerjaan mengingat prinsip yang dianut oleh sistem ini adalah *“the right man on the right place”*.

Berikut beberapa manfaat adanya struktur organisasi dalam suatu perusahaan antara lain :

Menjelaskan mengenai pembatasan tugas, tanggung jawab dan wewenang.

1. Sebagai bahan orientasi untuk para pejabat.
2. Penempatan pegawai lebih tepat.
3. Penyusunan program pengembangan manajemen.
4. Dapat mengatur kembali langkah kerja serta prosedur kerja yang berlaku jika terbukti kurang lancar.

#### **4.7.3. Deskripsi Jabatan**

Dalam melaksanakan kegiatan usaha, terdiri dari beberapa personil di dalam perseroan terbatas ini, yaitu :

1. Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS)
2. Dewan Komesaris
3. Direktur utama
4. Staff Ahli
5. Kepala bagian
6. Kepala seksi
7. Operator

#### **4.7.4. Tugas dan Wewenang**

Pembagian tugas, wewenang dan tanggung jawab masing-masing bagian adalah sebagai berikut :

a. Rapat Umum Pemegang Saham

Rapat umum Pemegang saham (RUPS) merupakan kekuasaan tertinggi di dalam suatu perusahaan yang terdiri dari beberapa orang atau lembaga yang mengumpulkan modal untuk kepentingan perusahaan. Rapat umum pemegang saham membawahi dewan direksi. Pemegang saham atau pemilik perusahaan merupakan beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk pendirian dan berjalannya operasi perusahaan tersebut. Pada RUPS tersebut pemegang saham memiliki tugas dan wewenang yaitu sebagai berikut :

- Mengangkat dan memberhentikan Dewan Komisaris
- Mengangkat dan memberhentikan Direktur Utama
- Mengesahkan hasil-hasil usaha dan rencana perhitungan untung atau rugi tahunan perusahaan (Widjaja, 2003).

b. Dewan Komisaris

Dewan komisaris merupakan pelaksana yang bertanggung jawab terhadap pemilik saham. Tugas dan wewenang dewan komisaris adalah sebagai berikut :

- Pemegang saham dan penentu kebijakan perusahaan.
- Mengatur dan mengkoordinasi kepentingan para pemegang saham sesuai dengan ketentuan-ketentuan yang ada di dalam anggaran dasar perusahaan.
- Memberikan penilaian serta menyetujui rencana direksi tentang kebijakan umum, target laba perusahaan, alokasi sumber-sumber dana dan pengarahannya.
- Mengawasi tugas-tugas direktur utama.

c. Direktur Utama

Direktur utama adalah pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan bertanggung jawab sepenuhnya terhadap suatu perusahaan. Direktur utama bertanggung jawab kepada dewan komisaris atas segala tindakan dan kebijakan yang telah diambil sebagai pimpinan perusahaan. Direktur utama memiliki tugas dan wewenang sebagai berikut :

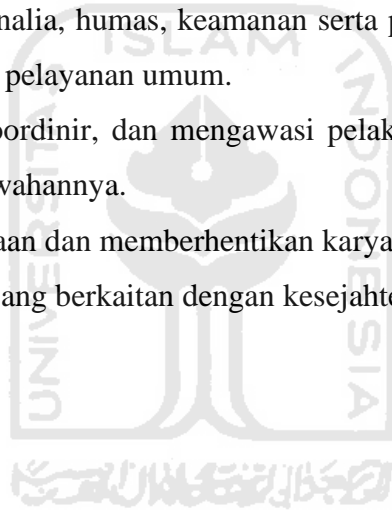


- Mempertanggungjawabkan pekerjaannya pada pemegang saham di akhir masa jabatannya.
- Membuat peraturan yang mengatur jalannya perusahaan.
- Mengendalikan semua sistem produksi perusahaan.
- Menjaga stabilitas organisasi perusahaan dan membuat kontinuitas hubungan yang baik antara pemilik saham, pimpinan, karyawan, dan konsumen.
- Mengangkat dan memberhentikan staff dan karyawan bawahnya.

d. Direktur Administrasi Umum dan Keuangan

Direktur administrasi umum dan keuangan memiliki tugas dan wewenang, yaitu :

- Bertanggung jawab kepada direktur utama dan perusahaan dalam bagian administrasi umum, personalia, humas, keamanan serta perusahaan dalam bidang pemasaran, keuangan, dan pelayanan umum.
- Mengatur, mengkoordinir, dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala bagian yang menjadi bawahannya.
- Mengatur penerimaan dan memberhentikan karyawan.
- Mengatur hal-hal yang berkaitan dengan kesejahteraan karyawan (Widjaja, 2003).



Direktur administrasi umum dan keuangan membawahi:

1. Kepala Bagian Pemasaran

Kepala bagian pemasaran membawahi kepala seksi pembelian dan kepala seksi pemasaran. Berikut merupakan tugas dan wewenang kepala bagian pemasaran, antara lain memimpin, mengkoordinasi, mengawasi, dan mendata semua sirkulasi keuangan termasuk pembelian bahan baku, bahan pembantu, penjualan hasil, dan bertanggung jawab pada pembukuan perusahaan.

Adapun tugas dari kepala seksi pembelian, yaitu :

- a. Melakukan pembelian barang dan peralatan yang dibutuhkan perusahaan yang berkaitan dengan proses produksi.

b. Mengetahui harga pasar dan mutu bahan baku untuk proses produksi.

Sedangkan tugas dari kepala bagian pemasaran, yaitu :

c. Merencanakan strategi penjualan dari hasil produksi pabrik.

d. Mengatur distribusi hasil produksi pabrik.

## 2. Kepala Bagian Administrasi

Kepala bagian administrasi mempunyai tugas dan wewenang, yaitu mengkoordinasi serta bertanggung jawab terhadap kegiatan administrasi pabrik, personalia dan tata usaha (Widjaja, 2003).

Kepala bagian administrasi ini membawahi 2 kepala seksi, yaitu kepala seksi administrasi dan kepala seksi kas/anggaran. Keduanya memiliki tugas dan wewenang yang berbeda. Tugas dan wewenang kepala seksi administrasi yaitu bertanggung jawab terhadap pembukuan dan hal-hal yang berkaitan dengan keuangan. Sedangkan untuk tugas dan wewenang kepala seksi kas/anggaran yaitu bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan dengan rumah tangga perusahaan serta tata usaha kantor.

## 3. Kepala Bagian Umum

Kepala bagian umum membawahi kepala seksi personalia, kepala seksi hubungan masyarakat (humas) dan keamanan. Tugas dan wewenang kepala bagian umum, yaitu :

- Melayani kepentingan perusahaan yang berkaitan dengan masyarakat sekitar.
- Mengatur pelayanan keamanan dan kesejahteraan bagi seluruh karyawan.
- Mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya.

Kepala seksi personalia memiliki tugas dan wewenang yaitu mengkoordinasi kegiatan yang berhubungan dengan kepegawaian serta mengusahakan disiplin kerja yang tinggi dalam menciptakan kondisi kerja yang tenang dan dinamis. Sedangkan untuk kepala seksi humas dan keamanan memiliki tugas dan wewenang yaitu menyelenggarakan kegiatan yang berkaitan dengan perusahaan, pemerintah, dan masyarakat serta menjaga semua bangunan pabrik dan fasilitas perusahaan.

## e. Direktur Teknik dan Produksi

Direktur teknik dan produksi bertanggung jawab atas kelancaran teknik dan proses produksi. Tugas dan wewenang direktur teknik dan produksi antara lain :

- Mengusahakan barang-barang yang dibutuhkan oleh perusahaan dapat diadakan dengan cara pembelian, dimana pertimbangan yang digunakan adalah pelayanan yang baik, harga murah, kualitas tinggi dari supplier.
- Mengkoordinasi dan mengawasi pelaksanaan pembelian di perusahaan, termasuk pemberian upah terhadap pihak luar atas jasanya dalam penyempurnaan barang-barang perusahaan yang bermanfaat untuk bidang pemasaran sesuai dengan kebijaksanaan yang telah ditetapkan.
- Menentukan standar kualitas produk serta mengatur segala kepentingan proses produksi pabrik dari bahan baku hingga menghasilkan produk.
- Membuat laporan mengenai hasil produksi kepada pimpinan perusahaan.
- Melakukan pengujian bahan baku, bahan yang sedang diproses dan bahan jadi (Widjaja, 2003).

Direktur teknik dan produksi membawahi:

#### 1. Kepala Bagian Teknik

Adapun tugas dan wewenang daripada kepala bagian teknik adalah bertanggung jawab kepada direktur teknik dan produksi terhadap pengelolaan pabrik secara teknis yang meliputi pemeliharaan alat, bengkel, gudang serta penyediaan listrik. Kepala bagian teknik ini membawahi :

##### a. Kepala Seksi Instrumentasi, Listrik dan Perlengkapan

Tugas dan wewenang kepala seksi instrumentasi, listrik, dan perlengkapan yaitu bertanggung jawab terhadap penyediaan listrik serta alat-alat instrumentasi pabrik.

##### b. Kepala Seksi K3

Tugas dan wewenang kepala seksi K3 yaitu bertanggung jawab terhadap kesehatan dan keselamatan kerja para pegawai.

#### 2. Kepala Bagian Produksi

Kepala bagian produksi memiliki tugas dan wewenang yaitu bertanggung jawab kepada direktur teknik dan produksi dalam bidang mutu dan kelancaran proses produksi. Kepala bagian ini membawahi :

a. Kepala Seksi Proses

Tugas dan wewenang kepala seksi proses yaitu mengawasi jalannya proses produksi agar berjalan dengan lancar.

b. Kepala Seksi Laboratorium dan Pengendalian Mutu (QC)

Tugas dan wewenang kepala seksi laboratorium dan pengendalian mutu (QC) yaitu memantau dan menganalisa mutu bahan baku dan bahan pembantu, mutu produksi serta pengolahan limbah.

c. Kepala Seksi Penelitian dan Pengembangan.

Tugas dan wewenang kepala seksi penelitian dan pengembangan yaitu mengkoordinir kegiatan yang berhubungan dengan peningkatan produksi dan efisiensi proses.

d. Kepala Seksi Utilitas

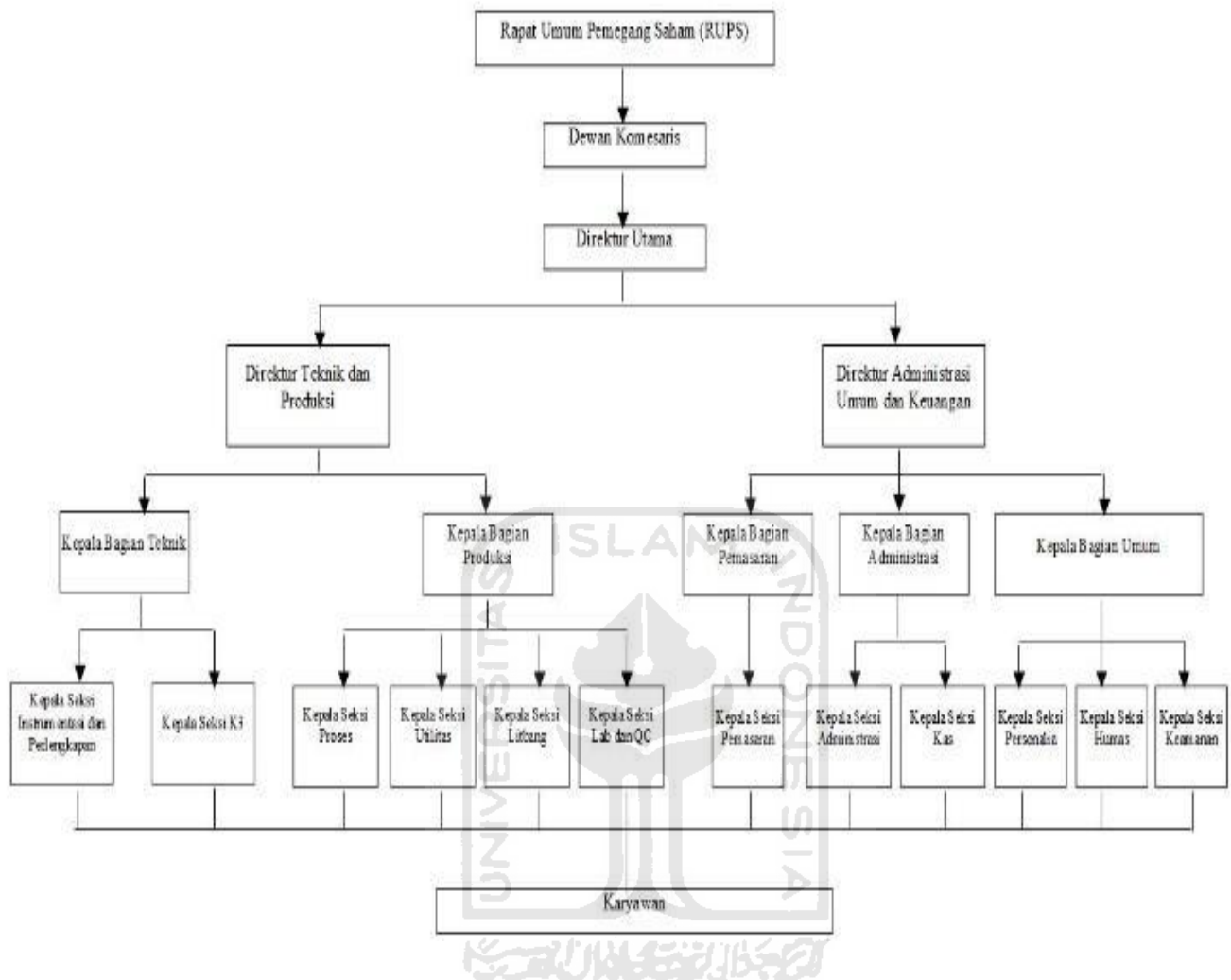
Tugas dan wewenang kepala seksi utilitas yaitu bertanggung jawab terhadap air, *steam*, bahan bakar serta udara tekan untuk proses maupun instrumentasi.

f. Staff Ahli

Staff ahli terdiri dari tenaga - tenaga ahli yang memiliki tugas membantu direktur dalam menjalankan tugasnya, baik yang berhubungan dengan teknik maupun administrasi. Staff ahli bertanggung jawab kepada direktur utama sesuai dengan bidang keahlian masing – masing. Tugas dan wewenang staff ahli adalah sebagai berikut :

- Mengadakan evaluasi bidang teknik dan ekonomi perusahaan.
- Memberikan masukan-masukan dalam perencanaan dan pengembangan perusahaan.
- Memberikan saran - saran dalam bidang hukum (Widjaja, 2003).

Adapun struktur organisasi daripada pabrik disajikan pada gambar 4.6.sebagai berikut :



Gambar 4.6. Struktur organisasi

#### 4.7.5. Pembagian Jam Kerja Karyawan

Pada perancangan pabrik amil asetat ini direncanakan beroperasi setiap hari dan proses produksi berlangsung sesuai jam kerja efektif selama 24 jam/hari. Pembagian jam kerja karyawan dibagi menjadi dua golongan yaitu karyawan *shift* dan *non shift*.

##### 4.7.5.1. Karyawan *Non-Shift*

Karyawan *non-shift* merupakan karyawan yang tidak berhubungan langsung untuk menangani proses produksi. Karyawan yang dimaksud adalah direktur, staff ahli, kepala bagian, kepala seksi dan karyawan kantor. Jam kerja

karyawan non shift ditetapkan seperti dalam undang-undang no.13 tahun 2003 pasal 77-75. Karyawan *non-shift* dalam seminggu akan bekerja selama lima hari. Adapun pembagian waktu kerjanya sebagai berikut :

a. Senin – Kamis

- Jam Kerja : 08.000 – 12.00 dan 13.00 – 17.00
- Jam Istirahat : 12.00 – 13.00

b. Jumat

- Jam Kerja : 08.00 – 11.30 dan 13.30 – 17.30
- Jam Istirahat : 11.30 – 13.30

#### 4.7.5.2 Karyawan *Shift*

Karyawan *shift* merupakan karyawan yang menangani langsung proses produksi dan mengatur bagian dari pabrik yang masih berhubungan dengan masalah keamanan dan kelancaran produksi yang membutuhkan kendali dan pengawasan 24 jam pada produksi. Yang termasuk karyawan shift adalah operator control room, operator pada shelter pabrik, Bagian keamanan, Bagian K3L serta bagian bagian yang berpengaruh penting dalam menjaga keselamatan dan keamanan pabrik. Karyawan *shift* dalam sehari akan bekerja selama 8 jam dan 1 hari libur. Adapun pembagian jam kerja dibagi menjadi 3 *shift* kerja sebagai berikut :

- a. Shift Pagi : 08.00 – 16.00
- b. Shift Sore : 16.00 – 00.00
- c. Shift Malam : 00.00 – 08.00

Karyawan *shift* dikelompokkan menjadi empat kelompok, yaitu *shift* A, B, C dan D. Dimana selama satu hari kerja, tiga kelompok *shift* masuk bekerja satu *shift* libur secara bergantian. Pada hari libur atau hari besar yang ditetapkan pemerintah, kelompok yang bertugas tetap harus masuk. Tiap kelompok *shift* terdiri dari seksi listrik/instrumentasi, pemeliharaan dan

bengkel, proses, utilitas dan laboratorium. Jadwal pergantian *shift* dapat dilihat pada tabel 4.23.

Tabel 4.24. Jadwal Pergantian Kelompok *Shift*

Hari/ Regu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	P	P	P	L	M	M	M	L	S	S
B	S	S	L	P	P	P	L	M	M	M
C	M	L	S	S	S	L	P	P	L	L
D	L	M	M	M	L	S	S	S	P	P

Hari/ Regu	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
A	S	L	P	P	P	L	M	M	M	L
B	L	S	S	S	L	P	P	P	L	M
C	M	M	M	L	S	S	S	L	P	P
D	P	P	L	M	M	M	L	S	S	S

Hari/ Regu	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
A	S	S	S	L	P	P	P	L	M	M
B	M	M	L	S	S	S	L	P	P	P
C	P	L	M	M	M	L	S	S	S	L
D	L	P	P	P	L	M	M	M	L	S

Keterangan :

P = *Shift* pagi

S = *Shift* siang

M = *Shift* malam

L = Libur

Waktu istirahat untuk karyawan *shift* dibagi menjadi dua periode. Hal ini bertujuan agar waktu istirahat tidak mengganggu jalannya produksi. Perincian jadwal istirahat pegawai *shift* sebagai berikut :

- a. *Shift* pagi : 11.30 – 12.30 WIB dan 12.30 – 13.30 WIB
- b. *Shift* sore : 18.30 – 19.30 WIB dan 19.30 – 20.30 WIB
- c. *Shift* malam : 02.30 – 03.30 WIB dan 03.30 – 04.30 WIB

#### **4.7.6. Hari Libur Karyawan**

Karyawan diberikan waktu cuti dalam kurun waktu setahun selama menjalankan tugasnya. Hari libur tersebut antara lain:

##### **4.7.6.1. Cuti Tahunan**

Setiap karyawan memiliki hak cuti tahunan selama 12 hari tiap tahunnya. Jika dalam waktu 1 tahun hak cuti tersebut tidak dipergunakan maka hak tersebut akan hilang untuk tahun yang bersangkutan.

##### **4.7.6.2. Hari Libur Nasional**

Bagi karyawan *non-shift*, hari libur nasional dianggap sebagai hari libur, sedangkan untuk karyawan *shift*, hari libur nasional tetap masuk kerja dengan catatan hari itu diperhitungkan sebagai kerja lembur.

##### **4.7.6.3. Kerja Lembur (*Over Time*)**

Kerja lembur diadakan jika ada karyawan *shift* yang mengambil cuti. Tugas karyawan ini diambil alih oleh karyawan dari *shift* lain dan dianggap sebagai kerja lembur. Sedangkan untuk karyawan harian kerja lembur terjadi jika karyawan sedang bertugas di luar jam kerja, karena ada gangguan di pabrik, revisi tahunan atau ada pekerjaan yang harus diselesaikan pada batas waktu tertentu dengan izin dari atasan.

#### **4.7.7. Sistem Gaji Karyawan**

Sistem gaji karyawan dibayarkan pada tanggal 1 disetiap bulannya. Bila tanggal tersebut merupakan hari libur, maka pembayaran gaji akan dilakukan



sehari sebelumnya. Besar gaji yang diberikan didasarkan dari kedudukan atau jabatan dalam perusahaan. pemberian gaji disesuaikan juga dengan UMR (Upah Minimum Rakyat) di kota Solo yaitu sebesar Rp. 1.956.000 Adapun perincian gaji karyawan terdapat dalam tabel 4.24 sebagai berikut :

Tabel 4.25. perincian gaji karyawan

<b>Jabatan</b>	<b>Jmlh</b>	<b>Gaji/Bulan (Rp)</b>	<b>Total Gaji/Bulan(R p)</b>	<b>Total Gaji/Tahun(R p)</b>
Direktur Utama	1	40.000.000	40.000.000	480.000.000
Direktur Teknik dan Produksi	1	30.000.000	30.000.000	360.000.000
Direktur Keuangan dan Umum	1	30.000.000	30.000.000	360.000.000
Staff Ahli	1	15.000.000	15.000.000	180.000.000
Ka. Bag Umum	1	17.000.000	17.000.000	204.000.000
Ka. Bag. Pemasaran	1	20.000.000	20.000.000	240.000.000
Ka. Bag. Keuangan	1	20.000.000	20.000.000	240.000.000
Ka. Bag. Teknik	1	20.000.000	20.000.000	240.000.000
Ka. Bag. Produksi	1	20.000.000	20.000.000	240.000.000
Ka. Sek. Instrumentasi dan Perlengkapan	1	15.000.000	15.000.000	180.000.000
Ka. Sek. Personalia	1	15.000.000	15.000.000	180.000.000
Ka. Sek. Humas	1	15.000.000	15.000.000	180.000.000
Ka. Sek. Keamanan	1	15.000.000	15.000.000	180.000.000
Ka. Sek. Pengendalian Mutu	1	15.000.000	15.000.000	180.000.000
Ka. Sek. Pemasaran	1	15.000.000	15.000.000	180.000.000
Ka. Sek. Administrasi	1	15.000.000	15.000.000	180.000.000

Ka. Sek.	1	15.000.000	15.000.000	180.000.000
Kas/Anggaran				
Ka. Sek. Proses	1	15.000.000	15.000.000	180.000.000
Ka. Sek. K3	1	15.000.000	15.000.000	180.000.000
Ka. Sek.	1	15.000.000	15.000.000	180.000.000
Laboratorium				
Ka. Sek. Utilitas	1	15.000.000	15.000.000	180.000.000
Ka. Sek. Litbang	1	15.000.000	15.000.000	180.000.000
Karyawan	3	8.000.000	24.000.000	288.000.000
Personalia				
Karyawan Humas	3	7.000.000	21.000.000	252.000.000
Karyawan	3	7.000.000	21.000.000	252.000.000
Keamanan				
Karyawan	3	7.000.000	21.000.000	252.000.000
Pengendalian Mutu				
Karyawan	3	7.000.000	21.000.000	252.000.000
Pemasaran				
Karyawan	3	7.000.000	21.000.000	252.000.000
Administrasi				
Karyawan	3	7.000.000	21.000.000	252.000.000
Kas/Anggaran				
Karyawan Proses	7	7.000.000	49.000.000	588.000.000
Karyawan	5	7.000.000	35.000.000	420.000.000
Instrumentasi dan				
Perlengkapan				
Karyawan	5	7.000.000	35.000.000	420.000.000
Laboratorium				
Karyawan	6	7.000.000	42.000.000	504.000.000
Pengendali				
Lapangan				
Karyawan Utilitas	5	7.000.000	35.000.000	420.000.000

Karyawan K3	5	7.000.000	35.000.000	420.000.000
Karyawan Litbang	4	7.000.000	28.000.000	336.000.000
Dokter	2	10.000.000	20.000.000	240.000.000
Paramedis	4	8.000.000	32.000.000	384.000.000
Sopir	6	3.500.000	21.000.000	252.000.000
Librarian	2	3.500.000	7.000.000	84.000.000
Cleaning Service	8	3.500.000	28.000.000	336.000.000
Satpam	8	3.500.000	28.000.000	336.000.000
$\Sigma$ :	110		952.000.000	11.424.000.000

#### 4.7.8. Kesejahteraan Sosial Karyawan

Sebagai sarana kesejahteraan, seluruh karyawan di pabrik selain menerima gaji setiap bulan, akan mendapatkan jaminan sosial berupa fasilitas-fasilitas dan tunjangan yang dapat memberikan kesejahteraan kepada karyawannya. Kesejahteraan bagi karyawan merupakan salah satu faktor yang dapat menyebabkan efektivitas dan etos kerja pada perusahaan meningkat. Berikut merupakan kesejahteraan yang diberikan kepada karyawan yaitu :

##### A. Tunjangan

- Tunjangan berupa gaji pokok yang diberikan berdasarkan golongan karyawan yang bersangkutan.
- Tunjangan jabatan yang diberikan berdasarkan jabatan bagi setiap karyawan.
- Tunjangan hari raya yang diberikan dalam bentuk uang selambat-lambatnya tujuh hari sebelum hari raya keagamaan.
- Tunjangan rumah sakit dan kematian diberikan kepada pegawai yang sakit atau meninggal dunia bukan atau oleh kecelakaan kerja.
- Tunjangan dinas luar meliputi biaya *transport* dan biaya makan selama menjalankan tugas diluar perusahaan.
- Tunjangan lembur yang diberikan kepada karyawan yang bekerja diluar jam kerja berdasarkan jumlah jam kerjanya.

- Tunjangan pensiun sesuai dengan undang-undang yang berlaku.
- Tunjangan untuk istri dan anak.

#### B. Cuti

- Diberikan kepada setiap karyawan untuk berhak memperoleh 1 hari cuti dalam sebulan atau 12 hari dalam setahun.
- Cuti sakit diberikan kepada karyawan yang menderita sakit berdasarkan keterangan dokter.
- Cuti bersalin atau melahirkan khusus untuk karyawan perempuan. Cuti ini diambil sebelum, saat dan setelah melahirkan. Jatah cuti yang diberikan selama 3 bulan dan selama cuti tersebut gaji tetap dibayarkan.
- Cuti bersama diberikan pada hari kurang efektif di antara libur, akhir pekan atau hari raya besar keagamaan atau peringatan hari besar nasional.
- Cuti ibadah diberikan perusahaan kepada karyawan yang hendak melakukan ibadah seperti ibadah haji / ibadah umroh dengan melampirkan surat dari instansi terkait.

#### C. .Baju Dinas

Setiap karyawan berhak untuk menerima baju dinas yang telah disediakan oleh perusahaan guna dipakai saat bekerja. Perusahaan memberikan dua pasang pakaian setiap tahun guna untuk menghindari kesenjangan antar karyawan, serta menyediakan Alat Pelindung Diri (APD).

#### D. Poliklinik

Faktor kesehatan karyawan merupakan hal yang sangat berpengaruh. Oleh karena itu, perusahaan menyediakan fasilitas poliklinik yang ditangani oleh dokter dan perawat serta keperluan obat-obatan. Berikut merupakan ketentuan tanggungan perusahaan yang didapatkan pada karyawan, antara lain :

- Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit yang disebabkan oleh kerja ditanggung perusahaan.
- Biaya pengobatan bagi karyawan yang tidak menderita sakit tetapi tidak disebabkan karena kecelakaan kerja ditanggung perusahaan.

#### E. Jaminan Tenaga Kerja (Jamsostek)

Jamsostek merupakan asuransi pertanggungjawaban jiwa dan asuransi kecelakaan. Bertujuan untuk memberikan rasa aman kepada para karyawan ketika sedang menjalankan tugasnya. Asuransi tenaga kerja diberikan oleh perusahaan bila karyawannya lebih dari 10 orang.

#### F. Koperasi

Koperasi karyawan memberikan kemudahan karyawan dalam simpan pinjam untuk memenuhi kebutuhan pokok dan perlengkapan rumah tangga serta kebutuhan lainnya.

#### G. Tempat ibadah

Perusahaan membangun tempat ibadah agar karyawan tetap melakukan kewajiban ibadah dengan tepat waktu.

#### H. Transportasi

Untuk meningkatkan produktifitas dan mendukung mobilitas karyawan perusahaan, perusahaan memberikan uang transportasi yang diterima bersamaan dengan upah pada setiap bulannya, selain itu perusahaan juga memberikan fasilitas kendaraan operasional untuk mendukung semua kegiatan perusahaan.

### **4.7.9. Kesehatan dan Keselamatan Kerja**

Keselamatan dan Kesehatan Kerja harus menjadi prioritas utama dalam suatu perusahaan untuk tenaga kerjanya dalam menghindari resiko kecelakaan saat kerja yang dapat terjadi kapan dan dimana saja. Undang-Undang yang mengatur Keselamatan dan Kesehatan Kerja dimuat pada UU No. 1/1970 dan No. 23/1992.

Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) adalah suatu sistem program yang dibuat bagi karyawan maupun pengusaha yang bertujuan

sebagai upaya pencegahan (preventif) timbulnya kecelakaan kerja dan penyakit akibat hubungan kerja dalam lingkungan kerja dengan cara mengenali hal-hal yang berpotensi menimbulkan kecelakaan kerja dan penyakit akibat hubungan kerja serta tindakan antisipatif bila terjadi hal demikian.

Ruang lingkup dari bagian keselamatan kerja secara umum antara lain sebagai berikut :

1. Mencegah dan mengurangi kecelakaan, kebakaran, bahaya bahan kimia dan penyakit yang timbul akibat kerja.
2. Mengamankan alat-alat instalasi, alat-alat produksi, dan bahan-bahan produksi.
3. Menciptakan lingkungan kerja yang aman dan nyaman.

#### **4.7.10. Perencanaan Produksi**

Dalam penyusunan perencanaan produksi ada beberapa hal yang perlu dipertimbangkan yaitu meliputi faktor eksternal dan internal. Yang mana faktor eksternal merupakan kemampuan pasar terhadap jumlah produk yang dihasilkan, sedangkan faktor internal adalah kemampuan pabrik dalam memproduksi.

##### **4.7.10.1 Kemampuan Pasar**

Kemampuan pasar dibagi menjadi 2 yaitu :

1. Kemampuan pasar lebih besar dibandingkan kemampuan produksi pabrik, maka rencana produksi pabrik harus ditingkatkan.
2. Kemampuan pasar lebih kecil dari kemampuan produksi pabrik.

Terdapat tiga solusi alternative yang dapat dipertimbangkan, yaitu:

- a. Perencanaan produksi menyesuaikan dengan kemampuan pasar atau produksi diturunkan sesuai dengan permintaan pasar, dengan mempertimbangkan untung rugi.
- b. Perencanaan produksi tetap dengan meningkatkan pelayanan baru dengan mempertimbangkan untung rugi. Memperluas daerah pasar lain seperti negara negara lain.

#### **4.7.10.2 Kemampuan Pabrik**

Kemampuan pabrik dapat ditentukan oleh beberapa faktor, seperti:

1. Material (Bahan Baku)

Dengan menggunakan perbandingan untuk memenuhi kualitas dan kuantitas maka akan tercapat targetan produksi yang diinginkan.

2. Sumber daya manusia (SDM)

Keterampilan tenaga kerja akan mempengaruhi produktifitas pabrik, maka sebelum karyawan menempati posisi dalam perusahaan harus dilakukan program pelatihan (training) untuk membentuk pola pikir serta keterampilan pada karyawan.

3. Mesin (peralatan)

Terdapat dua hal yang berpengaruh terhadap kehandalan dan kemampuan peralatan, yaitu kemampuan jam operasi mesin dan kapasitas mesin. Jam operasi mesin menentukan efisiensi produksi mesin.

#### **4.7.11 Pengendalian Produksi**

Pengendalian produksi harus dilakukan setelah perencanaan produksi berjalan stabil agar proses berjalan sesuai yang telah direncanakan. Kegiatan proses produksi diharapkan dapat menghasilkan produk sesuai dengan standar mutu, serta jumlah produksi yang sesuai dengan perencanaan, dan tepat waktu. Untuk itu perlu dilaksanakan pengendalian produksi yang meliputi :

- a. Pengendalian kualitas

Pengendalian kualitas dilakukan untuk menjaga kualitas mutu produk. Penyimpangan dapat diketahui jika hasil produk tidak sesuai dengan standar mutu.

- b. Pengendalian kuantitas

Penyimpangan kuantitas bias terjadi dikarenakan kesalahan operator, kerusakan mesin, keterlambatan datangnya bahan baku,

perbaikan alat yang diluar jadwal dan faktor pengaruh produksi lainnya. Perlu diadakannya pemantauan dan identifikasi secara rutin pada proses produksi untuk menghindari penyimpangan yang terjadi.

c. Pengendalian waktu

Perencanaan waktu harus disusun secara baik agar tersusun waktu datangnya bahan baku, waktu produksi, serta waktu pemasaran untuk menjaga kualitas dari produk.

#### 4.8. Evaluasi Ekonomi

Pada perancangan pabrik amil asetat ini dilakukan evaluasi atau analisa ekonomi untuk dengan maksud untuk mengetahui apakah pabrik ini menguntungkan atau tidak jika didirikan. Analisis ekonomi dipakai untuk memperoleh perkiraan atau estimasi tentang kelayakan investasi modal dalam kegiatan produksi suatu pabrik dengan melihat dari kebutuhan modal investasi, besarnya laba yang akan diperoleh, lamanya modal investasi yang dikembalikan dan terjadi titik impas dimana total biaya produksi sama dengan euntungan yang diperoleh. Hal yang terpenting dari perancangan pabrik ini adalah estimasi harga pada alat-alat proses karena harga digunakan sebagai dasar untuk estimasi analisis ekonomi.

Berikut merupakan beberapa analisis kelayakan investasi modal pada sebuah perancangan pabrik amil asetat , antara lain :

1. *Return On Investment* (ROI)
2. *Pay Out Time* (POT)
3. *Discounted Cash Flow* (DCF)
4. *Break Even Point* (BPE)
5. *Shut Down Point* (SDP)

Sebelum dilakukannya analisa terhadap kelima faktor diatas, maka perlu adanya penaksiran terhadap beberapa faktor, yaitu :

1. Penaksiran modal industri (*Total Capital Investment* )



*Capital Investment* merupakan banyaknya pengeluaran yang diperlukan dalam pabrik untuk fasilitas – fasilitas produktif. *Capital Investment* meliputi :

- a. Modal Tetap (*Fixed Capital Investment*)
  - b. Modal Kerja (*Working Capital*)
2. Penentuan biaya produksi total (*Total Production Costs*), terdiri dari :
- a. Biaya pengeluaran (*Manufacturing Costs*)
  - b. Biaya pengeluaran umum (*General Expense*)
3. Pendapatan modal

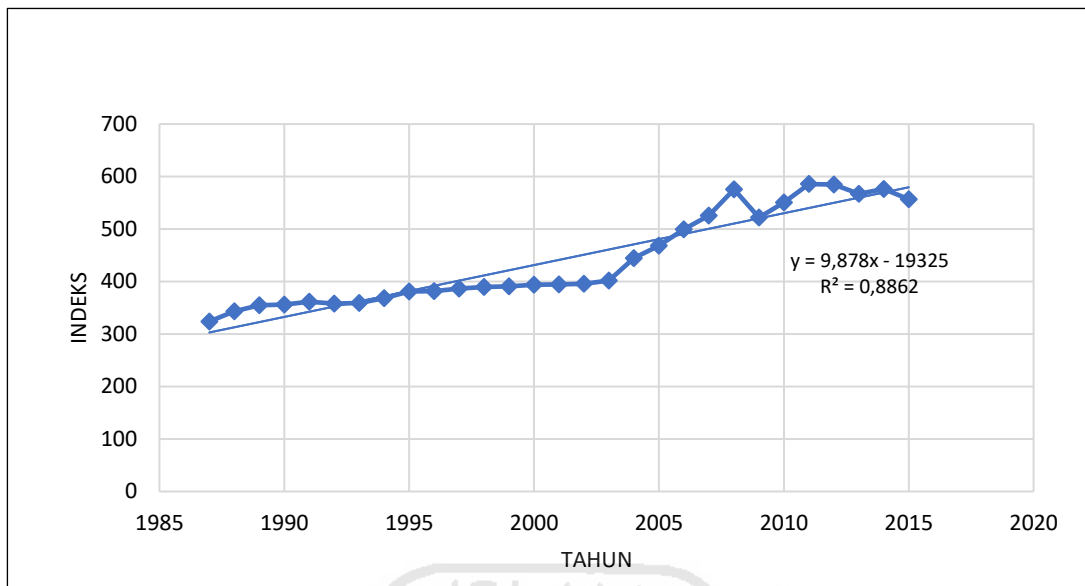
Untuk mengetahui titik impas, maka perlu dilakukan perkiraan terhadap:

- a. Biaya tetap (*Fixed Cost*)
  - b. Biaya variabel (*Variable Cost*)
  - c. Biaya mengambang (*Regulated Cost*)
4. Total pendapatan penjualan produk *Amil asetat*

#### **4.8.1. Penaksiran Harga Alat**

Harga peralatan proses dalam pabrik selalu mengalami perubahan setiap tahunnya. Sehingga dapat diperkirakan dengan metode yang dikonversikan dengan keadaan pada saat ini. Penentuan harga peralatan proses setiap tahunnya berdasarkan dari data indeks harga.

Pabrik amil asetat beroperasi selama satu tahun produksi yaitu 330 hari. Berdasarkan data harga indeks tiap tahun tersebut, maka dilakukan regresi linear untuk mendapatkan harga indeks pada tahun perancangan pabrik yaitu tahun 2024. Regresi linear dapat dilihat pada gambar 4.5.



Gambar 4.5 Grafik Regresi linear

Dari grafik tersebut diperoleh persamaan  $y = 9,878x - 19325$ . Dengan menggunakan persamaan tersebut maka dapat dicari harga indeks pada tahun pabrik amil asetat ini akan didirikan. Pada tahun 2024 diperoleh perkiraan index harga sebesar 668,072r. Harga alat dan lainnya diperkirakan pada tahun evaluasi dapat dilihat dari grafik pada referensi (Peters dan Timmerhaus, pada tahun 1990 dan Aries dan Newton, pada tahun 1955). Maka harga alat pada tahun evaluasi dapat dicari dengan persamaan :

$$E_x = E_y \frac{N_x}{N_y} \quad (\text{Aries dan Newton, 1955})$$

Dengan keterangan :

$E_x$  : Harga pembelian pada tahun 2022

$E_y$  : Harga pembelian pada tahun referensi

$N_x$  : Indeks harga pada tahun 2024

$N_y$  : Indeks harga tahun referensi

#### 4.8.2. Dasar Perhitungan

Kapasitas produksi amil asetat	=	40.000 ton/tahun
Satu tahun operasi	=	330 hari
Umur pabrik	=	10 tahun
Pabrik didirikan pada tahun	=	2022
Kurs mata uang	=	1 US\$ = Rp 14.764,-
Harga bahan baku (CH <sub>3</sub> COOH)	=	\$3,00
Harga bahan baku (C <sub>5</sub> H <sub>11</sub> OH)	=	\$2,00
Harga Amberlyst 15	=	\$6,00
Harga Jual (amil asetat)	=	\$9,50

#### 4.8.3. Perhitungan Biaya

##### 4.8.3.1 *Capital Investment*

*Capital Investment* merupakan banyaknya pengeluaran yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas-fasilitas produktif pabrik serta untuk menjalankannya. Ada 2 macam *capital investment* yaitu :

a. Modal Tetap (*Fixed Capital Investment*)

*Fixed Capital Investment* adalah banyaknya biaya yang diberikan untuk keperluan pendirian fasilitas – fasilitas pendukung dalam pabrik.

b. Modal Kerja (*Working Capital Investment*)

*Working Capital Investment* adalah banyaknya biaya yang dikeluarkan untuk menjalankan usaha atau modal yang digunakan dalam menjalankan operasi dari suatu pabrik selama waktu tertentu.

Modal dapat didapatkan dari uang sendiri dan juga dari pinjaman bank. Perbandingan jumlah uang sendiri atau *equility* dengan jumlah pinjaman dari bank tergantung dari perbandingan antara pinjaman dan uang sendiri yaitu sebesar 30:70 atau 40:60

atau kebijakan lain tentang rasio modal tersebut. Karena penanaman modal dengan harapan mendapatkan keuntungan dari modal yang ditanamkan, maka ciri-ciri investasi yang baik adalah:

- a. Investasi dapat cepat kembali
- b. Aman, baik secara hukum, teknologi, dan lain sebagainya.
- c. Menghasilkan keuntungan yang besar (maksimum)

#### **4.8.3.2 Manufacturing Cost**

*Manufacturing Cost* merupakan biaya yang diperlukan untuk menghasilkan suatu produk. Yang merupakan bagian dari *Manufacturing Cost* meliputi

- a. *Direct Cost*

*Direct Cost* adalah pengeluaran yang berhubungan langsung dengan pembuatan produk.

- b. *Indirect Cost*

*Indirect Cost* adalah pengeluaran yang tidak langsung dengan pembuatan produk.

- c. *Fixed Cost*

*Fixed Cost* adalah biaya – biaya tertentu yang selalu dikeluarkan baik pada saat pabrik beroperasi maupun tidak yang pengeluarannya bersifat tidak tergantung waktu dan tingkat produksi.

#### **4.8.3.3. General Expense**

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

- a. Administrasi

Biaya yang termasuk dalam administrasi adalah management salaries, legal fees and auditing, dan biaya peralatan kantor. Besarnya biaya administrasi diperkirakan 2-3% hasil penjualan atau 3-6% dari manufacturing cost.

b. Sales

Sales merupakan pengeluaran yang dilakukan berkaitan dengan penjualan produk, misalnya biaya distribusi dan iklan. Besarnya biaya sales diperkirakan 3-12% harga jual atau 5-22% dari *manufacturing cost*. Untuk produk standar kebutuhan sales expense kecil dan untuk produk baru yang perlu diperkenalkan sales expense besar.

c. Riset

Riset merupakan penelitian yang diperlukan untuk menjaga mutu dan inovasi di masa depan. Untuk industri kimia, dana riset sebesar 2,8% dari hasil penjualan.

#### **4.8.4. Analisa Kelayakan**

Analisa kelayakan digunakan untuk dapat mengetahui keuntungan yang diperoleh tergolong besar atau tidak, sehingga dapat dikategorikan apakah pabrik tersebut potensial atau tidak, maka perlu dilakukan suatu analisa atau evaluasi kelayakan. Untuk menyatakan kelayakan dapat dilakukan dengan cara berikut :

##### **4.8.4.1 Return On Investment (ROI)**

*Return On Investment* merupakan tingkat keuntungan yang dihasilkan dari tingkat investasi yang dikeluarkan. ROI digunakan sebagai bahan pertimbangan dikarenakan dapat menunjukkan berapa lama pengembalian investasi berdasarkan keuntungan dalam perhitungan.

Keuntungan atau profit dapat dihitung berdasarkan annual sales (Sa) dan total manufacturing cost. Finance akan dihitung sebagai bahan untuk pengembalian investasi selama pembangunan

pabrik. Finance akan berkontribusi terhadap cash flow dari pabrik. *Return On Investment* dapat dirumuskan sebagai berikut:

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

#### 4.8.4.2 *Pay Out Time (POT)*

*Pay Out time* merupakan waktu pengembalian modal yang dihasilkan berdasarkan keuntungan yang diperoleh. Perhitungan ini digunakan untuk mengetahui berapa tahun investasi yang telah dilakukan akan kembali. *Pay Out Time* dapat berupa :

- a. Jumlah tahun yang berjalan, sebelum didapatkan suatu penerimaan yang melebihi dari investasi awal atau jumlah tahun yang diperlukan untuk kembalinya capital investment dengan profit sebelum dikurangi depresiasi.
- b. Waktu minimum teoritis yang dibutuhkan untuk pengembalian modal tetap yang ditanamkan investor atas dasar keuntungan setiap tahun serta ditambahkan dengan penyusutan.
- c. Waktu pengendalian modal dihasilkan berdasarkan keuntungan yang didapatkan. Perhitungan tersebut digunakan untuk mengetahui berapa lama waktu yang diperlukan untuk pengembalian investasi yang telah dilakukan.
- d. Pabrik dengan resiko rendah memiliki POT Maksimal 5 tahun, diamping itu pabrik yang memiliki resiko tinggi memiliki nilai POT maksimal 5 tahun.

POT dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{POT} = \frac{\text{Fixed Capital Investment}}{(\text{Keuntungan Tahunan} + \text{Depresiasi})}$$

#### 4.8.4.3 Break Even Point (BEP)

*Break Even Point* merupakan titik impas produksi yang menunjukkan perpotongan antara garis total cost dan sales, dimana pabrik tidak memperoleh keuntungan maupun kerugian dari hasil penjualan produk. Sehingga dapat dikatakan bahwa perusahaan yang mencapai titik *break even point* adalah perusahaan yang telah memiliki kesetaraan antara modal yang dikeluarkan untuk proses produksi dengan pendapatan produk yang dihasilkan.

*Break Even Point* dapat dirumuskan sebagai berikut :

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

Dimana :

Fa : *Annual Fixed Manufacturing Cost* pada produksi maksimum

Ra : *Annual Regulated Expenses* pada produksi maksimum

Va : *Annual Variable Value* pada produksi maksimum

Sa : *Annual Sales Value* pada produksi maksimum

Untuk mendapatkan keuntungan atau laba secara maksimal dapat dilakukan beberapa langkah sebagai berikut :

- Menekan sebisa mungkin biaya produksi atau biaya operasional sekecil-kecilnya, serendah-rendahnya tetapi tingkat harga, kualitas, maupun kuantitasnya tepat dipertahankan sebisanya.
- Penentuan harga jual sedemikian rupa menyesuaikan tingkat keuntungan yang diinginkan/dikehendaki.
- Volume kegiatan ditingkatkan dengan semaksimal mungkin.

#### 4.8.4.4 Shut Down Point (SDP)

*Shut Down Point* (SDP) dapat diartikan sebagai berikut:

1. Suatu titik penentuan suatu aktivitas produksi dihentikan, karena *Variable Cost* yang terlalu tinggi, atau karena keputusan manajemen akibat tidak ekonomisnya suatu aktivitas produksi atau dengan kata lain tidak menghasilkan *profit*.

2. Kapasitas minimal suatu pabrik dapat mencapai kapasitas produk yang telah ditargetkan dalam satu tahun. Pabrik akan berhenti beroperasi dan tutup jika tidak mampu mencapai persen minimal kapasitas dalam waktu satu tahun.
3. Level produksi dimana biaya untuk melanjutkan operasi pabrik akan lebih mahal daripada biaya untuk menutup pabrik dan membayar *Fixed Cost*.
4. Merupakan titik dimana pabrik berhenti berproduksi sehingga pabrik harus berhenti atau tutup.

SDP dapat dirumuskan sebagai berikut :

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

#### 4.8.4.5 Discounted Cash Flow Rate Of Return (DCFR)

*Discounted Cash Flow Rate Of Return* (DCFR) dapat diartikan sebagai berikut :

1. Analisa kelayakan ekonomi dengan menggunakan DCFR dibuat dengan menggunakan nilai uang yang berubah terhadap waktu atau investasi yang tidak kembali pada akhir tahun selama umur pabrik.
2. Laju bunga maksimal dimana suatu proyek dapat membayar pinjaman beserta bunganya kepada bank selama umur pabrik.
3. Besarnya perkiraan keuntungan yang diperoleh pabrik di setiap tahunnya berdasarkan investasi yang tidak kembali pada setiap akhir tahun selama umur pabrik.

Asumsi yang digunakan dalam perhitungan DCFR adalah:

- Umur ekonomis pabrik yaitu selama 10 tahun
- Annual profit dan taxes konstan pada setiap tahun
- Depresiasi selalu sama setiap tahun

Untuk menentukan DCFR dapat digunakan persamaan sebagai berikut :

$$(FC + WC)(1+i)^N = C \sum_{n=0}^{n=N-1} (1+i)^N + WC + SV$$

Dengan :

FC : *Fixed capital*

WC : *Working capital*



- SV : *Salvage value*  
 C : *Cash flow*  
 : profit after taxes + depresiasi + finance  
 n : Umur pabrik = 10 tahun  
 I : Nilai DCFR

#### 4.8.5. Hasil Perhitungan

Perhitungan perencanaan pendirian pabrik amil asetat ini memerlukan perhitungannya analisis. Hasil rancangan masing-masing disajikan pada tabel sebagai berikut:

Tabel 4.26. *Physical Plant Cost (PPC)*

No.	Komponen	Harga (\$)
1.	<i>Purchase equipment cost</i>	8.660.127,64
2.	<i>Delivered Equipment Cost</i>	2.165.031,91
3.	<i>Installation</i>	3.765.874,39
4.	<i>Piping</i>	3.137.342,59
5.	<i>Intrumentation</i>	1.302.958,47
6.	<i>Insulation</i>	699.375,76
7.	<i>Electrical</i>	1.302.958
8.	<i>Building</i>	2.065.617,52
9.	<i>Land and Yard Improvement</i>	1.668.384,85
	<i>Physical Plant Cost (PPC)</i>	24.758.171,61
	Rp	365.685.954.479,661

Tabel 4.27 *Direct Plant Cost (DPC)*

No	Komponen	Harga (\$)	Harga (Rp)
1.	Teknik dan Konstruksi (20% PPC)	4953634,322	Rp73.137.190.895,932
	Total ( <i>DPC + PPC</i> )	29721805,930	Rp438.823.145.375,594

Tabel 4.28 Fixed Capital Investment (FCI)

No.	Komponen	Harga (\$)
1.	<i>Direct Plant Cost (DPC)</i>	29.721.805,93
2.	Contractor fee (4%DPC)	2.972.181
3.	Contingency (10% DPC)	4.458.271
<i>Fixed Capital Investment (FCI)</i>		37.152.257
Rp		548.528.931.719,492

Tabel 4.29 Direct Manufacturing Cost (DMC)

No.	Komponen	Harga (\$)	Harga (Rp)
1.	<i>Raw material</i>	140369432,050	2.072.463.424.090,200
2.	<i>Labor</i>	894451,838	13.206.000.000,000
3.	<i>Supervisor</i>	178890,368	2.641.200.000,000
4.	<i>Maintenance</i>	2600658,019	32.911.735.903,170
5.	<i>Plant supplies</i>	390.098,702	4.936.760.385,475
6.	<i>Royalty and patent</i>	20.194.361,72	298.156.624.396,72
7.	<i>Utilities</i>	58616052,863	865.427.920.089,869
<i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>		223243945,557	Rp3.289.805.062.498

Tabel 4.30 Indirect Manufacturing Cost (IMC)

No.	Komponen	Harga (\$)	Harga (Rp)
1.	<i>Payroll overhead</i>	178890,368	2.641.200.000,000
2.	<i>Laboratory</i>	178890,368	2.641.200.000,000
3.	<i>Plant overhead</i>	626116,287	11.225.100.000
4.	<i>Packaging and Shipping</i>	52505340,461	894.469.873.190,146
<i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>		53489237,483	910.977.373.190,146

Tabel 4.31. Fixed Manufacturing Cost (FMC)

No.	Komponen	Harga (\$)	Harga (Rp)
1.	Depresiasi	2972180,59	52.110.248.513,35
2.	<i>Property tax</i>	371522,57	24.683.801.927,37
3.	Asuransi	371522,57	5.485.289.317,19
<i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>		3715225,74	82.279.339.757,92

Tabel 4.32 Manufacturing Cost (MC)

No.	Komponen	Harga (\$)	Harga (Rp)
1.	<i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>	223243945,55	3.289.743.664,86
2.	<i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>	53489237,48	910.977.373.190,14
3.	<i>Fix Manufacturing Cost (FMC)</i>	3715225,74	82.279.339.757,92
<i>Manufacturing Cost (MC)</i>		280448408,78	4.283.000.377.813,50

Tabel 4.33. Working Capital (WC)

No.	Komponen	Harga (\$)	Harga (Rp)
1.	<i>Raw material inventory</i>	12760857,45	188.405.765.826,38
2.	<i>Inprocesess inventory</i>	35056051,09	535.375.047.226,68
3.	<i>Produk inventory</i>	25495309,88	389.363.670.710,31
4.	<i>Extended credit</i>	36717021,30	542.102.953.448,57
5.	<i>Available cash</i>	25495309,88	389.363.670.710,31
<i>Working Capital (WC)</i>		135524549,63	2.044.611.107.922,28

Tabel 4.34 General Expense (GE)

No.	Komponen	Harga (\$)	Harga (Rp)
1.	<i>Administrasi</i>	16826904,52	214.150.018.890,67
2.	<i>Sales expense</i>	53285197,66	728.110.064.228,29
3.	<i>Research</i>	28044840,87	214.150.018.890,67
4.	<i>Finance</i>	3453536,14	51.862.800.792,83
<i>General Expense (GE)</i>		101610479,21	1.208.272.902.802,48

Tabel 3.35 Total Biaya Produksi

No.	Komponen	Harga (\$)	Harga (Rp)
1.	<i>Manufacturing Cost (MC)</i>	280448408,78	4.283.000.377.813,50
2.	<i>General Cost (GE)</i>	101610479,21	1.208.272.902.802,48
Total Biaya Produksi		382058887,99	5.491.273.280.615,98

Tabel 4.36 Fixed Cost (Fa)

No.	Komponen	Harga (\$)	Harga (Rp)
1.	Depresiasi	2972180,59	52.110.248.513,35
2.	<i>Property tax</i>	371522,57	24.683.801.927,37
3.	Asuransi	371522,57	5.485.289.317,19
<i>Fixed Cost (Fa)</i>		3715225,74	82.412.812.873,12

Tabel 4.37 Variable Cost (Va)

No.	Komponen	Harga (\$)	Harga (Rp)
1.	<i>Raw material</i>	140369432,05	2.072.463.424.090,20
2.	<i>Packaging and shipping</i>	52505340,46	894.469.873.190,14
3.	<i>Utilities</i>	58616052,86	865.427.920.089,87
4.	<i>Royalties and patents</i>	20194361,71	298.156.624.396,71
<i>Variable Cost (Va)</i>		271685187,09	4.130.517.841.766,93

Tabel 4.38 *Regulated Cost (Ra)*

No.	Komponen	Harga (\$)	Harga (Rp)
1.	Gaji karyawan	894451,83	13.206.000.000
2.	<i>Payroll overhead</i>	178890,36	2.641.200.000
3.	<i>Supervise</i>	178890,36	2.641.200.000
4.	<i>Plant overhead</i>	626116,28	11.225.100.000
5.	<i>Laboratory</i>	178890,36	2.641.200.000
6.	<i>General expense</i>	101610479	1.500.212.678.187,09
7.	<i>Maintenance</i>	2600658,01	32.911.735.903,17
8.	<i>Plant supplies</i>	390098,70	4.936.760.385,47
<i>Regulated Cost (Ra)</i>		106658475,164	1.278.476.099.091,130

#### 4.8.6 Analisa Keuntungan

<i>Annual Sales (Sa)</i>	=	Rp5.963.132.487.934,31
<i>Total Cost</i>	=	Rp5.491.273.280.615,98
Keuntungan sebelum pajak	=	Rp 471.859.207.318,32
Pajak Pendapatan	=	52%
Keuntungan setelah pajak	=	Rp226.492.419.512,79

#### 4.8.7. Hasil Kelayakan Ekonomi

##### 1. Return On Investment (ROI)

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

Adapun besarnya nilai ROI yaitu :

- ROI sebelum pajak sebesar 86%
- ROI sesudah pajak sebesar 41%

##### 2. Pay Out Time (POT)

$$POT = \frac{\text{Fixed Capital Investment}}{(\text{Keuntungan Tahunan} + \text{Depresiasi})}$$

Adapun besarnya nilai POT yaitu :

- POT sebelum pajak sebesar 1,1 tahun
- POT sesudah pajak sebesar 2 tahun

### 3. Break Even Point (BEP)

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

Didapatkan BEP sebesar 49,702%

### 4. Shut Down Point (SDP)

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

Didapatkan SDP sebesar 40,913%

### 5. Discounted Cash Flow Rate (DCFR)

Umur pabrik : 10 tahun

Fixed Capital Investment : Rp548.528.931.719

Working Capital : Rp2.044.611.107.922

Salvage Value (SV) : Rp52.110.248.513

Cash flow (CF) : Annual profit+depresiasi+ finance

CF : Rp330.465.468.819

Discounted cash flow dihitung secara trial & error

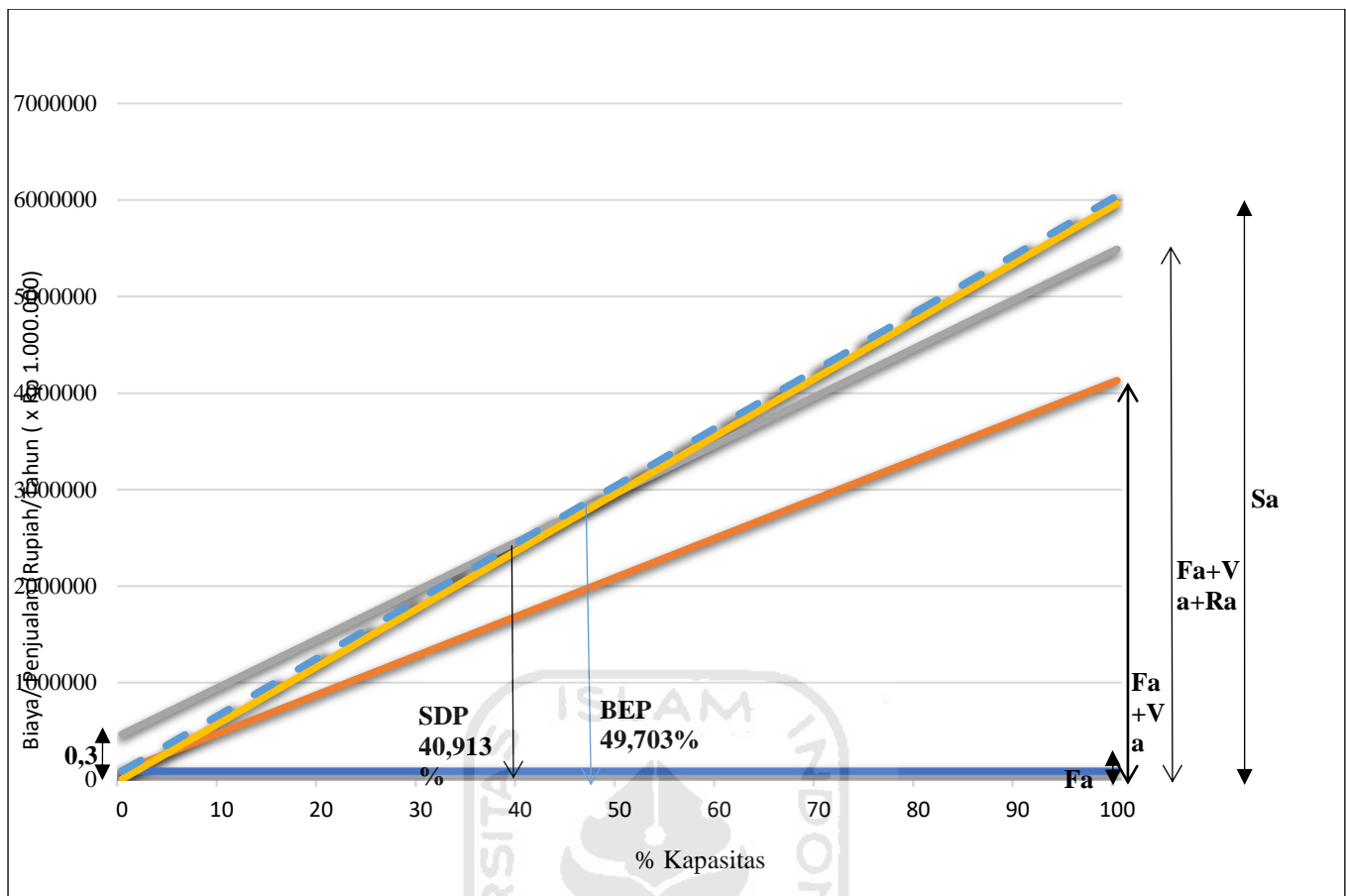
$$(FC+WC)(1+i)^N = C \sum_{n=0}^{n=N-1} (1+i)^N + WC + SV$$

Dengan nilai R = S

$$R = 12.994.923.010.195$$

$$S = 10.395.271.855.257$$

Maka dilakukan trial & error dan diperoleh besarnya nilai i sebesar 17,488 % Grafik analisa ekonomi pada pabrik ini dapat dilihat pada Gambar 4.11.



Gambar 4.6 Grafik BEP

Gambar 4.11 menunjukkan perolehan nilai BEP (*Break Even Point*) dan SDP (*Shut Down Point*) dimana didapatkan nilai BEP dan SDP yaitu sebesar 49,703% dan 40,913%. Dalam pembuatan grafik BEP diperlukan nilai-nilai seperti  $R_a$ ,  $V_a$ ,  $F_a$ , dan  $S_a$  berdasarkan perhitungan yang sudah dihitung pada analisa ekonomi. Grafik BEP digunakan untuk mengetahui berapa total kapasitas yang harus di produksi dari kapasitas keseluruhan pabrik untuk mengetahui posisi dimana pabrik dalam kondisi tidak untung maupun tidak rugi. Ketika pabrik telah beroperasi menghasilkan produk dengan kapasitas diatas titik BEP maka pabrik akan di katakan untung namun sebaliknya apabila pabrik menghasilkan kapasitas dibawah titik BEP maka dikatakan rugi. Sedangkan SDP adalah titik atau batas dimana pabrik tersebut harus di tutup karena mengalami kerugian yang besar. Namun demikian berdasarkan perhitungan, nilai BEP juga dipengaruhi oleh harga jual produk yang besar dari harga bahan baku, sehingga jika selisihnya makin besar maka

nilai BEP akan semakin rendah. Sebaliknya, nilai ROI akan semakin tinggi seiring dengan penurunan nilai BEP.





## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1. Kesimpulan**

Berdasarkan kondisi operasi, pemilihan bahan baku, produk serta teknologi proses yang tersedia, maka perancangan pabrik amil asetat yang berkapasitas 40.000 ton/tahun ini tergolong pabrik beresiko rendah. Adapun kesimpulan yang diperoleh antara lain :

- 1) Pendirian pabrik amilasetat dengan kapasitas 40.000 ton/tahun didasarkan atas untuk mengurangi ketergantungan impor dari luar negeri, menciptakan lapangan kerja yang baru, memenuhi kebutuhan dalam negeri.
- 2) Pabrik amil alkohol berbentuk Perseroan Terbatas (PT) yang akan didirikan di kota Palembang dengan luas tanah sebesar 24.640 m<sup>2</sup>. Serta jumlah karyawan sebanyak 110 dan beroperasi selama 330 hari/tahun.
- 3) Berdasarkan hasil evaluasi ekonomi yang telah dilakukan pada pabrik ini menunjukkan :
  - a. Keuntungan sebelum pajak : Rp 471.859.207.318,328
  - b. Keuntungan setelah pajak : Rp226.492.419.512,797  
dengan asumsi pajak sebesar 52% ((Aries & Newton, 1955).
  - c. ROI sebelum pajak : 86%  
ROI sesudah pajak : 41%  
ROI setelah pajak minimum untuk pabrik beresiko rendah sebesar 11%. (Aries & Newton, 1955).
  - d. POT sebelum pajak : 1,1tahun  
POT sesudah pajak : 2tahun  
POT setelah pajak maksimum untuk pabrik beresiko rendah adalah 5 tahun. (Aries & Newton, 1955).
  - e. Nilai BEP yang dihasilkan sebesar 49,703% dan nilai SDP sebesar 40,913%.  
BEP untuk pabrik kimia pada umumnya sebesar 40%-60% dan SDP<BEP. (Aries & Newton, 1955).
  - f. Nilai DCFR pada pabrik ini sebesar 17%

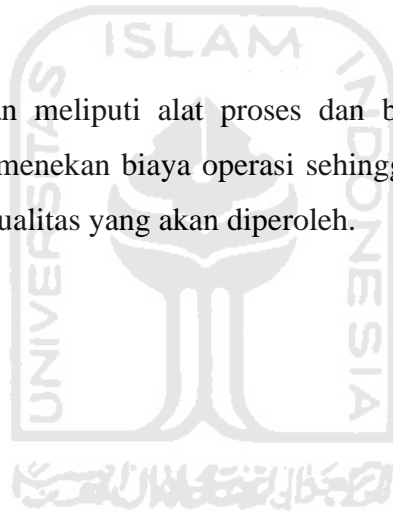
Dari data hasil analisis ekonomi di atas dapat disimpulkan pabrik amil asetat dari amoniak dan formalin dengan proses Alexander F. Maclean

berkapasitas 40.000 ton/tahun ini layak untuk didirikan karna memiliki indikator ekonomi yang menguntungkan.

## 5.2. Saran

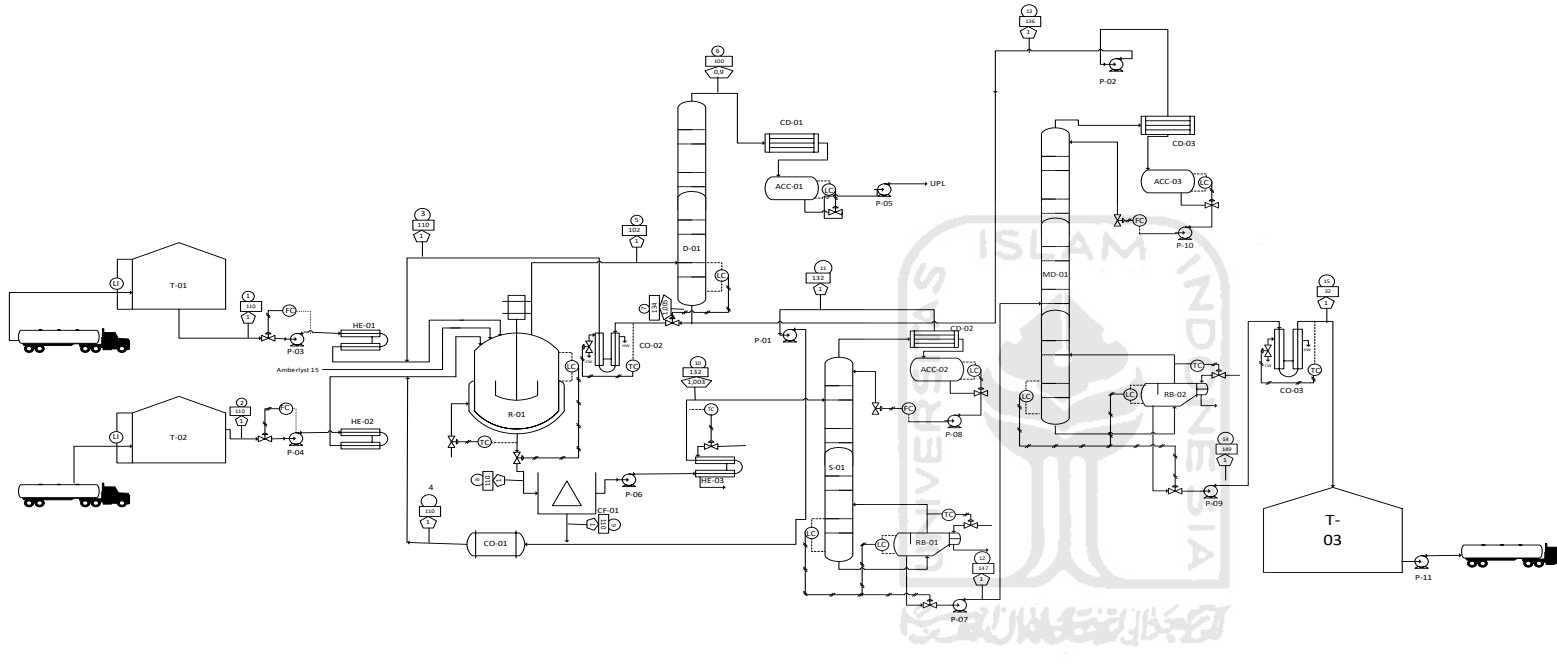
Perancangan suatu pabrik kimia diperlukan pemahaman konsep - konsep dasar untuk dapat meningkatkan kelayakan pendirian suatu pabrik kimia, antara lain :

1. Perancangan suatu pabrik kimia tidak lepas dari produksi limbah. Limbah yang tidak diolah dengan baik maka akan mencemari lingkungan sekitar, sehingga diharapkan dapat berkembangnya pabrik-pabrik kimia yang ramah lingkungan.
2. Optimasi pemilihan meliputi alat proses dan bahan baku sangat perlu diperhatikan untuk menekan biaya operasi sehingga akan mengoptimalkan keuntungan serta kualitas yang akan diperoleh.



PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM (PEFD)

PRA RANCANGAN PABRIK AMIL ASETAT DENGAN PROSES ESTERIFIKASI DENGAN KATALIS PADAT DARI AMIL ALKOHOL DAN ASAM ASETAT  
KAPASITAS 40.000 TON/TAHUN



KETERANGAN ALAT	
T	Tangki
R	Reaktor
P	Pompa
HE	Heater
CO	Cooler
D.1	Rectifier
S.1	Stripper
MD	Menara Distilasi
RB	Reboiler
ACC	Accumulator
CD	Condensor
CF	Centrifuge

KET INSTRUMEN	
FC	Flow Control
LC	Level Control
TC	Temperature Control
WC	Weight Control
LI	Level Indicator

KET SIMBOL	
○	No Arus
◻	Suhu (oC)
◇	Tekanan (atm)
⋈	Control Valve
----	Arus Sinyal Listrik
---	Arus Pneumatik
—	Arus Proses
---	Arus Utilitas

KOMPONEN	ARUS (KG/JAM)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
H <sub>2</sub> O	180,36	11,78	185,78	139,67	891,55	891,46		133,22	19,98	113,24	108,7	4,5	4,5		
CH <sub>3</sub> COOH		2345,28	29,73	2712,60	23,44	14,28	9,17	387,9		387,91	367,35	20,56	20,56		
C <sub>5</sub> H <sub>11</sub> OH	3427,15		4022,12	233,02	83,38		82,96	752,95		752,95	233,02	512	512		
CH <sub>3</sub> COOC <sub>5</sub> H <sub>11</sub>								5050,505		5050,505		5050,505		5050,505	5050,505
AMBERLYST 15				17,52				17,52	17,52						


**JURUSAN TEKNIK KIMIA**  
**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
**YOGYAKARTA**  
**2020**

Disusun Oleh :

- Sri Rezeki Rahayu (16521183)
- Tengku Auni Syazana (16521244)

Dosen Pembimbing :

- Ir, Asmanto Subagyo, M.Sc
- Umi Rofiqah S.T,M.T.

## DAFTAR PUSTAKA

Anonim, 2020, <http://www.karanganyarkab.go.id/categoty/peta/>, diakses tanggal 7 Maret 2020

Anonim, 2020, Indeks harga Tahun 1993- 2007, <http://goliath.exnect.com/>, diakses tanggal 8 Maret 2020

Aries, R.S., Newton, RD., 1954, “*Chemical Engineering Cost Estimation*”, *Mc. Graw Hill Book Company Inc*, New York Toronto London

Badan Pusat Statistik., 2014, *Data Impor Indonesia*, BPS Indonesia, <http://www.bps.go.id>

Bardan, T.B., 2004, Belajar Merancang Pabrik Kimia (Bagian III): Sistem Pengendalian dan Sistem Manajemen Pabrik serta Kajian Kelayakan Ekonomi, [http://www.chem-is-try.org/artikel/teknologi\\_tepat\\_guna/belajar\\_merancang\\_pabrik\\_kimia\\_bagian\\_III\\_sistem\\_pengendalian\\_dan\\_sistem\\_manajemen\\_pabrik\\_serta\\_kajian\\_kelayakan\\_ekonomi](http://www.chem-is-try.org/artikel/teknologi_tepat_guna/belajar_merancang_pabrik_kimia_bagian_III_sistem_pengendalian_dan_sistem_manajemen_pabrik_serta_kajian_kelayakan_ekonomi)

Faith, W.L., Keyes, D.B., and Clark, R.L., 1957, *Industrial Chemistry*, John Wiley and Sons, London.

Chiang, C.L. Kuo, C.C. Yu, and David S.H. Wong, *Design Alternatives for Amyl Acetate Process: Coupled Reactor / Column and Reactive Distillation*, *Industrial & Engineering Chemistry Research* vol 41, no. 13.

Flick, E. W., 1998, *Industrial Solvent Handbook*, 5<sup>rd</sup> ed, William Andrew Inc

Kern, D.Q., “*Process Heat Transfer*”, Mcgraw Hill, 1983.

Kirk, R.E. and Othmer, D.F., 1952, *Encyclopedia of Chemical Technology* 3<sup>rd</sup> ed., The Inter Science Encyclopedia, Inc., New York.

Kirk, R.E. and Othmer, D.F., 1983, *Encyclopedia of Chemical Technology.*, a wiley Inter Science Encyclopedia, Inc., New York.

Mc.Ketta, J.J., and Cunningham W.A., 1977, *Encyclopedia of Chemical Processing and Design*, vol.31, Marcel Dekker, Inc., New York.

Widjaja, G., dan Yani, A., 2003, “*Perseroan Terbatas*”, Raja Grafindo Persada, Jakarta

Yaws, 1979, *Thermodynamic and Physical Properties Data*, Mc. Graw-Hill Book Co.,

Yaws, C.L.,1999, “*Chemical Properties Handbook*”, New York: McGraw-Hill Inc., Singapore.



## LAMPIRAN A

### (PERHITUNGAN REAKTOR)

Fungsi : Mereaksikan amil alkohol dengan Asam asetat menjadi Amil asetat dan air menggunakan katalis Amberlyst 15.

Reaktor : RATB

Kondisi operasi :  $T = 110^{\circ}\text{C}$   $P = 1 \text{ atm}$

Alasan pemilihan :

1. Terdapat pengaduk sehingga suhu dan komposisi campuran adalah reaktor yang harus selalu homogen bisa terpenuhi.
2. Fase reaktan adalah cair sehingga memungkinkan penggunaan RATB.
3. Pengontrolan suhu mudah, sehingga kondisi operasi yang isothermal bisa dipenuhi.
4. Mudah dalam melakukan pengontrolan secara otomatis sehingga produk lebih konsisten dan biaya operasi lebih rendah.

Tujuan perancangan :

1. Menghitung neraca massa
2. Menghitung neraca panas
3. Perancangan reaktor

Data Raw Material : □

Amil Alkohol (C<sub>5</sub>H<sub>11</sub>OH) kemurnian 95%

□ Asam Asetat (CH<sub>3</sub>COOH) kemurnian 99,5%

Katalis Amberlyst 15 kemurnian 99%

Spesifikasi produk Amil Asetat yang diinginkan CH<sub>3</sub>COOC<sub>5</sub>H<sub>11</sub>= 99.9%

Tabel 1 BM Komponen

Komponen	BM
H <sub>2</sub> O	18.00
CH <sub>3</sub> COOH	60.00
C <sub>5</sub> H <sub>11</sub> OH	88.00
CH <sub>3</sub> COOC <sub>5</sub> H <sub>11</sub>	130.00

A. Neraca Massa

Tabel 2 Komposisi Umpan (Basis Reaktan)

Komponen	kg/jam	BM	kmol/jam
CH <sub>3</sub> COOH	2712.628	60.00	45.210
C <sub>5</sub> H <sub>11</sub> OH	4255.137532	88.00	48.354

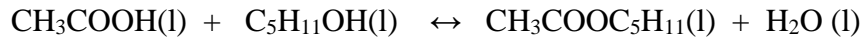
Konversi amil alkohol dan asam asetat menjadi CH<sub>3</sub>COOC<sub>5</sub>H<sub>11</sub>: 85%

Kondisi operasi : T = 110 °C  
P = 1 atm

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas produk} &= 40000 \text{ ton/tahun} \times \frac{1000 \text{ kg / ton}}{330 \text{ hari / tahun} \cdot 24 \text{ jam / hari}} \\ &= 5050.50505 \text{ kg/jam} \\ &= 38.85 \text{ kmol/jam} \end{aligned}$$

Uraian Neraca Massa pada reaksi

Reaksi:  
Satuan: kmol/jam



	$n_{A0} (1-XA)$	$n_{B0} - (n_{A0} \cdot XA)$	
Mula-mula	: 45,706	48,354	
Bereaksi	: 38.850	38.850	38.850
	38.850		
Sisa	: 6,856	9,504	38.850
	38.850		

Tabel 3 Hasil Reaksi

Komponen	Kmol/jam	Kg/jam
H <sub>2</sub> O	38.850	1024.771
CH <sub>3</sub> COOH	6.856	411.353
C <sub>5</sub> H <sub>11</sub> OH	9.504	836.334
CH <sub>3</sub> COOC <sub>5</sub> H <sub>11</sub>	38.850	5050.505

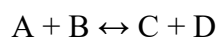
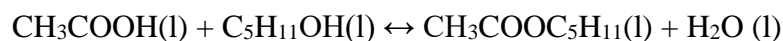
Neraca massa reaktor total :

Tabel 4 Neraca Massa Reaktor

Komponen	input		output	
	arus y	arus x	arus 3	arus 6
H <sub>2</sub> O	139.677	185.794	891.551	133.220
CH <sub>3</sub> COOH	2712.628	29.727	23.447	387.906
C <sub>5</sub> H <sub>11</sub> OH	233.016	4022.121	83.3825	752.95
CH <sub>3</sub> COOC <sub>5</sub> H <sub>11</sub>	0.000	0.000	0.0000	5,050.505
Katalis	17.518			17.518
sub jumlah	3102.839	4237.642	998.381	6342.101
Total	7340.481		7340.482	

## B. KINETIKA LAJU REAKSI I

Konstanta kecepatan reaksi ditentukan berdasarkan data Jurnal (Chiang dkk, 2002) dengan persamaan reaksi:



Dengan rumus menghitung densitas (Yaws, 1999)

$$\rho = A \cdot B^{-(1-T/T_c)^n}$$

Maka didapatkan densitas komponen ;



Tabel 5 Densitas dan Laju Volumetrik Komponen

Komponen	kg/jam	BM	kmol/jam	$\rho$ , kg/m <sup>3</sup>	F, m <sup>3</sup> /jam
H2O	517.633	18.00	28.75736244	945.439	0.548
CH3COOH	5087.637	60.00	84.79395129	948.506	5.364
C5H11OH	7682.285	88.00	87.29869521	740.309	10.377
CH3COOC5H11	0.000	130.00	0.0000000000	788.267	0.000
	13287.555				16.288

Kecepatan laju alir volumetrik (Fv)

$$F_v = \frac{\text{Massa, kg/jam}}{\text{Densitas, kg/m}^3}$$

$$= 16.288 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Konsentrasi awal CH3COOH = 5.206 Kmol/m<sup>3</sup>  
 Konsentrasi awal C5H11OH = 16.288 Kmol/m<sup>3</sup>  
 Konsentrasi awal CH3COOC5H11 = 0.00 Kmol/m<sup>3</sup>  
 Konsentrasi awal H2O = 1.766 Kmol/m<sup>3</sup>  
 Konversi reaktor (Xa) = 0,85

Menghitung nilai K, menggunakan rumus dari jurnal (Chiang, dkk, 2001)

$$K_{eq} = \frac{k_f}{k_b} = 13.9e^{\frac{-777}{T}} =$$

Untuk suhu operasi 110°C, didapatkan nilai K = 1.8294

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

$$= 0.780864229 \text{ kmol/m}^3$$

$$C_B = C_{B0} - C_{A0} \cdot X$$

$$= 2.443272252 \text{ kmol/m}^3$$

$$C_C = C_{C0} + C_{A0} \cdot X$$

$$= 0 \text{ kmol/m}^3$$

$$C_D = C_{D0} + C_{A0} \cdot X$$

$$= 3.266180456 \text{ kmol/m}^3$$

Kecepatan Reaksi (-rA), menggunakan rumus dari jurnal (Chiang dkk,2001)

$$-r_A = k_f \left( C_{CH_3COOH} C_{C_5H_{11}OH} - \frac{C_{CH_3COOC_5H_{11}} C_{H_2O}}{K_{eq}} \right)$$

$$= 0.0029 \text{ kmol/m}^3 \cdot \text{jam}$$

## C. MENGHITUNG DIMENSI REAKTOR

### Menghitung Volume Shell (Vshell) :

Menggunakan Rumus dibawah ini : (Froment and Bischoff, 1979)

$$V = \frac{F_V \cdot (C_{A0} - C_A)}{K \cdot C_A}$$

$$V = 50.456 \text{ m}^3$$

### Waktu Reaksi :

$$t_{\min} = \frac{V}{F_{V0}}$$

$$t_{\min} = \frac{50.456 \text{ m}^3}{16.288 \text{ m}^3 / \text{jam}}$$

$$t_{\min} = 3.10 \text{ jam}$$

$$t_{\min} = 185.86 \text{ menit}$$

### Diameter Shell :

$$D = \sqrt[3]{\frac{4 \times V_{\text{shell}}}{\pi}}$$

$$D = 4.01 \text{ m} = 157.71 \text{ in}$$

### Menghitung Vhead :

$$\begin{aligned} V_{\text{head}} &= 2x (V_{\text{tangki}} + V_{\text{sf}}) \\ &= 2x \left( 0,000049 \times D^3 + \frac{\pi/4 D^2 \text{sf}}{144} \right) \end{aligned}$$

Standard straight flange (sf) = 1.5 - 2 =====> diambil : 2

$$V_{\text{head}} = 429.58 \text{ ft}^3 = 12.17 \text{ m}^3$$

### Menghitung Volume Reaktor :

$$\begin{aligned} V_{\text{reaktor}} &= V_{\text{shell}} + V_{\text{head}} \\ &= 62.62 \text{ m}^3 \\ &= 2211.45 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \text{Volume bottom} &= 0.5 \times \text{Volume head} \\ &= 6.083 \text{ m}^3 \\ \text{Volume cairan} &= \text{Volume shell} - \text{Volume bottom} \\ &= 44.373 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

**Tinggi cairan dalam shell :**

$$h = \frac{4.V}{\pi.D^2} = \frac{4.(44.373)}{3.14 \times (4.01)^2}$$

$$h = 3.523 \text{ m} = 11.558 \text{ ft}$$

Dari hasil perhitungan tersebut, maka didapatkan spesifikasi sebagai berikut :

Diameter shell	: 4.01 m
Volume shell	: 50.456 m <sup>3</sup>
Volume head	: 12.17 m <sup>3</sup>
Volume reaktor	: 62.62 m <sup>3</sup>
Volume cairan	: 44.373 m <sup>3</sup>
Volume bottom	: 6.083 m <sup>3</sup>
Tinggi cairan dalam shell	: 3.523 m

### Menentukan jenis pengaduk

Dari Tabel 4 Densitas dan Laju Volumetrik Komponen, maka ditentukan :

1. Densitas campuran : mengalikan Densitas dan Fraksi massa masing-masing komponen.
2. Viskositas campuran : mengalikan Viskositas dari tabel Yaws dengan Fraksi massa masing-masing komponen.

Tabel 6 Densitas dan Viskositas

Komponen	$\rho_x$	$\mu$ (cp)	$\mu_x$
H <sub>2</sub> O	36.831	17.986	0.701
CH <sub>3</sub> COOH	363.171	5.107	1.955
C <sub>5</sub> H <sub>11</sub> OH	428.014	9.179	5.307
CH <sub>3</sub> COOC <sub>5</sub> H <sub>11</sub>	-	25.624	-
	828.016		7.963

Penentuan berdasarkan :

$$\begin{aligned} T &= 110.000 \text{ } ^\circ\text{C} \\ \rho &= 828.016 \text{ kg/m}^3 \\ &= 51.691 \text{ lb/ft}^3 \\ &= 0.030 \text{ lb/in}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M &= 7.963 \text{ cP} \\ \text{Volume tangki} &= 50.456 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

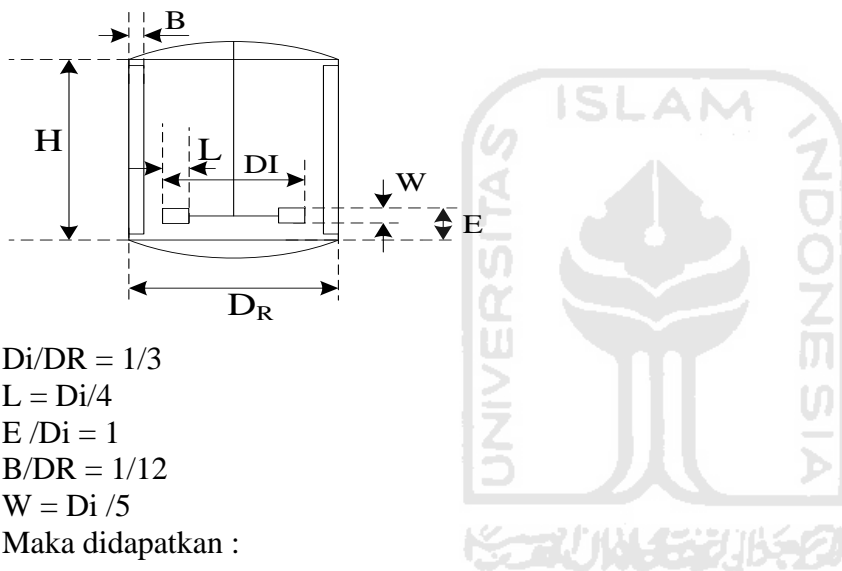
Jenis pengaduk yang dipilih ialah Turbin, dikarenakan Turbin memiliki jangkauan viskositas yang sangat luas, cocok untuk cairan viskositas rendah, serta menimbulkan arus yang sangat deras di keseluruhan tangki. (McCabe L Warren, 1999; jilid 1 hal 229).

Dipilih jenis pengaduk turbin dengan 6 blade disk standar, dengan alasan:

1. Mempunyai efisiensi yang besar untuk campuran.
2. Mempunyai kapasitas pemompaan yang besar.
3. Pencampuran sangat baik.
4. Memiliki jangkauan viskositas yang luas.

(Ludwig, 1991, Volume I, Halaman 185)

Turbin dengan 4 sekat (baffle) dipilih dengan spesifikasi :



$$D_i/DR = 1/3$$

$$L = D_i/4$$

$$E/D_i = 1$$

$$B/DR = 1/12$$

$$W = D_i/5$$

Maka didapatkan :

Diameter shell (DR)	=	4.006 m	=	13.142 ft
Diameter pengaduk (DI)	=	1.335 m	=	4.381 ft
Pengaduk dari dasar €	=	1.335 m	=	4.381 ft
Tinggi Pengaduk (W)	=	0.267 m	=	0.876 ft
Lebar pengaduk (L)	=	0.334 m	=	1.095 ft
Lebar baffle (B)	=	0.334 m	=	1.095 ft

### Menghitung jumlah pengaduk :

Dimana WELH adalah Water Equivalent Liquid Height

$$\begin{aligned}
 \text{WELH} &= \text{tinggi bahan} \times \text{sg} \\
 &= 3.523 \text{ m} \times \frac{828.016}{945.439} \\
 &= 3.085 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Sigma \text{ Pengaduk} &= \frac{\text{WELH}}{D} \\
 &= \frac{3.085}{4.006} \\
 &= 0.770 \approx 1
 \end{aligned}$$

Putaran Pengaduk(N) dapat dihitung menggunakan rumus (Rase, 1977 : 345)

$$\begin{aligned}
 N &= \frac{600}{\pi \cdot DI} \cdot \sqrt{\frac{\text{WELH}}{2 \cdot DI}} \\
 &= 46.885 \text{ rpm} \\
 &= 0.781 \text{ rps}
 \end{aligned}$$



Jenis motor : Variable-speed belt (ekonomis, ringkas, memiliki range kecepatan yang luas, dan kecepatannya dapat diatur)  
(Tabel 8.9, Rase, 1977 : 366)

Kemudian

$$\text{Bilangan Reynold : } N_{Re} = \frac{\rho \cdot N \cdot Di^2}{\mu m}$$

Dari fig.477 Brown hal 507,  $Re = 8,691.898$   
Diperoleh  $\rightarrow N_p = P_o = 6.000 \text{ HP}$

### Menentukan tebal shell (ts)

Dirancang menggunakan *Stainless steel*

$$ts = \frac{P \cdot r}{(f \cdot E - 0,6 \cdot P)} + C$$

(Pers. 13.1, Brownell & Young, 1959; hal 254)

Dalam hubungan ini :

$$\begin{aligned}
 ts &= \text{tebal shell, in} \\
 r &= \text{Jari-jari} \\
 &= \frac{1}{2} \times \text{Diameter Reaktor}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= 0,5 \times 157.705 \quad \text{in} \\
&= 78.853 \quad \text{in} \\
E &= \text{efisiensi pengelasan} &= 0.850 \\
C &= \text{faktor korosi} &= 0.020 \quad \text{in/tahun} \\
&\text{untuk waktu 10 tahun -----} > C &= 0.200 \quad \text{in} \\
f &= \text{tegangan yang diizinkan} &= 18,750.000 \quad \text{psi} \\
&\text{(Brownell, hal 342)}
\end{aligned}$$

**Menghitung tekanan:**

$$P \text{ hidrostatik} = \text{tinggi cairan} \cdot \rho_{\text{mix}} = 2,916.933 \quad \text{kg/m}^2 = 4.140 \quad \text{psi}$$

$$P_{\text{operasi}} = P_{\text{reaksi}} + P_{\text{hidrostatik}} = 18.840 \quad \text{psi}$$

$$P_{\text{desain}} = 1.2 * P_{\text{operasi}} = 22.608 \quad \text{psi}$$

$$P = \text{tekanan dalam reaktor} = 22.608 \quad \text{psi}$$

Dapat dihitung nilai  $t_s$  :

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

$$\begin{aligned}
t_s &= 0.312 \quad \text{in} \\
&= 0.008 \quad \text{m}
\end{aligned}$$

**Maka digunakan tebal shell standar dari buku Brownell.**

$$t_s = 0.3125 \text{ in}$$

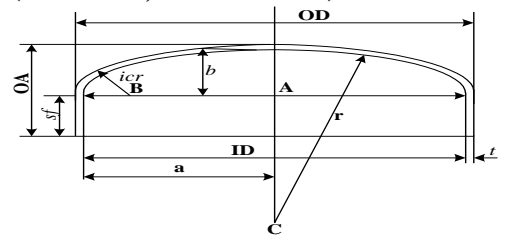


**Menentukan tebal head (th)**

Jenis head yang dipilih adalah : Torispherical, dengan alasan :

1. Tekanan operasi antara 15 psig - 200 psig.
2. Cocok untuk tangki silinder vertikal/horisontal.

**(Brownell, Halaman 88)**



$$P = P_{\text{desain}} - P_{\text{udara luar}} = 7.908 \quad \text{psi}$$

$$OD = ID + 2t_s = 158.330 \quad \text{in}$$

$$\text{Dipakai OD} = 102.0 \quad \text{in}$$

Dari tabel 5-7 Brownell, hal 90

Dari nilai OD didapatkan nilai :

$$\begin{aligned} T_s &= 0.313 \text{ in} \\ i_{cr} &= 6 \frac{1}{8} \text{ in} \\ r &= 96.000 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} w &= \frac{1}{4} \left( 3 + \sqrt{\frac{r}{i_{cr}}} \right) \\ &= 1.740 \text{ in} \end{aligned}$$

Maka dapat dihitung th :

$$th = \frac{P \cdot r \cdot w}{(2 \cdot f \cdot E - 0,2 \cdot P)} + C$$

$$\begin{aligned} th &= 0.241 \text{ in} \\ th &= 0.006 \text{ m} \end{aligned}$$

Digunakan th standar = 0.250 in

### Menghitung tinggi reaktor

Untuk th = 0.250 in

Standard straight flange (sf) = 1.5 - 2.5 ==> diambil : 2

Maka didapatkan :

$$\begin{aligned} ID &= OD \text{ standart} - (2 \cdot t_s) \\ &= 101.375 \text{ in} \\ &= 2.575 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a &= ID/2 \\ &= 50.688 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} AB &= a - i_{cr} \\ &= 44.563 \text{ in} \end{aligned}$$

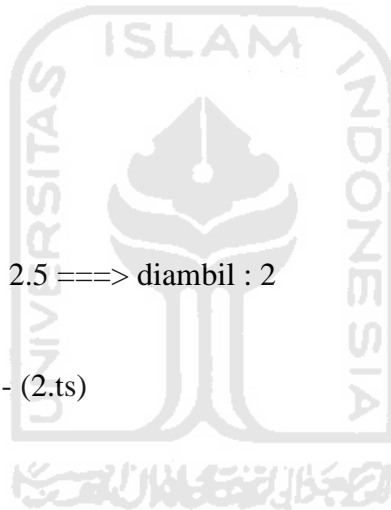
$$\begin{aligned} BC &= r - i_{rc} \\ &= 89.875 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} AC &= (BC^2 - AB^2)^{1/2} \\ &= 78.049 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b &= r - AC \\ &= 17.951 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tinggi head} &= th + b + sf \\ &= 20.201 \text{ in} \\ &= 0.513 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tinggi reaktor} &= 2 \times \text{tinggi head} + \text{tinggi shell} \\ &= 1.026 + 4.006 \\ &= 5.032 \text{ m} \end{aligned}$$



## NERACA PANAS PADA REAKTOR

$$H_f = A + BT + CT^2 \quad T = 298.000 \text{ K}$$

Tabel 7 Data DHf Komponen

Komponen	DH <sub>f298</sub> (kJ/mol)
H <sub>2</sub> O	-241.800
CH <sub>3</sub> COOH	-434.840
C <sub>5</sub> H <sub>11</sub> OH	-302.380
CH <sub>3</sub> COOC <sub>5</sub> H <sub>11</sub>	-505.500

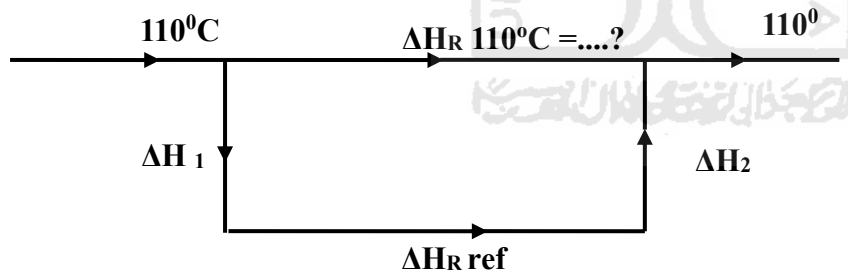
$$\begin{aligned} \text{DHf}_{298}, (\text{kJ/mol}) &= \text{DHf produk} - \text{DHf reaktan} \\ &= -10.080 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{mol yang bereaksi} &= 38.850 \text{ Kmol} \\ &= 38,850.04 \text{ mol} \end{aligned}$$

$$\text{DHf reaksi} = -391608.41$$

DHf bernilai negatif → reaksi eksotermis

Menghitung  $\Delta H_R$  pada suhu 110°C



$$T \text{ referensi} = 25.000 \text{ } ^\circ\text{C} = 298.000 \text{ K}$$

$$T \text{ operasi} = 110.000 \text{ } ^\circ\text{C} = 383.000 \text{ K}$$

$$\text{Rumus : } \Delta H_1 + \Delta H_{f 298} + \Delta H_2$$

$$\begin{aligned} \Delta H_{\text{Reaksi } 383 \text{ K}} &= -2531737.49 + (-391608.41) + 1,330,158.809 \\ &= -1593187.091 \text{ kJ/jam} \end{aligned}$$

**Kapasitas Panas :**

$$\int C_p dT = A(T - 298) + B/2(T^2 - 298^2) + C/3(T^3 - 298^3) + D/4(T^4 - 298^4)$$



Dengan rumus kalor ( $Q$ ) =  $m \int Cp dT$   
Maka didapatkan Neraca Panas direaktor :

Tabel 8 Neraca Panas Total Reaktor

Komponen	Input (kJ/jam)				Output (kJ/jam)	
	Arus 1	Arus 2	Arus X	Arus Y	Arus 3	Arus 6
H <sub>2</sub> O	64,132.171	4,190.236	130,793.327	49,661.610	130,793.327	47,366.038
CH <sub>3</sub> COOH		448,328.376	2,106.165	518,551.157	2,106.165	74,152.884
C <sub>5</sub> H <sub>11</sub> OH	485,196.499		10,878.044	48,733.826	10,878.044	157,475.270
CH <sub>3</sub> COOC <sub>5</sub> H <sub>11</sub>			0.004	-	0.004	907,387.077
Sub total	549,328.670	452,518.611	143,777.540	616,946.593	143,777.540	1,186,381.269
Panas reaksi	391,608.41				-	
Beban Pendingin	-				824,021.016	
Total (kJ/jam)	2,154,179.825				2,154,179.825	

### Menghitung dimensi pendingin reaktor

Menghitung kebutuhan pendingin  
Pendingin yang digunakan adalah air dengan suhu masuk 30 °C dan keluar pada suhu 45 °C

$$\text{Massa pendingin reaktor} = \frac{Q}{C_p \cdot dT} = 13,129.717 \text{ kg/jam}$$

Suhu fluida panas reaktor  
= 110 oC = 230 oF  
Suhu fluida dingin air masuk  
= 30 oC = 86 oF  
Suhu fluida dingin air keluar  
= 45 oC = 113 oF

Tabel 8 Suhu Fluida

Fluida panas (°F)	Fluida dingin (°F)	ΔT (°F)
230.000	113.000	117.000

230.000	86.000	144.000
---------	--------	---------

### Menghitung DT LMTD

$$\Delta T_{LMTD} = \frac{\Delta T_2 - \Delta T_1}{\ln \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1}}$$

$$DT LMTD = 130.033^\circ F$$

### Menghitung luas transfer panas

Untuk fluida panas medium organics dan fluida dingin air, UD = 50-125 Btu/ft<sup>2</sup>.°F.jam ( tabel 8. Kern). Maka diambil harga UD =80 Btu/ft<sup>2</sup>.°F.jam.

$$Q = 824,021.016 \text{ kJ/jam} = 781,062.575 \text{ Btu/jam}$$

Maka dapat dihitung nilai A :

$$A = \frac{Q}{\Delta T_{LMTD} \cdot UD}$$

$$= \frac{781,062.575}{10,402.652}$$

$$= 75.083 \text{ ft}^2$$

$$= 6.975 \text{ m}^2$$



### Menghitung luas selubung reaktor

$$A = \pi \cdot D \cdot H = 50.384 \text{ m}^2$$

Karena luas selubung lebih besar dibandingkan dengan luas transfer panasnya maka digunakan jaket pendingin

$$V \text{ air pendingin} = \frac{m \text{ air pendingin}}{\rho \text{ air pendingin}}$$

$$= \frac{13,129.72}{1,000.00}$$

$$= 13.13 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Diameter dalam jaket (D1) :

$$D1 = DR + (2 \times ts)$$

$$= 4.006 \text{ m} = 157.721 \text{ in}$$

$$\begin{aligned} \text{Tinggi jaket} = \text{Tinggi shell} &= 4.006 \text{ m} \\ &= 157.705 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Ditent. jarak jaket} &= 12.000 \text{ in} \\ &= 0.305 \text{ m} \end{aligned}$$

Diameter luar jaket (D2) :

$$\begin{aligned} D2 &= D1 + (2 \times \text{jarak jaket}) \\ &= 181.721 \text{ in} = 4.616 \text{ m} \end{aligned}$$

Luas yang dilalui air pendingin (A) :

$$\begin{aligned} A &= \frac{\pi}{4} (D_2^2 - D_1^2) = \\ &= 6,395.10 \text{ in}^2 = 4.13 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Kecepatan air pendingin :

$$\begin{aligned} V &= \frac{V_{\text{air pendingin}}}{A} = \\ &= 3.182 \text{ m/jam} \end{aligned}$$

Tebal dinding jaket (tj) :

Bahan Stainless steel SA-167 (type 304)

$$\text{Tinggi(H) jaket} = 157.705 \text{ in}$$

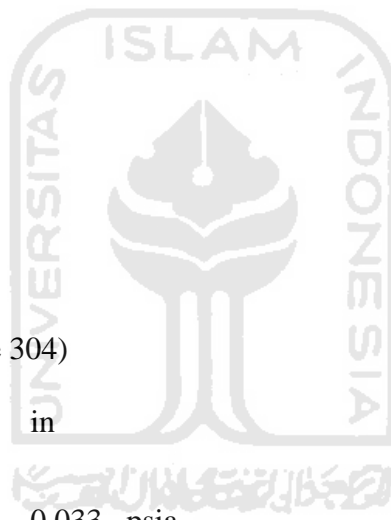
$$P_H = \frac{(H-1) \cdot \rho_{\text{campuran}}}{144} = 0.033 \text{ psia}$$

$$\begin{aligned} P_{\text{desain}} &= P_{\text{operasi}} - P_H \\ &= 18.808 \text{ psia} \end{aligned}$$

Maka dapat dihitung tebal dinding jaket :

$$t_j = \frac{P_{\text{desain}} \cdot D_2}{fE - 0.6P_{\text{desain}}} + C = 0.415 \text{ in}$$

Maka dipakai tj standar dari buku Brownell&Young sebesar 1 1/8 in.



### Menghitung Kebutuhan Katalis pada referensi

Bentuk	=	Spherical	
Diameter	=	0.07	cm
Porositas	=	0.300	
$\rho$ Amberlyst 15	=	0.800	g/cm <sup>3</sup>
Kebutuhan katalis	=	185.020	lb = 83,924.887 g

$$V.Kat = \frac{\text{Massa}}{\text{Densitas}} =$$

$$V.Kat = 104,906.109 \text{ cm}^3 = 0.105 \text{ m}^3$$

volume reaktor (referensi)	=	300.000	m <sup>3</sup>
volume reaktor (rancangan)	=	62.621	m <sup>3</sup>

### Menghitung Kebutuhan Katalis pada perancangan

Rasio Perbandingan =

$$\frac{V.R(\text{ref})}{V.K(\text{ref})} = \frac{V.R(\text{rancangan})}{V.K(\text{rancangan})}$$

$$\begin{aligned} \text{volume katalis perancangan} &= \frac{V.R_{\text{rancangan}} V_{\text{kat}}}{V.R_{\text{referensi}}} = 0.022 \text{ m}^3 \\ &= 21,897.90 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan katalis perancangan} &= \rho_{\text{katalis}} \times V_{\text{kat perancangan}} \\ &= 17,518.318 \text{ gr} \\ &= 17.518 \text{ kg} \\ &= 38.628 \text{ lb} \end{aligned}$$

## KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRA RANCANGAN PABRIK

Nama Mahasiswa : Sri Rezeki Rahayu  
No MHs : 16521183  
Nama Mahasiswa : Tengku Auni Syazana  
No MHs : 16521244

Judul Pra rancangan pabrik : PRA RANCANGAN PABRIK AMIL ASETAT DENGAN  
PROSES ESSTERIFIKASI BERKATALIS PADAT DARI AMIL ALKOHOL DAN ASAM  
ASETAT KAPASITAS 40.000 TON/TAHUN

Mulai Masa Bimbingan : 27 April 2020

Batas Akhir Bimbingan : 25 Oktober 2020

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1.	5 Juni 2020	bimbingan judul pra perencanaan pabrik	<i>AMS</i>
2.	16 juli 2020	Bimbingan penyusunan naskah bab 1 dan 2	<i>AMS</i>
3.	22 JULI 2020	Bimbingan penyusunan naskah bab 1 dan 2	<i>AMS</i>
4.	6 agustus 2020	Bimbingan penyusunan laporan bab 3	<i>AMS</i>
5.	21 Oktober 2020	Bimbingan evaluasi ekonomi	<i>AMS</i>
6.	24 oktober 2020	Bimbingan penyusunan laporan	<i>AMS</i>

**Disetujui Draft Penulisan:  
Yogyakarta. 31 oktober 2020  
Pembimbing**



**Ir. Asmanto Subagyo, M.Sc**

**)\* Judul PraRancangan Ditulis dengan Huruf Balok**

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

## KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRA RANCANGAN PABRIK

Nama Mahasiswa : Sri Rezeki  
Rahayu No MHs 16521183  
Nama Mahasiswa : Tengku Auni  
Syazana No MHs 16521244  
Judul Pra rancangan pabrik : Pra rancangan pabrik amil asetat dengan proses esterifikasi  
Berkatalis padat dari amil alcohol dan asam asetat kapasitas  
40.000 ton/tahun.

Mulai Masa Bimbingan : 27 April

2020 Batas Akhir Bimbingan : 31

Oktober 2020

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1.	5 Juni 2020	Bimbingan judul pra perencanaan pabrik	
2.	16 juli 2020	Bimbingan penyusunan naskah bab 1 dan 2	
3.	22 JULI 2020	Bimbingan revisi naskah bab 1 dan 2	
4.	6 agustus 2020	Bimbingan proses pra perencanaan pabrik	
5.	20 agustus 2020	Bimbingan alat proses pabrik	
6.	10 september 2020	Bimbingan neraca massa	
7.	22 september 2020	Bimbingan neraca massa dan neraca panas	
8.	28 september 2020	Bimbingan alat besar	
9.	3 oktober 2020	Bimbingan alat besar	
10.	5 oktober 2020	Bimbingan alat besar	
11.	12 oktober 2020	Bimbingan alat kecil	
12.	20 oktober 2020	Bimbingan utilitas	
13.	23 oktober	Bimbingan ekonomi	

**Disetujui Draft Penulisan: Yogyakarta. 31 oktober 2020**  
**Pembimbing**



**Umi Rofiqah S.T.M.T.**

)\* Judul PraRancaangan Ditulis dengan Huruf Balok

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

