

**PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA
METIL AKRILAT DARI ASAM AKRILAT DAN METANOL
KAPASITAS 60.000 TON/TAHUN**

TUGAS AKHIR

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



Oleh :

Nama : Erik Maikel Saputra
No. Mahasiswa : 01 521 142

Nama : Irawan
No. Mahasiswa : 01 521 016

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

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**PRA RANCANGAN PABRIK METIL AKRILAT
DARI ASAM AKRILAT DAN METANOL
KAPASITAS 60.000 TON/TAHUN**

TUGAS AKHIR



Oleh :

Nama : Erik Maikel Saputra
No. Mhs : 01 521 142

Nama : Irawan
No Mhs : 01 521 016

Yogyakarta, September 2007

Pembimbing

(Dr.Ir.Farham HM Saleh,MSie)

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA METIL AKRILAT DARI ASAM AKRILAT DAN METANOL DENGAN KAPASITAS 60.000 TON/TAHUN

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Erik Maikel Saputra

Nama : Irawan

No.Mhs : 01 521 142

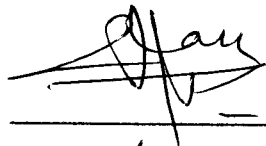
No.Mhs : 01 521 016

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai salah satu syarat untuk memperoleh Gelar Sarjana Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

Jogjakarta, 30 Oktober 2007

Tim Penguji,

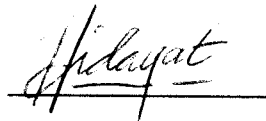
DR.Ir.Farham HM. Saleh, MSIE.
Ketua



Ir.Muhadi Ayub W, MT.
Anggota I



Arif Hidayat, ST., MT.
Anggota II



Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Kimia

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



Dr. Hj. Kamarjah Anwar, MS

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL TUGAS AKHIR PRA RANCANGAN PABRIK

Saya yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Erik Maikel Saputra

No.Mhs : 01 521 142

Nama : Irawan

No.Mhs : 01 521 016

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

Demikian pernyataan ini saya buat, semoga dapat di pergunakan sebagaimana mestinya.

Jogjakarta, November 2006

Erik Maikel Saputra

Irawan

MOTTO

*Kami perintahkan kepada manusia (Berbuat Baik) kepada dua orang ibu-bapaknya,
ibunya telah mengandung dalam keadaan lemah dan bertambah-tambah,
dan menyapihnya dalam dua tahun. Bersyukurlah kepadaKu dan kedua orang ibu-bapakmu,
hanya kepada-Kulah kembalimu*

(Q S Lukman : 14)

“ Allah meninggikan orang yang beriman diantara kamu dan orang yang
diberi

Ilmu Pengetahuan beberapa derajat ...”

(Q S Mujadillah : 11)

“ Pengetahuan adalah satu-satunya kekayaan yang tidak dapat dirampas.

Hanya kematian yang bisa memadamkan

lampu pengetahuan yang ada dalam dirimu “

(Kahlil Gibran)

Really people only will reach science if owning six matter : Intellegency, spirit,
manfull, stock, tuition, learn and procces non stopped by the no desisting.

(Friend Idyl Ali R.A)

HALAMAN PERSEMBAHAN

- ❖ Saya Persembahkan Khusus Buat Ayah dan Ibu saYa tercinta RAMLIE dan YUSNELLY yang SelaLu SeNanTiasa mendoakan saya dan memberikan kAsiH sAyaNg 'n Support baik moril maupun material, sAya pErsembahkan HaSiL karya saya yang sederhana ini, MaAfkank erik kalau haSil karya ini Agak sEdikit terlambaT. TeriMA kAsIH atas semua yang telah Bapak dan Mama berikan ke-anaKmu ini.
- ❖ Buat kakak kuu Eko Prasaja Saputra dan Kedua adik-adik kuu yang cantIK Yunia Ranika Sari Dan Rahmia Apria nisa atas Dukungan dan Kasih sayang buat Kuu, Kebersamaan nya selama ini "sEMOga kita SeMua Bisa jadi Anak - anak yang terbaik buat Keluarga Dunia dan Akhirat kelak...

Keluarga besar: alak, mamak, ibung, Abah,
ende..tete

Aak, abang-abang dan kakak-kakak semua....

❖ Buat " SPECIAL ONE" for sweetest memories
nya..teMen-teMen_kuu :semua "aan, heri,
endar, sigit, pakde"dian", maria, egis, andri
dkk thanks buanget atas keBerSaMaAnnyA,
support n kenangannya.."aduh...pisah lagi
nieh....,"keluarga besar mama oom, deti, sera,
chacha, mas didi....plus temen-temen kampus
yang udah bantuin kuu Sorry nech klo ga di
ucapin namanya satu persatu, sekali lagi aku
ucapin terima kAsiH banyaK coy... oh ya buat
yang belum kelar cepetan dikelarin yach
Prancangannya...oke bozzzz

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN HASIL TUGAS AKHIR.....	iv
MOTTO.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
ABSTRACT..	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tinjauan Pustaka.....	3
BAB II PERANCANGAN PRODUK	
2.1 Spesifikasi Produk	6
2.2 Spesifikasi Bahan Baku.....	6
2.3 Spesifikasi Bahan Pembantu.....	8
2.4 Pengendalian Kualitas	9
2.4.1. Mekanisme Reaksi.....	9
2.4.2.. Kondisi Operasi.....	9

BAB III PERANCANGAN PROSES

3.1	Uraian Proses	11
3.1.1	Persiapan Bahan Baku	11
3.1.2	Reaksi.....	11
3.1.3.	Pemurnian Proses.....	12
3.2	Metode Penentuan Perancangan	13
3.2.1.	Penentuan Neraca Massa.....	13
3.2.2.	Penentuan Neraca Panas.....	17
3.3	Spesifikasi Alat	23
3.3.1	Spesifikasi Alat-Alat Proses.....	23

BAB IV PERANCANGAN PABRIK

4.1	Lokasi Pabrik	52
4.2	Tata Letak Pabrik.....	54
4.3	Tata Letak Alat Proses.....	61
4.4	Perawatan (Maintenance).....	65
4.5	Pelayanan Teknik (Utilitas)	60
4.5.1	Unit Pengolahan Air.....	68
4.5.2	Unit Penyediaan Steam.....	74
4.5.3	Unti Penyediaan Listrik	75
4.5.4	Unit Pengadaan Bahan Bakar.....	76
4.5.5	Spesifikasi Alat-Alat Utilitas.....	77
4.6.	Laboratorium.....	97
4.6.1.	Kegunaan Laboratorium.....	97

4.6.2. Program Kerja Laboratorium.....	98
4.6.3. Alat-Alat Utama Laboratorium.....	99
4.7. Organisasi Perusahaan.....	100
4.7.1 Bentuk Perusahaan	100
4.7.2 Struktur Organisasi	102
4.7.3. Tugas Dan Wewenang.....	103
4.7.4. Ketenagakerjaan.....	112
4.7.5. Kesejahteraan Karyawan.....	115
4.7.6. Fasilitas Karyawan.....	119
4.7.7. Manajemen Produksi.....	121
4.7.8. Perencanaan Produksi.....	122
4.7.9. Pengendalian Produksi.....	123
4.8 Evaluasi Ekonomi	125
4.8.1. Penaksiran Harga Alat	126
4.8.2. Perhitungan Biaya.....	130
4.8.3. Pendapatan Modal.....	131
4.8.4. Analisa Kelayakan.....	132
4.8.5. Perhitungan Ekonomi.....	134
BAB V PENUTUP	
Kesimpulan	151
DAFTAR PUSTAKA	153
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Data Kebutuhan Metil Akrilat.....	2
Tabel 3.1. Neraca Massa Overall.....	13
Tabel 3.2 Neraca Massa Pada Reaktor 01.....	13
Tabel 3.3 Neraca Massa Pada Reaktor 02.....	14
Tabel 3.4 Neraca Massa Pada Netraliser.....	14
Tabel 3.5 Neraca Massa Pada Dekanter.....	15
Tabel 3.6 Neraca Massa Pada Menara Distilasi 01.....	15
Tabel 3.7 Neraca Massa Pada Menara Distilasi 02.....	16
Tabel 3.8 Neraca Panas Pada Reaktor 01.....	17
Tabel 3.9 Neraca Panas Pada Reaktor 02.....	17
Tabel 3.10 Neraca Panas Pada Netraliser.....	18
Tabel 3.11 Neraca Panas Pada Decanter.....	18
Tabel 3.12 Neraca Panas Pada Menara Distilasi 01.....	19
Tabel 3.13 Neraca Panas Pada Menara Distilasi 02.....	19
Tabel 3.14 Neraca Panas Pada Heater 01.....	20
Tabel 3.15 Neraca Panas Pada Heater 02.....	20
Tabel 3.16 Neraca Panas Pada Heater 03.....	20
Tabel 3.17 Neraca Panas Pada Heater 04.....	21
Tabel 3.18 Neraca Panas Pada Heater 05.....	21

Tabel 3.19 Neraca Panas Pada Cooler 01.....	21
Tabel 3.20 Neraca Panas Pada Cooler 02.....	22
Tabel 3.21 Neraca Panas Pada Cooler 03.....	22
Tabel 3.22 Neraca Panas Pada Cooler 04.....	22
Tabel 4.1. Perincian Luas Tanah.....	59
Tabel 4.2. Jadwal Shift.....	115
Tabel 4.3. Perincian Tugas Dan Keahlian.....	116
Tabel 4.4. Perincian Golongan dan Gaji.....	118
Tabel 4.5. Indeks Harga Alat.....	126
Tabel 4.6. Fixed Capital Investment.....	138
Tabel 4.7. Gaji Karyawan.....	140

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1. Gambar Kinetika Reaksi.....	24
Gambar 4.2. Plant Lay Out Pabrik.....	60
Gambar 4.2. Tata Letak Pabrik.....	64
Gambar 4.3. Grafik Indeks Harga.....	127
Gambar 4.4. Hubungan Kapasitas Produksi Vs BEP Dan SDP.....	150

ABSTRACTION

Pre-design of a methyl acrylate factory on etherification process with capacity of 60.000 ton/years in the form of liquid, has a purity of 99%. This product gives very good prospect, considering the requirement of Methyl Acrylate in Indonesia which progressively increase, industrial users especially are textile, paper, acrylic fiber industries etc. The main material of Acrylate Acid obtained from the PT. Trypolyta Indonesia and methanol from PT. KMI Bontang, East Kalimantan. The factory is planned since a time of establishment of an industrial area at Cilegon, West Java in 2012.

Methyl acrylate produced by reacting acrylic acid with methanol and sulphate acid as a catalyst. The reaction happened within a stirred reactor tank. Reactor is operated continuously in an exothermic temperature 55°C and pressure at 1 atm. A comparison between the acrylic acid and methanol used in reaction is 2 : 1. Time of reaction in the reactors is 1,3 hours. An entire output product of the reactor is in the form of liquid then it is brought to neutralizer to eliminating H_2SO_4 , after that separated through a Decanter, and purified in a column of Distillation and ready to market.

Form of the company is an incorporated one with a staff and a line organization structure. A working division for the employees is done according to working hours comprise shift employees and non-shift employees.

From an economic analysis done by factory it is needed a fixed capital as big as US\$ 31,854,348.76; working capital (WC) : US\$ 14.231.049.54; BEP: 36.67%, SDP: 14.45% before-tax ROI: 38.05% after tax ROI: 19.02% before-tax POT: 2.08 years, after tax POT: 3.45 years, while before-tax returns: Rp115,130,614,596.18 and after t-tax returns as big as Rp57,565,307,298.09

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Di negara yang sedang berkembang seperti Indonesia, berbagai kebutuhan dalam negeri belum sepenuhnya dapat dihasilkan dan dipenuhi sendiri. Terutama kebutuhan pada bidang industri kimia masih banyak bahan-bahan kimia yang diimpor dari berbagai negara. Dalam rangka mendukung pembangunan nasional khususnya dalam sektor industri kimia maka perlu didirikan pabrik hulu yang dapat memberikan manfaat dalam perkembangan industri di Indonesia.

Metil akrilat merupakan produk antara yang banyak dipakai dalam industri kertas, cat, tekstil dan lain-lain. Kebutuhan metil akrilat dalam negeri akan semakin meningkat seiring dengan peningkatan industri-industri yang memerlukan metil akrilat sebagai salah satu bahan utama dalam proses produksi. Sehingga pembangunan pabrik metil akrilat ini diharapkan dapat mengantisipasi permintaan dalam negeri yang semakin meningkat dan mengurangi impor dari negara-negara asing seperti: Amerika Serikat, Jepang, Malaysia, Singapura.

Dengan didirikannya pabrik metil akrilat di Indonesia diharapkan dapat mengurangi konsumsi impor, sehingga akan meringankan pihak konsumen dalam negeri, selain itu dapat menghemat devisa negara dan juga dapat memacu berdirinya pabrik lain yang menggunakan metil akrilat.

Atas dasar ketersediaan bahan baku yang mudah, sumber daya manusia yang terampil dan terlatih, sumber daya alam, modal dan IPTEK yang cukup untuk peningkatan sumber daya ekonomi dan kesejahteraan masyarakat Indonesia, maka pendirian pabrik metil akrilat merupakan alternatif yang sangat memungkinkan untuk didirikan di Indonesia.

1.1.1. Kapasitas Perancangan

Tabel kebutuhan metil akrilat dalam negeri dalam kurun waktu 2002-2006 adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Kebutuhan Metil Akrlat tahun 2002-2006

Tahun	Kebutuhan (ton/tahun)
2002	16.778.920
2003	19.643.843
2004	26.803.100
2005	30.569.342
2006	36.709.657

Berdasarkan pada kebutuhan metil akrilat yang semakin meningkat tiap tahunnya, dan berdasarkan pada kapasitas pabrik Singapore Acrylic Ester Pte. Ltd. yang berkapasitas 82.000 ton/tahun maka pabrik direncanakan akan memproduksi

metil akrilat sekitar 60.000 ton/tahun. Diharapkan dengan kapasitas tersebut sebagian kebutuhan dalam negeri dapat terpenuhi.

Pabrik metil akrilat sangat perlu didirikan dengan alasan-alasan sebagai berikut:

1. Meningkatkan pendapatan negara di sektor industri, serta menghemat impor metil akrilat.
2. Meningkatkan pertumbuhan industri kimia di Indonesia dan mendukung program pemerintah dalam peningkatan industri hulu guna mendukung industri hilir yang berorientasi ekspor menghadapi era pasar bebas.
3. Memberikan lapangan pekerjaan baru sehingga mengurangi jumlah pengangguran serta meningkatkan tingkat perekonomian masyarakat Indonesia.

1.2. Tinjauan Pustaka

Proses pembuatan metil akrilat ada beberapa macam yaitu dari asetilena, asam sulfat dan asam akrilat. Dari beberapa proses yang ada perlu dipertimbangkan kelayakan pemakaian suatu proses dalam perancangan agar pabrik yang dirancang mempunyai nilai ekonomi yang tinggi.

Kriteria yang harus diperhatikan dalam pemilihan suatu proses antara lain:

1. Proses sederhana.
2. Peralatan yang digunakan sederhana, murah dan mudah didapat.
3. Kondisi operasi (suhu dan tekanan) yang tidak terlalu tinggi

4. Bahan baku yang digunakan murah dan mudah didapat.

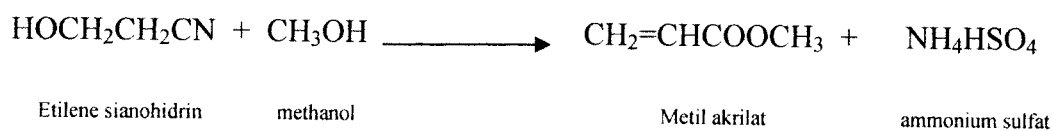
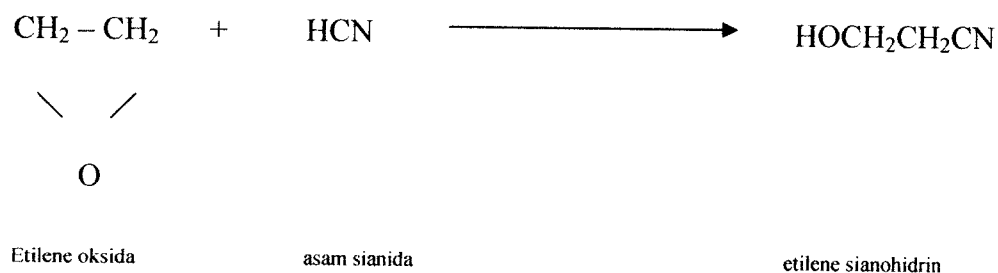
Jenis-jenis proses pembuatan metil akrilat

Ada beberapa cara pembuatan metil akrilat, yaitu :

- a. Proses Etilene Sianohidrin

Proses ini menggunakan etilene sebagai bahan baku, Etilene Sianohidrin terbentuk dari reaksi antara asam sianida dengan etilene oksida. Hasil ini kemudian direaksikan dengan alcohol yang akan membentuk metil akrilat dengan adanya asam sulfat.

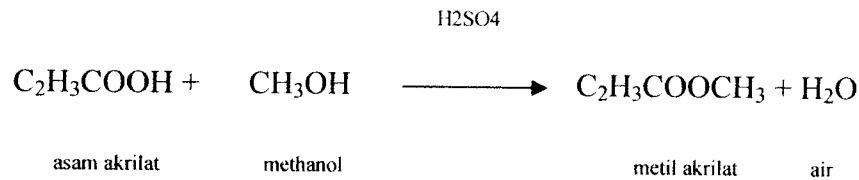
Reaksi:



- b. Proses Esterifikasi

Proses ini merupakan esterifikasi asam akrilat dan methanol dengan katalis asam sulfat akan membentuk metil akrilat. Reaksi ini berlangsung pada tekanan 1 atm dan suhu 55 °C.

Reaksi :



Pada perancangan ini proses pembuatan metil akrilat dilakukan dengan cara esterifikasi asam akrilat dengan methanol karena:

1. Harga bahan baku yang lebih murah
2. Proses relative sederhana.
3. Kondisi operasi(suhu dan tekanan) yang tidak terlalu tinggi.

Kegunaan Produk

Secara komersial metil akrilat dengan grade kemurnian minimum 98,5%.senyawa ini digunakan secara luas bahan tambahan pembuatan surface coating, tekstil, adhesive dan sebagai bahan baku pembuatan polimer yaitu polimetil akrilat.Secara presentase kegunaan metil akrilat dalam berbagai bidang : bahan pelapis(47%), tekstil(22%), acrylic fiber(9%), kertas(7%) dan lain sebagainya.

BAB II

PERANCANGAN PRODUK

2.1. Spesifikasi Produk

1. Metil Akrilat($C_2H_3COOCH_3$)

- Wujud : cair
- Kenampakan : Tidak berwarna
- Berat molekul : 86 gram/gmol
- Titik didih : 80 °C
- Titik lebur : -74 °C
- Spesifik gravity : 0,956
- Kemurnian : 99%
- Impuritis : 0,4% methanol
: 0,1% air

2.2. Spesifikasi Bahan Baku

1. Asam Akrlilat (C_2H_3COOH)

- Wujud : cair
- Kenampakan : Bening
- Berat molekul : 72 gram/gmol
- Titik didih : 141 °C
- Titik lebur : 12 °C

- Spesifik gravity : 1,062
- Kemurnian : 98%
- Impuritis : 2% air
- Kelarutan : Larut dalam air dan alcohol
- Sifat : Sangat korosif

2. Metanol (CH₃OH)

- Wujud : cair
- Kenampakan : Tidak berwarna
- Berat molekul : 32 gram/gmol
- Titik didih : 64,7 °C
- Titik lebur : -97,8 °C
- Spesifik gravity : 0,792
- Kemurnian : 99%
- Impuritis : 1% air
- Kelarutan : Larut dalam air

2.3. Spesifikasi Bahan Pembantu

1. Natrium Hidroksida (NaOH)

- Wujud : padat
- Berat molekul : 40 gram/gmol
- Titik didih : 1390 °C
- Titik lebur : 318 °C
- Spesifik gravity : 2,13
- Kemurnian : 98%
- Impuritis : 2% air
- Sifat : Korosif

2. Asam Sulfat (H₂SO₄)

- Wujud : cair
- Kenampakan : Tidak berwarna
- Berat molekul : 98 gram/gmol
- Titik didih : 338 °C
- Titik lebur : 10,49 °C
- Spesifik gravity : 1,84
- Kemurnian : 93%
- Impuritis : 7% air

2.4 PENGENDALIAN KUALITAS

2.4.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Sebelum dilakukan proses produksi, dilakukan pengujian terhadap kualitas bahan baku yang diperoleh. Pengujian ini dilakukan dengan tujuan agar bahan baku yang digunakan sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan. Evaluasi yang digunakan yaitu standart yang hampir sama dengan standart Amerika yaitu ASTM 1972.

Adapun parameter yang akan diukur adalah :

- a. Kemurnian dari bahan baku asam akrilat dan methanol
- b. Kandungan di dalam asam akrilat dan methanol
- c. Kadar air
- d. Kadar zat pengotor

2.4.2 Pengendalian Kualitas Produk

Setelah perencanaan produksi dijalankan perlu adanya pengawasan dan pengendalian produksi agar proses berjalan dengan baik. Kegiatan proses produksi diharapkan dapat menghasilkan produk yang mutunya sesuai dengan standart dan jumlah produksi yang sesuai dengan rencana serta waktu yang tepat sesuai jadwal.

Untuk itu perlu dilaksanakan pengendalian produksi sebagai berikut :

- a. Pengendalian Kualitas

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

BAB III PERANCANGAN PROSES

3.1. Uraian Proses

Proses pembuatan metil akrilat terdiri dari tiga tahapan yaitu:

1. Persiapan umpan.
2. Reaksi
3. Pemurnian produk

3.1.1. Persiapan Bahan Baku

Asam akrilat dan asam sulfat dari tangki penyimpanan dipanaskan dengan menggunakan alat penukar kalor pipa ganda sampai diperoleh suhu reaktor 55 °C, setelah suhu mencapai 55 °C kemudian di umpankan ke reaktor. Metanol dari tangki penyimpanan dipanaskan dengan alat penukar kalor pipa ganda sampai diperoleh suhu 55 °C kemudian diumpankan ke reaktor.

3.1.2. Reaksi

Reaksi dilaksanakan secara sinambung dengan menggunakan reaktor tangki alir berpengaduk sebanyak 2 buah dilengkapi dengan sistem pendingin agar diperoleh suhu reaksi yang tetap pada 55°C sebagai media pendingin digunakan air.

3.1.3. Pemurnian Produk

Unit pemurnian produk terdiri dari Netraliser, Decanter, dan 2 buah Menara Distilasi. Netraliser digunakan untuk menetralkan atau menghilangkan larutan asam sulfat yang masih terkandung dalam produk atau hasil reaktor. Sebagai bahan penetral digunakan NaOH 40%, NaOH dari tangki penyimpanan di panaskan sampai suhu 32 °C setelah mencapai suhu yang diinginkan NaOH di pompa ke Netraliser. Di dalam Netraliser terjadi reaksi antara NaOH dan H₂SO₄ menjadi sodium sulfat (Na₂SO₄). Larutan sodium sulfat dari Netraliser kemudian dialirkan ke Decanter sampai semua sodium sulfat (Na₂SO₄), terpisah. campuran air, asam akrilat, metil akrilat dan methanol, selanjutnya dipanaskan dan kemudian diumpankan ke Menara Distilasi (MD-01). Adapun produk bawah Decanter berupa sodium sulfat di tampung ke unit pengolahan lanjut. Menara Distilasi 1 (MD-01) bertujuan untuk memisahkan metanol dari metil akrilat dan air, sebagai hasil atas Menara Distilasi 1 (MD-01) di peroleh methanol dan asam akrilat dan selanjutnya di daur ulang ke Reaktor. Hasil bawah Menara Distilasi 1 (MD-01) di umpankan ke Menara Distilasi 2 (MD-02) Menara Distilasi 2 (MD-02) bertujuan untuk memisahkan air dari metil akrilat dan sebagai hasil atas menara diperoleh produk Metil akrilat dengan kemurnian 99%. selanjutnya produk atas Menara Distilasi 2 (MD-02) di dinginkan dan di tampung ke tangki penyimpan. Hasil bawah Menara Distilasi 2 (MD-02) diperoleh air dan asam akrilat kemudian dialirkan ke unit pengolahan limbah.

3.2. Metode Penentuan Perancangan

3.2.1. Penentuan Neraca Massa

Tabel 3.1 Neraca Massa Total

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)
C_2H_3COOH	6636,2523	331,8127
$C_2H_3COOCH_3$		7575,7608
CH_3OH	5898,8909	3096,9152
H_2SO_4	331,8126	
H_2O	219,9936	2324,2959
$NaOH$	677,1685	
Na_2SO_4		480,7836
TOTAL	13764,1179	13764,1179

Tabel 3.2 Neraca Massa Reaktor 01

Komponen	Masuk Reaktor (kg/jam)		Keluar Reaktor (kg/jam)
	Umpan segar	Recycle dari menara distilasi I	
C_2H_3COOH	6636,2523		1348,4848
$C_2H_3COOCH_3$		45,4546	6361,3978
CH_3OH	4096,4863	1802,4046	3548,7712
H_2SO_4	331,8126		331,8126
H_2O	219,9936		1541,9352
TOTAL	10035,4879	3096,9161	13132,4016

Tabel 3.3 Neraca Massa Reaktor 02

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)
C_2H_3COOH	1348,4848	331,8127
$C_2H_3COOCH_3$	6361,3978	7575,7608
CH_3OH	3548,7712	3096,9152
H_2SO_4	331,8126	331,8126
H_2O	1541,9352	1796,1042
TOTAL	13132,4016	13132,4016

Tabel 3.4. Neraca massa Netraliser

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)
C_2H_3COOH	331,8127	331,8127
$C_2H_3COOCH_3$	7575,7608	7575,7608
CH_3OH	3096,9152	3096,9152
H_2SO_4	331,8126	
H_2O	2202,4053	2324,2959
NaOH	270,8674	
Na_2SO_4		480,7836
TOTAL	13809,5682	13809,5682

Tabel 3.5. Neraca massa Decanter

Komponen	Densitas (kg/lt)	Masuk (kg/jam)	Keluar	
			Atas (kg/jam)	Bawah (kg/jam)
C ₂ H ₃ COOH	1,062	331,8127	298,6314	29,8631
C ₂ H ₃ COOCH ₃	1,015	7575,7608	7575,7608	
CH ₃ OH	0,792	3096,9152	1858,1491	1238,7661
H ₂ O	1	2324,2959	1024,8808	1299,4151
Na ₂ SO ₄	2,698	480,7836		480,7836
TOTAL		13809,5682	10757,4221	3052,1461

Tabel 3.6. Neraca massa Menara Distilasi 01

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar	
		Atas (kg/jam)	Bawah (kg/jam)
C ₂ H ₃ COOH	298,6314		298,6314
C ₂ H ₃ COOCH ₃	7575,7608	45,4546	7530,3062
CH ₃ OH	1858,14912	1802,4046	55,7445
H ₂ O	1024,8808	10,2488	1014,6320
TOTAL	10757,4221	1858,108	8899,3141

Tabel 3.7. Neraca massa Menara Distilasi 02

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar	
		Atas (kg/jam)	Bawah (kg/jam)
C_2H_3COOH	298,6314		298,6314
$C_2H_3COOCH_3$	7530,3062	7500,1850	30,1212
CH_3OH	55,7445	55,7445	
H_2O	1014,6320	19.8361	994,7959
TOTAL	8899,3141	7575,7656	1323,5485

3.2.2. Penentuan Neraca Panas

Tabel 3.8 Neraca Panas Reaktor I

Komponen	Masuk (kkal/jam)	Keluar (kkal/jam)
C_2H_3COOH	25706,307	5296,074
$C_2H_3COOCH_3$	345,873	48408,804
CH_3OH	71846,817	43223,034
H_2SO_4	1472,874	1472,874
H_2O	7826,184	54853,596
panas reaksi	439178,376	
pendingin		393122,049
TOTAL	546376,431	546376,431

Tabel 3.9 Neraca Panas Reaktor II

Komponen	Masuk (kkal/jam)	Keluar (kkal/jam)
C_2H_3COOH	5296,074	1303,167
$C_2H_3COOCH_3$	48408,804	57649,866
CH_3OH	43223,034	37719,555
H_2SO_4	1472,874	1472,892
H_2O	54853,596	63895,509
panas reaksi	84440,59	
pendingin		75653,983
TOTAL	237694,972	237694,972

Tabel 3.10 Neraca Panas Netraliser

Komponen	Masuk (kkal/jam)	Keluar (kkal/jam)
C ₂ H ₃ COOH	134,2285	134,2285
C ₂ H ₃ COOCH ₃	11402,6913	11402,6913
CH ₃ OH	7946,8970	7946,897
H ₂ SO ₄	266,9576	
H ₂ O	18541,4873	19567,653
NaOH	992,6602	
Na ₂ SO ₄		2604,9884
panas reaksi	691050,5433	
pendingin		688679,007
TOTAL	730335,4652	730335,4652

Tabel 3.11 Neraca Panas Decanter

Komponen	Masuk (kkal/jam)	keluar	
		Atas (kkal/jam)	Bawah (kkal/jam)
C ₂ H ₃ COOH	134,2288367	120,8059409	13,42289581
C ₂ H ₃ COOCH ₃	11402,6916	11402,6916	
CH ₃ OH	7946,897316	4768,13839	3178,758926
H ₂ O	19567,6532	8628,209541	10939,44365
Na ₂ SO ₄	1320,839178		1320,839178
		24919,84548	15452,46465
TOTAL	40372,31013	40372,31013	

Tabel 3.12 Neraca Panas Menara Distilasi 01

Komponen	Masuk (kkal/jam)	Keluar	
		Atas (kkal/jam)	Bawah (kkal/jam)
C ₂ H ₃ COOH	2568,163984		2986,36827
C ₂ H ₃ COOCH ₃	100710,3969	405,7069461	111674,4259
CH ₃ OH	38200,40451	25510,57628	1269,190497
H ₂ O	57161,66775	415,6736423	61628,26886
Beban kondensor		22295,36148	
beban reboiler	27544,93868		
		48627,31835	177558,2535
	226185,5718	226185,5718	

Tabel 3.13 Neraca Panas Menara Distilasi 02

Komponen	Masuk (kkal/jam)	keluar	
		Atas (kkal/jam)	Bawah (kkal/jam)
C ₂ H ₃ COOH	2793,055683		6724,896533
C ₂ H ₃ COOCH ₃	106376,4408	66943,21701	816,7906318
CH ₃ OH	1212,90889	788,9872891	
H ₂ O	59342,50878	804,5179862	95292,31754
Beban kondensor		81458,33161	
beban reboiler	83104,1444		
		149995,0539	102834,0047
Total	252829,0586	252829,0586	

Tabel 3.14 Neraca Panas Heater 01

Komponen	Masuk (kkal/jam)	Keluar (kkal/jam)
Entalpi umpan	2219,04068	
Entalpi keluar		30881,32585
Beban panas	28662,28517	
total	30881,32585	30881,32585

Tabel 3.15 Neraca Panas Heater 02

Komponen	Masuk (kkal/jam)	Keluar (kkal/jam)
Entalpi umpan	487,1463217	
Entalpi keluar		2361,343622
Beban panas	1874,1973	
total	2361,343622	2361,343622

Tabel 3.16 Neraca Panas Heater 03

Komponen	Masuk (kkal/jam)	Keluar (kkal/jam)
Entalpi umpan	7733,193926	
Entalpi keluar		52013,63364
Beban panas	44280,43971	
total	52013,63364	52013,63364

Tabel 3.17 Neraca Panas Heater 04

Komponen	Masuk (kkal/jam)	Keluar (kkal/jam)
Entalpi umpan	1010,543223	
Entalpi keluar		4365,25175
Beban panas	3354,708526	
total	4365,25175	4365,25175

Tabel3.18 Neraca Panas Heater 05

Komponen	Masuk (kkal/jam)	Keluar (kkal/jam)
Entalpi umpan	24919,81935	
Entalpi keluar		198171,9152
Beban panas	173252.0959	
total	198171,9152	198171,9152

Tabel 3.19 Neraca Panas Cooler 01

Komponen	Masuk (kkal/jam)	Keluar (kkal/jam)
Entalpi umpan	162040,7372	
Entalpi keluar		34871,6765
Beban panas		127169,0607
total	162040,7372	162040,7372

Tabel 3.20 Neraca Panas Cooler 02

Komponen	Masuk (kkal/jam)	Keluar (kkal/jam)
Entalpi umpan	26333,13769	
Entalpi keluar		22663,2246
Beban panas		3669,9131
total	26333,13769	26333,13769

Tabel 3.21 Neraca Panas Cooler 03

Komponen	Masuk (kkal/jam)	Keluar (kkal/jam)
Entalpi umpan	68536,72228	
Entalpi keluar		8146,9939
Beban panas		60389,7284
total	68536,72228	68536,72228

Tabel 3.22 Neraca Panas Cooler 04

Komponen	Masuk (kkal/jam)	Keluar (kkal/jam)
Entalpi umpan	102956,4261	
Entalpi keluar		6092,6431
Beban panas		96863,7830
total	102956,4261	102956,4261

DIAGRAM ALIR KUALITATIF

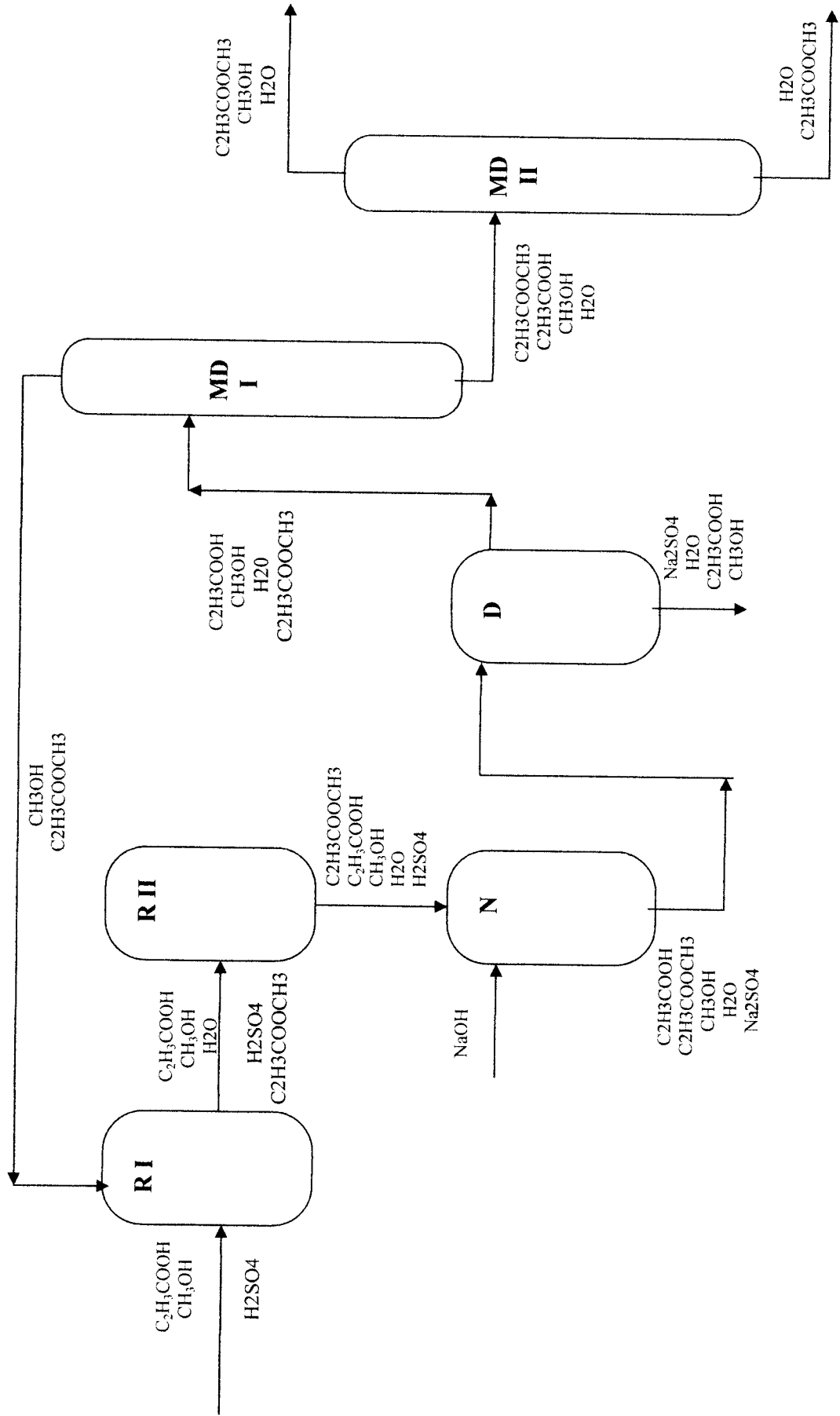
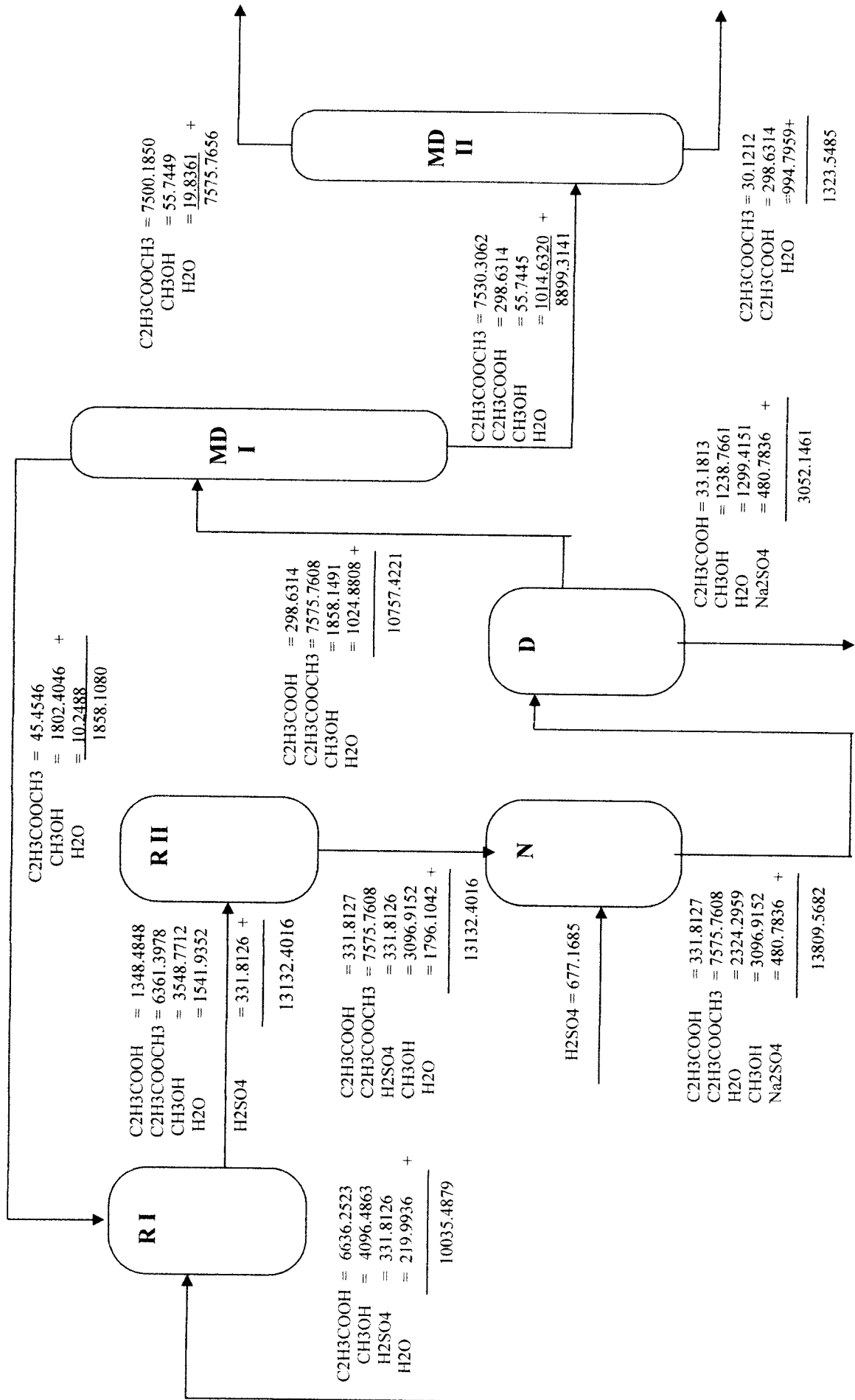


DIAGRAM ALIR KUANTITATIF



3.3 Spesifikasi Alat

3.3.1. Spesifikasi Alat-Alat Proses

1. Reaktor (R)

Fungsi : Mereaksikan Asam Akrilat sebanyak 6636,2523 kg/jam dengan Methanol sebanyak 5898,8909 kg/jam untuk menghasilkan Metil akrilat sebanyak 7575,7575 kg/jam

Jenis : Reaktor Alir Tangki Berpengaduk/Continuous Stirred Tank Reactor

Jumlah alat : 2 buah

Kondisi operasi : Tekanan : 1 atm
Suhu : 55 °C

Dimensi Reaktor :

- Tinggi Reaktor = 3,8235 m
- Diameter = 2,5490 m
- Volume reaktor = 655,9776 ft³
- Tebal dinding = 1/4 in = 0,25 in
- Tebal head = 5/16 in = 0,3125 in
- Jenis head = Torispherical dished head
- Bahan = Stainless Steel SA 285 grade C
- Suhu masuk = 55°C
- Suhu keluar = 55°C
- Tinggi koil Reaktor 1 = 1,4863 m

- Jumlah belitan koil = 13 belitan
- Diameter koil = 4,026 in (ID); 4,50 in (OD)
- Tinggi koil Reaktor 2 = 1,4863 m
- Jumlah belitan koil = 13 belitan
- Diameter koil = 4,026 in (ID); 4,50 in (OD)

Pengaduk

- Jumlah baffle = 4 buah
- Lebar baffle = 0,2549
- Jenis Pengaduk = Six blade turbin dengan 6 sudu
- Jumlah pengaduk = 1 buah
- Diameter pengaduk = 0,8497 m
- Lebar pengaduk = 0,1699 m
- Tenaga pengaduk = 15 Hp
- Jumlah putaran = 1,5543 rps

2. Netralisator (N-01)

Fungsi : Menetralkan Asam Sulfat sebanyak 331,8126 kg/jam dengan menggunakan

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

Kondisi Operasi : - Tekanan : 1 atm

: - Temperatur : 32 °C

Dimensi Netraliser

- Volume : 755,3241 ft³
- Bahan : Stainless Steel SA 285 grade C
- Diameter : 2,6710 m
- Tinggi : 4,0065 m
- Tebal : 1/4 in

Pengaduk

- Jenis : Six flat blades
- Diameter Impeller : 0,8903 m
- Lebar Impeller : 0,1781 m
- Panjang Impeller : 0,2226 m
- Jumlah baffle : 4 buah
- Lebar baffle : 0,2671 m
- Kecepatan putar : 1,5111 rps
- Power pengaduk : 18 Hp
- Jumlah pengaduk : 1 buah

3. Decanter (DC)

Fungsi : Memisahkan larutan fase ringan dengan larutan fase berat dari Netraliser, dengan kapasitas 13809,5682 kg/jam

Jenis : Tangki silinder tegak

Jumlah alat : 1 buah

Kondisi operasi : - Tekanan = 1 atm

- Suhu = 32°C

Waktu pemisahan : 1,3361 jam

Dimensi :

- Panjang = 3,9503 m
- Diameter = 2,6335 m
- Tebal dinding = 3/16 in = 0,1875 in

Bahan = Stainless Steel SA 285 grade C

4. Menara Distilasi 01 (MD-01)

Fungsi : Memisahkan Methanol dari produk Metil Akrylat berdasarkan perbedaan titik didihnya dengan kapasitas 10757,4221 kg/jam.

Tipe : sieve tray

Jumlah alat : 1 buah

Kondisi operasi :

• Umpan : P = 1,2 atm; T = 72,6 °C

• Distilat : P = 1,1 atm; T = 59,3 °C

• Bottom : P = 1,3 atm; T = 77 °C

Dimensi menara distilasi :

- Jumlah plate = 16 plate

- Diameter enriching = 0,6715 m
- Diameter stripping = 1,1560 m
- Tinggi menara = 9,7898 m
- Tebal dinding = 3/16 in = 0,1875 in
- Tebal head dan bottom = 3/16 in = 0,1875 in

Bahan = Stainless steel SA 285 Grade C

5. Menara Distilasi 02 (MD-02)

Fungsi : Memisahkan Produk Metil Akrilat dari air *dan* Asam Akrilat berdasarkan perbedaan titik didihnya dengan kapasitas 8909,5629 kg/jam.

Tipe : sieve tray

Jumlah alat : 1 buah.

Kondisi operasi :

• Umpan : P = 1,2 atm; T = 74,45 °C

• Distilat : P = 1.1 atm; T = 59,3 °C

• Bottom : P = 1.3 atm; T = 109,1 °C

Dimensi menara distilasi :

- Jumlah plate = 18 plate
- Tinggi menara = 11,0076 m
- Diameter enriching = 1,0062 m

- Diameter stripping = 0,5827 m
- Tebal dinding = 3/16 in = 0,1875 in
- Tebal head dan bottom = 4/16 in = 0,25 in

Bahan = Stainless steel SA 285 Grade C

6. Condenser- 01 (CD-01)

Fungsi : Mengembunkan hasil atas MD-01 sebanyak 1858,1080 kg/jam dengan air pendingin dari 30°C sampai 40°C.

Jenis : Double pipe exchanger

Aliran fluida :

⊙ Annulus = Air ⊙ Inner pipe = Produk

Spesifikasi annulus :

- Ukuran pipa (IPS) = 2 in.
- OD inner pipe (D₁) = 2,3800 in.
- ID outer pipe (D₂) = 2,0670 in.

Spesifikasi inner pipe :

- Ukuran pipa (IPS) = 1,25 in.
- OD inner pipe (D₁) = 1,66 in.
- ID outer pipe (D₂) = 1,38 in.

Bahan konstruksi : Carbon Steel.

7. Condenser-02 (CD-02)

Fungsi : Mengembunkan hasil atas MD-02 sebanyak 7575,7656 kg/jam dengan air pendingin dari 30°C sampai 40°C.

Jenis : Double pipe exchanger

Aliran fluida :

⊙ Annulus = Air

⊙ Inner pipe = Produk

Spesifikasi annulus :

- Ukuran pipa (IPS) = 2,5 in.
- OD inner pipe (D₁) = 2,8800 in.
- ID outer pipe (D₂) = 2,4690 in.

Spesifikasi inner pipe :

- Ukuran pipa (IPS) = 1,25 in.
- OD inner pipe (D₁) = 1,66 in.
- ID outer pipe (D₂) = 1,38 in.

Bahan konstruksi : Carbon Steel.

8. Reboiler-01 (RB-01)

Fungsi : Menguapkan sebagian hasil bawah MD-01 pada suhu 77 °C dengan pemanas steam jenuh pada suhu 100 °C

Jenis : Shell and Tube Kettle Reboiler

Aliran fluida :

BAB III PERANCANGAN PROSES

3.1. Uraian Proses

Proses pembuatan metil akrilat terdiri dari tiga tahapan yaitu:

1. Persiapan umpan.
2. Reaksi
3. Pemurnian produk

3.1.1. Persiapan Bahan Baku

Asam akrilat dan asam sulfat dari tangki penyimpanan dipanaskan dengan menggunakan alat penukar kalor pipa ganda sampai diperoleh suhu reaktor 55 °C, setelah suhu mencapai 55 °C kemudian di umpankan ke reaktor. Metanol dari tangki penyimpanan dipanaskan dengan alat penukar kalor pipa ganda sampai diperoleh suhu 55 °C kemudian diumpankan ke reaktor.

3.1.2. Reaksi

Reaksi dilaksanakan secara sinambung dengan menggunakan reaktor tangki alir berpengaduk sebanyak 2 buah dilengkapi dengan sistem pendingin agar diperoleh suhu reaksi yang tetap pada 55°C sebagai media pendingin digunakan air.

Shell = Steam

Tube = Produk

Spesifikasi tube :

- OD : 0,75 in
- ID tube : 0,67 in
- BWG : 16
- Jumlah tube : 231 tube
- Passes : 4
- Flow area : 0,1963 ft²

Spesifikasi shell :

- IDs : 19.25 in
- Passes : 13

Bahan konstruksi = Stainless Steel.

9. Reboiler-02 (RB-02)

Fungsi : Menguapkan sebagian hasil bawah MD-01 pada suhu 109 °C
dengan pemanas steam jenuh pada suhu 140 °C

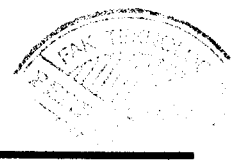
Jenis : Shell and Tube Kettle Reboiler

Aliran fluida :

Shell = Steam

Tube = Produk

Spesifikasi tube :



- OD : 0,75 in
- ID tube : 0,67 in
- BWG : 16
- Jumlah tube : 73 tube
- Passes : 4
- Flow area : 0,1963 ft²

Spesifikasi shell :

- IDs : 19,25 in
- Passes : 13

Bahan konstruksi = Stainless Steel.

10. Accumulator-01 (ACC-01)

Fungsi : Menampung sementara embunan dari Condenser-01 sebanyak 1858,1080 kg/jam selama 15 menit.

Jenis : Tangki silinder horizontal.

Jumlah : 1 buah.

Dimensi accumulator :

- Diameter = 0,6251 m
- Panjang = 0,9968 m
- Tebal dinding = 3/16 in = 0,1875 in
- Tebal head = 3/16 in = 0,1875 in

Bahan konstruksi = Carbon steel SA 283 Grade C

11. Accumulator-02 (ACC-02)

Fungsi : Menampung sementara embunan dari Condenser-02 sebanyak 7575,7656 kg/jam selama 15 menit.

Jenis : Tangki silinder horizontal.

Jumlah : 1 buah.

Dimensi accumulator :

- Diameter = 0,9220 m
- Panjang = 1,4703 m
- Tebal dinding = 3/16 in = 0,1875 in
- Tebal head = 3/16 in = 0,1875 in

Bahan konstruksi = Carbon steel SA-283 Grade C

12. Heater-01(H-01)

Fungsi : Memanaskan asam akrilat sebagai umpan masuk reaktor dari suhu 30°C sampai 55°C.suhu dengan steam pada suhu 100°C.

Jenis : Double pipe exchanger.

Pemanas : Steam sebanyak 117,2723 lb/jam.

Aliran fluida :

⊙ Annulus = Steam

⊙ Inner pipe = Asam Akrilat

Spesifikasi annulus :

- Ukuran pipa (IPS) = 2 in.
- OD inner pipe (D₁) = 2,38 in.
- ID outer pipe (D₂) = 2,067 in.

Spesifikasi inner pipe :

- Ukuran pipa (IPS) = 1,25 in.
- OD inner pipe (D₁) = 1,66 in.
- ID outer pipe (D₂) = 1,38 in.

Bahan konstruksi : Stainless Steel.

13. Heater-02 (H-02)

Fungsi : Memanaskan asam sulfat sebagai umpan masuk reaktor dari suhu 30°C sampai 55°C.suhu dengan steam pada suhu 100°C.

Jenis : Double pipe exchanger.

Pemanas : Steam sebanyak 11,6546 lb/jam.

Aliran fluida :

⊙ Annulus = Steam

⊙ Inner pipe = Asam Sulfat

Spesifikasi annulus :

- Ukuran pipa (IPS) = 2 in.
- OD inner pipe (D₁) = 2,38 in.
- ID outer pipe (D₂) = 2,067 in.

Spesifikasi inner pipe :

- Ukuran pipa (IPS) = 1,25 in.
- OD inner pipe (D_1) = 1,66 in.
- ID outer pipe (D_2) = 1,38 in.

Bahan konstruksi : Stainless Steel.

14. Heater-03 (H-03)

Fungsi : Memanaskan methanol sebagai umpan masuk reaktor dari suhu 30°C sampai 55°C dengan steam pada suhu 100°C.

Jenis : Double pipe exchanger.

Pemanas : Steam sebanyak 244,4552 lb/jam.

Aliran fluida :

⊙ Annulus = Steam

⊙ Inner pipe = Methanol

Spesifikasi annulus :

- Ukuran pipa (IPS) = 2 in.
- OD inner pipe (D_1) = 2,38 in.
- ID outer pipe (D_2) = 2,067 in.

Spesifikasi inner pipe :

- Ukuran pipa (IPS) = 1,25 in.
- OD inner pipe (D_1) = 1,66 in.
- ID outer pipe (D_2) = 1,38 in.

Bahan konstruksi : Carbon Steel.

15. Heater-04 (H-04)

Fungsi : Memanaskan NaOH sebagai umpan masuk Netraliser dari suhu 30°C sampai 32°C dengan steam pada suhu 100°C.

Jenis : Double pipe exchanger.

Pemanas : Steam sebanyak 21,9952 lb/jam.

Aliran fluida :

⊙ Annulus = Steam

⊙ Inner pipe = NaOH

Spesifikasi annulus :

- Ukuran pipa (IPS) = 2 in.
- OD inner pipe (D₁) = 2,38 in.
- ID outer pipe (D₂) = 2,067 in.

Spesifikasi inner pipe :

- Ukuran pipa (IPS) = 1,25 in.
- OD inner pipe (D₁) = 1,66 in.
- ID outer pipe (D₂) = 1,38 in.

Bahan konstruksi : Carbon Steel.

16. Heater-05 (H-05)

Fungsi : Memanaskan produk Decanter sebagai umpan masuk Menara Distilasi 1 dari suhu 32°C sampai 72.6°C dengan steam pada suhu 100°C.

Jenis : Shell and Tube Exchanger

Aliran fluida :

☒ Shell = Steam

☒ Tube = Produk

Spesifikasi tube :

- OD : 1,25 in
- ID tube : 1,12 in
- BWG : 16
- Jumlah tube : 42 tube
- Passes : 6
- Flow area : 0,3271 ft²

Spesifikasi shell :

- IDs : 15,25 in
- Passes : 17

Bahan konstruksi = Stainless Steel.

17. Cooler-01 (CL-01)

Fungsi : menurunkan suhu Produk yang keluar dari Reaktor untuk dialirkan ke Netraliser sebanyak 13132,4016 kg/jam dari suhu 55 °C menjadi 32 °C

Jenis : Shell & Tube Exchanger.

Pendingin : Air sebanyak 14023,9214 lb/jam.

Aliran fluida :

☒ Shell = Air

☒ Tube = Produk

Spesifikasi tube :

- OD : 1 in
- ID tube : 0.87 in
- BWG : 16
- Jumlah tube : 208 tube
- Passes : 8
- Flow area : 0.2618 ft²

Spesifikasi shell :

- IDs : 23.25 in
- Passes : 11

Bahan konstruksi : Stainless Steel.

18. Cooler-02 (CL-02)

Fungsi : Menurunkan suhu produk Menara Distilasi atas untuk di recycle ke Reaktor 1858,1080 kg/jam dari suhu 59.3 °C menjadi 55 °C

Jenis : Double pipe exchanger.

Pendingin : Air sebanyak 809,4197 lb/jam.

Aliran fluida :

⊙ Annulus = Air

⊙ Inner pipe = Produk

Spesifikasi annulus :

- Ukuran pipa (IPS) = 2 in.
- OD inner pipe (D₁) = 2,38 in.
- ID outer pipe (D₂) = 2,067 in.

Spesifikasi inner pipe :

- Ukuran pipa (IPS) = 1,25 in.
- OD inner pipe (D₁) = 1,66 in.
- ID outer pipe (D₂) = 1,38 in.

Bahan konstruksi : Carbon Steel.

19. Cooler-03 (CL-03)

Fungsi : Mendinginkan produk atas Menara Distilasi 01 dari suhu 59,3°C menjadi 40°C, dengan air sebagai pendingin

Jenis : Double pipe exchanger.

Pendingin : Air sebanyak 38902.2423 lb/jam.

Aliran fluida :

⊙ Annulus = Produk

⊙ Inner pipe = Air

Spesifikasi annulus :

- Ukuran pipa (IPS) = 4 in.
- OD inner pipe (D_1) = 4,5 in.
- ID outer pipe (D_2) = 4,026 in.

Spesifikasi inner pipe :

- Ukuran pipa (IPS) = 3 in.
- OD inner pipe (D_1) = 3,5 in.
- ID outer pipe (D_2) = 3,068 in.

Bahan konstruksi : Carbon Steel.

20. Cooler-04 (CL-04)

Fungsi : Mendinginkan hasil bawah Menara Distilasi 02 dari suhu 109°C menjadi 40°C, dengan air sebagai pendingin

Jenis : Double pipe exchanger.

Pendingin : air sebanyak 18676.3129 lb/jam.

Aliran fluida :

⊙ Annulus = Produk

⊙ Inner pipe = Air

Spesifikasi annulus :

- Ukuran pipa (IPS) = 3 in.
- OD inner pipe (D_1) = 3,5 in.
- ID outer pipe (D_2) = 3,068 in.

Spesifikasi inner pipe :

- Ukuran pipa (IPS) = 2 in.
- OD inner pipe (D_1) = 2,38 in.
- ID outer pipe (D_2) = 2,067 in.

Bahan konstruksi : Stainless Steel.

21. Tangki-01 (T-01)

Fungsi : Menyimpan Asam Akrilat sebanyak 6636,2523 kg/jam selama 15 hari.

Jenis : Tangki silinder tegak, atap berbentuk kerucut dan dasar berbentuk datar (conical roof & flat bottomed vessel).

Jumlah : 1 buah.

Kondisi operasi : Tekanan = 1 atm

Suhu = 30°C

Dimensi :

- Volume = 2699,4925 m³
- Diameter = 70 ft
- Tinggi = 30 ft

Bahan konstruksi = Stainless Steel SA-285 Grade C

22. Tangki 02 (T-02)

Fungsi : Menyimpan asam sulfat sebanyak 331,8126 kg/jam selama 15 hari.

Jenis : Tangki silinder tegak, atap berbentuk kerucut dan dasar berbentuk datar (conical roof & flat bottomed vessel).

Jumlah : 1 buah.

Kondisi operasi : Tekanan = 1 atm

Suhu = 30°C

Dimensi :

- Volume = 77,9038 m³
- Diameter = 24 ft
- Tinggi = 12 ft

Bahan konstruksi = Stainless Steel SA-285 Grade C

23. Tangki 03 (T-03)

Fungsi : Menyimpan methanol sebanyak 4096,4863 kg/jam selama 30 hari.

Jenis : Tangki silinder tegak, atap berbentuk kerucut dan dasar berbentuk datar (conical roof & flat bottomed vessel).

Jumlah : 1 buah.

Kondisi operasi : Tekanan = 1 atm

Suhu = 30°C

Dimensi :

- Volume = 2234,4471 m³
- Diameter = 70 ft
- Tinggi = 30 ft

Bahan konstruksi = Carbon Steel SA 283 grade C

24. Tangki 04 (T-04)

Fungsi : Menyimpan NaOH sebanyak 677,1685 kg/jam selama 15 hari.

Jenis : Tangki silinder tegak, atap berbentuk kerucut dan dasar berbentuk datar (conical roof & flat bottomed vessel).

Jumlah : 1 buah.

Kondisi operasi : Tekanan = 1 atm

Suhu = 30°C

Dimensi :

- Volume = 205,5486 m³
- Diameter = 30 ft
- Tinggi = 12 ft

Bahan konstruksi = Carbon Steel SA-283 Grade C



25. Tangki-05 (T-05)

Fungsi : Menyimpan produk metil akrilat sebanyak 7575,7656 kg/jam selama 15 hari.

Jenis : Tangki silinder tegak, atap berbentuk kerucut dan dasar berbentuk datar (conical roof & flat bottomed vessel).

Jumlah : 1 buah.

Kondisi operasi : Tekanan = 1 atm

Suhu = 30°C

Dimensi :

- Volume = 3224,3653m³
- Diameter = 80 ft
- Tinggi = 30 ft

Bahan konstruksi = Stainless Steel SA-285 Grade C

26. Pompa-01 (P-01)

Fungsi : Mengalirkan umpan asam akrilat dari pengangkut ke Tangki-01 sebanyak 6636,2523 kg/jam

Jenis : Centrifugal pump

Jumlah = 1 buah

- volume = 27,5136 gpm
- Head = 30,2166 ft

- Tenaga pompa = 0,5582 Hp
- Tenaga motor = 1 Hp Standar NEMA

27. Pompa-02 (P-02)

Fungsi : Mengalirkan umpan asam sulfat dari pengangkut ke Tangki-02
sebanyak 331,8126 kg/jam

Jenis : Centrifugal pump

Jumlah = 1 buah

- Volume = 0,7940 gpm
- Head = 11,8748 ft
- Tenaga pompa = 0,0110 Hp
- Tenaga motor = 0,5 Hp Standar NEMA

28. Pompa-03 (P-03)

Fungsi : Mengalirkan umpan methanol dari pengangkut ke Tangki-03
sebanyak 4096,4863 kg/jam

Jenis : Centrifugal pump

Jumlah = 1 buah

- Volume = 22,7738 gpm
- Head = 29,8113 ft
- Tenaga pompa = 0,3399Hp

- Tenaga motor = 0,5 Hp Standar NEMA

29. Pompa-04 (P-04)

Fungsi : Mengalirkan umpan NaOH dari pengangkut ke Tangki-04
sebanyak 677,1685 kg/jam

Jenis : Centrifugal pump

Jumlah = 1 buah

- Volume = 2,0949 gpm
- Head = 19,1418 ft
- Tenaga pompa = 0,0361 Hp
- Tenaga motor = 0,5 Hp Standar NEMA

30. Pompa-05 (P-05)

Fungsi : Mengalirkan umpan asam akrilat dari Tangki-01 ke ke Reaktor-01
(R- 01) sebanyak 6636,2523 kg/jam.

Jenis : Centrifugal pump

Jumlah = 1 buah

- Volume = 27,5135 gpm
- Head = 30,2166 ft
- Tenaga pompa = 0.5582 Hp
- Tenaga motor = 1 Hp Standar NEMA

31. Pompa 06 (P-06)

Fungsi : Mengalirkan umpan asam sulfat dari Tangki-02 ke Reaktor-01
(R- 01) sebanyak 331,8126 kg/jam.

Jenis : Centrifugal pump

Jumlah = 1 buah

- Volume = 0,7940 gpm
- Head = 11,8748 ft
- Tenaga pompa = 0,0137 Hp
- Tenaga motor = 0,5 Hp Standar NEMA

32. Pompa 07 (P-07)

Fungsi : Mengalirkan umpan methanol dari Tangki-03 ke ke Reaktor-01
(R-01) sebanyak 4096,4863 kg/jam.

Jenis : Centrifugal pump

Jumlah = 1 buah

- Volume = 22,7738 gpm
- Head = 29,8113 ft
- Tenaga pompa = 0,4249 Hp
- Tenaga motor = 0,5 Hp Standar NEMA

33. Pompa 08 (P-08)

Fungsi : Mengalirkan umpan NaOH dari Tangki-04 ke Netraliser sebanyak
677,1685 kg/jam

Jenis : Centrifugal pump

Jumlah = 1 buah

- Volume = 2,0949 gpm
- Head = 19,1418 ft
- Tenaga pompa = 0,0451 Hp
- Tenaga motor = 0,5 Hp Standar NEMA

34. Pompa-09 (P-09)

Fungsi : Mengalirkan produk Reaktor-01 ke Reaktor-02 sebanyak
13132,4016 kg/jam

Jenis : Centrifugal pump

Jumlah = 1 buah

- Volume = 62,2673 gpm
- Head = 23,4085 ft
- Tenaga pompa = 1,0696 Hp
- Tenaga motor = 1,5 Hp Standar NEMA

35. Pompa-10 (P-10)

Fungsi : Mengalirkan cairan dari Netraliser menuju Decanter sebanyak
13809,5682 kg/jam

Jenis : Centrifugal pump

Jumlah = 1 buah

- Volume = 62,7890 gpm
- Head = 11,4585 ft
- Tenaga pompa = 0,5506 Hp
- Tenaga motor = 1 Hp Standar NEMA

36. Pompa-11 (P-11)

Fungsi : Mengalirkan cairan dari Decanter menuju Menara Distilasi-01
(MD-01) sebanyak 10757,4221 kg/jam

Jenis : Centrifugal pump

Jumlah = 1 buah

- Volume = 48,9116 gpm
- Head = 11,1280 ft
- Tenaga pompa = 0,4165 Hp
- Tenaga motor = 0,5 Hp Standar NEMA

37. Pompa-12 (P-12)

Fungsi : Mengalirkan cairan dari Accumulator-01 ke Reaktor-01 sebanyak
1858,108 kg/jam

Jenis : Centrifugal pump

Jumlah = 1 buah

- Volume = 8.,4484 gpm
- Head = 10,5174 ft
- Tenaga pompa = 0,0680 Hp
- Tenaga motor = 0,5 Hp Standar NEMA

38. Pompa-13 (P-13)

Fungsi : Mengalirkan cairan hasil bawah MD-01 menuju MD-02 sebanyak
8899,3141 kg/jam

Jenis : Centrifugal pump

Jumlah = 1 buah

- Volume = 40,4632 gpm
- Head = 10,9541 ft
- Tenaga pompa = 0,2714 Hp
- Tenaga motor = 0,5 Hp Standar NEMA

39. Pompa-14 (P-14)

Fungsi : Mengalirkan produk dari MD-02 menuju Tangki-05 (T-05)
sebanyak 7575.7656 kg/jam

Jenis : Centrifugal pump

Jumlah = 1 buah

- Volume = 34,4453 gpm
- Head = 10,8438 ft
- Tenaga pompa = 0,2858 Hp
- Tenaga motor = 0,5 Hp Standar NEMA

40. Pompa-15 (P-15)

Fungsi : Mengalirkan cairan bottom MD-02 ke UPL sebanyak 1323,5485
kg/jam

Jenis : Centrifugal pump

Jumlah = 1 buah

- Volume = 6,0179 gpm
- Head = 10,5021 ft
- Tenaga pompa = 0,0484 Hp
- Tenaga motor = 0,5 Hp Standar NEMA

41. Pompa-16 (P-16)

Fungsi : Mengalirkan cairan dari Tangki-05 (T-05) ke tangki pengangkut
sebanyak 7575,7656 kg/jam

Jenis : Centrifugal pump

Jumlah = 1 buah

- Volume = 34,4453 gpm
- Head = 10,8438 ft
- Tenaga pompa = 0,2858 Hp
- Tenaga motor = 0,5 Hp Standar NEMA

BAB IV PERANCANGAN PABRIK

4.1. Lokasi Pabrik

Pabrik metil akrilat dengan kapasitas 60.000 ton/tahun ini direncanakan akan didirikan di daerah Cilegon. Pemilihan lokasi ini didasarkan atas pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut :

- Penyediaan Bahan Baku

Bahan baku asam akrilat yang diperoleh dari PT Tripolyta Indonesia dan Kebutuhan methanol diperoleh dari PT. KMI Bontang, Kalimantan Timur.

- Pemasaran

Prospek pasar menjadi sangat penting karena untung rugi pabrik sangat tergantung pada pemasaran produknya, sehingga lokasi di buat di daerah yang prospek pemasarannya baik. Metil akrilat banyak dibutuhkan oleh pabrik cat, pabrik tekstil, pabrik kertas dan lain-lain.

- Iklim

Keadaan iklim atau cuaca indonesia secara umum cukup mendukung, karena merupakan iklim tropis dengan curah hujan yang tidak terlalu besar.

- Fasilitas transportasi

Sasaran pemasaran sebagian besar adalah untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri sedangkan sisanya untuk ekspor. Untuk itu lokasi pabrik harus terus berdekatan dengan sarana perhubungan laut dan darat sehingga dapat memudahkan transportasi dan mengurangi biaya yang dikeluarkan baik oleh perusahaan ataupun

oleh karyawan.

- Fasilitas air

Pabrik yang akan didirikan haruslah dekat dengan sumber air. Dengan dekatnya lokasi sumber air maka jalannya proses suatu pabrik akan lebih mudah, karena jalannya dari suatu proses sangatlah membutuhkan air yang banyak baik untuk proses produksi, aktifitas kantor, dan sebagainya.

- Tenaga Kerja

Agar suatu pabrik berjalan dengan baik di samping tersedianya alat-alat proses yang lengkap dan bahan baku yang dipergunakan, diperlukan juga tenaga kerja guna menjalankan proses mulai dari pengolahan bahan baku sampai dengan diperolehnya produk akhir. Oleh karena itu pendirian pabrik di rancang tidak jauh (tetapi tidak terlalu dekat) dari lokasi pemukiman tenaga kerja tersebut, agar tidak sulit dalam mencari tenaga kerja.

- Perluasan pabrik

Dalam pendirian sebuah pabrik haruslah memperhitungkan rencana perluasan pabrik tersebut dalam jangka waktu 10 atau 20 tahun kedepan (jangka panjang). Karena apabila suatu saat nanti akan memperluas area dari pabrik tidak kesulitan dalam mencari lahan perluasan.

- Peraturan daerah

Dalam mendirikan suatu bangunan (pabrik) haruslah dilengkapi dengan surat-surat dari instansi yang terkait, baik itu pemda ataupun dari badan pertanahan

setempat serta dari instansi lainnya yang terkait. Lahan yang akan didirikan pabrik harus bebas dari sengketa kasus-kasus yang lain, agar pendirian pabrik tidak mengalami kesulitan pada saat membangun maupun pada saat mendatang.

- Karakteristik daerah dan masyarakat

Keadaan sekitar lahan pabrik haruslah diamati atau dimengerti, dengan maksud agar pada saat pabrik telah berdiri tidak ada masalah yang akan berkembang, misal : dapat menggunakan potensi-potensi yang ada, baik potensi alam sekitar ataupun potensi dari masyarakat sekelilingnya.

4.2. LTata Letak Pabrik

Tata letak pabrik merupakan kedudukan dari bagian pabrik yang terdiri dari tempat karyawan bekerja, tempat peralatan, tempat penyimpanan bahan baku, tempat penyimpanan produk, di tinjau dari segi hubungan satu dengan yang lainnya.

Tata letak pabrik harus di rancang sedemikian rupa sehingga penggunaan area yang tersedia dapat effisiens dan porses produksinya dapat berjalan dengan lancar. Jadi dalam penentuan tata letak pabrik harus dipikirkan penempatan alat-alat produksi sehingga keamanan, keselamatan dan kenyamanan bagi karyawan terpenuhi.

Selain peralatan yang tercantum dalam *flow sheet* proses, beberapa bangunan fisik seperti kantor, laboratorium, bengkel, tempat ibadah, poliklinik, MCK, kantin, Fire safety, pos penjagaan dan sebagainya hendaknya ditempatkan sesuai dengan prosedur keamanan dan kenyamanan.

Faktor-faktor yang perlu diperhatikan dalam menentukan tata letak suatu pabrik antara lain :

1. Perluasan pabrik dan kemungkinan penambahan bangunan

Perluasan pabrik harus sudah direncanakan sejak awal sehingga masalah kebutuhan akan tempat tidak akan timbul dimasa mendatang. Area yang khusus harus dipersiapkan untuk dipakai tempat perluasan pabrik, penambahan peralatan untuk menambah kapasitas, maupun pengolahan produk.

2. keamanan

Penentuan tata letak pabrik harus memperhatikan masalah keamanan, apabila terjadi hal-hal seperti kebakaran, ledakan, kebocoran gas atau asap beracun dapat ditanggulangi secara cepat dan tepat. Oleh karena itu ditempatkan alat-alat pengaman seperti hydrant, penampungan air yang cukup, alat penahan ledakan, dan alat sensor untuk gas beracun. Tangki penyimpanan bahan baku atau produk yang berbahaya diletakkan pada tempat khusus sehingga dapat dikontrol dengan baik

3. Luasan area yang terjadi

Pemakaian tempat harus disesuaikan dengan area yang tersedia, apabila harga tanah cukup tinggi, maka pemakaian lahan haruslah effesien.

4. Instalasi dan utilitas

Pemasangan dan distribusi yang baik dari gas, steam dan listrik, serta utilitas lainnya akan membantu proses produksi dan perawatannya.

Penempatan alat-alat kantor diatur sedemikian rupa agar karyawan mudah mencapainya dan dapat menjamin kelancaran operasi serta mudah perawatannya.

5. Area pengolahan limbah

Pabrik harus memperhatikan aspek sosial dan ikut menjaga kelestarian lingkungan, batas, maksimal kandungan komponen berbahaya pada limbah harus diperhatikan dengan baik. Untuk itu penambahan fasilitas pengolahan limbah buangan diperlukan, sehingga buangan limbah tersebut tidak berbahaya bagi komunitas yang ada di sekitarnya.

6. Jarak yang tersedia dan jarak yang dibutuhkan

Alat-alat proses perlu diletakkan pada jarak yang teratur dan nyaman sesuai dengan karakteristik alat dan bahan, sehingga kemungkinan bahaya kecelakaan dapat dihindarkan. Sebagian besar aliran bahan regulasi yang tepat dalam desain. Letak .

Secara garis besar lay out pabrik dibagi menjadi beberapa daerah utama, yaitu

1. Daerah administrasi/perkantoran

Daerah administrasi merupakan pusat kegiatan administrasi perusahaan yang mengatur kelancaran operasi dan kegiatan-kegiatan administrasi tidak mengganggu kegiatan dan keamanan pabrik, serta harus terletak jauh dari areal proses yang berbahaya.

2. Daerah fasilitas umum

Merupakan daerah penunjang segala aktivitas pabrik dalam pemenuhan kepentingan pekerja, seperti tempat parkir, tempat ibadah, kantin dan pos keamanan.

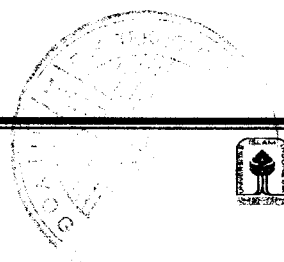
3. Daerah proses

Merupakan pusat proses produksi dimana alat-alat proses dan pengendali ditempatkan. Daerah proses ini terletak dibagian tengah pabrik yang lokasinya tidak mengganggu. Letak aliran proses direncanakan sedemikian rupa sehingga memudahkan pemindahan bahan baku dari tangki penyimpanan serta memudahkan pengawasan dan pemeliharaan terhadap alat-alat proses daerah proses ini diletakkan minimal 15 meter dari bangunan-bangunan atau unit-unit lain.

4. Daerah laboroturium dan ruang kontrol

Laboroturium dan ruang kontrol sebagai pusat pengendalian proses, kualitas dan kuantitas bahan yang akan diproses, serta produk yang akan dijual. Daerah laboratorium merupakan pusat kontrol kualitas bahan baku, produk dan limbah proses, sedangkan daerah ruang kontrol merupakan pusat kontrol berjalannya proses yang diinginkan (kondisi operasi baik tekanan, temperatur dan lain-lain yang diinginkan). Laboratorium dan ruang kontrol ini diletakkan dekat daerah proses apabila terjadi sesuatu masalah didaerah proses dapat cepat teratasi

5. Daerah pemeliharaan



Daerah pemeliharaan merupakan tempat penyimpanan suku cadang alat proses dan untuk melakukan perbaikan, pemeliharaan atau perawatan semua peralatan yang dipakai dalam proses.

6. Daerah penyimpanan bahan baku dan produk cair

Daerah ini terdiri dari area tangki penyimpanan bahan baku dan produk yang terletak di lingkungan terbuka dan berada didaerah yang terjangkau oleh angkutan pembawa bahan baku dan produk. Daerah ini biasanya ditempatkan di dekat areal proses agar suplai bahan baku untuk proses dan pemipaan produk lebih mudah.

7. Daerah utilitas

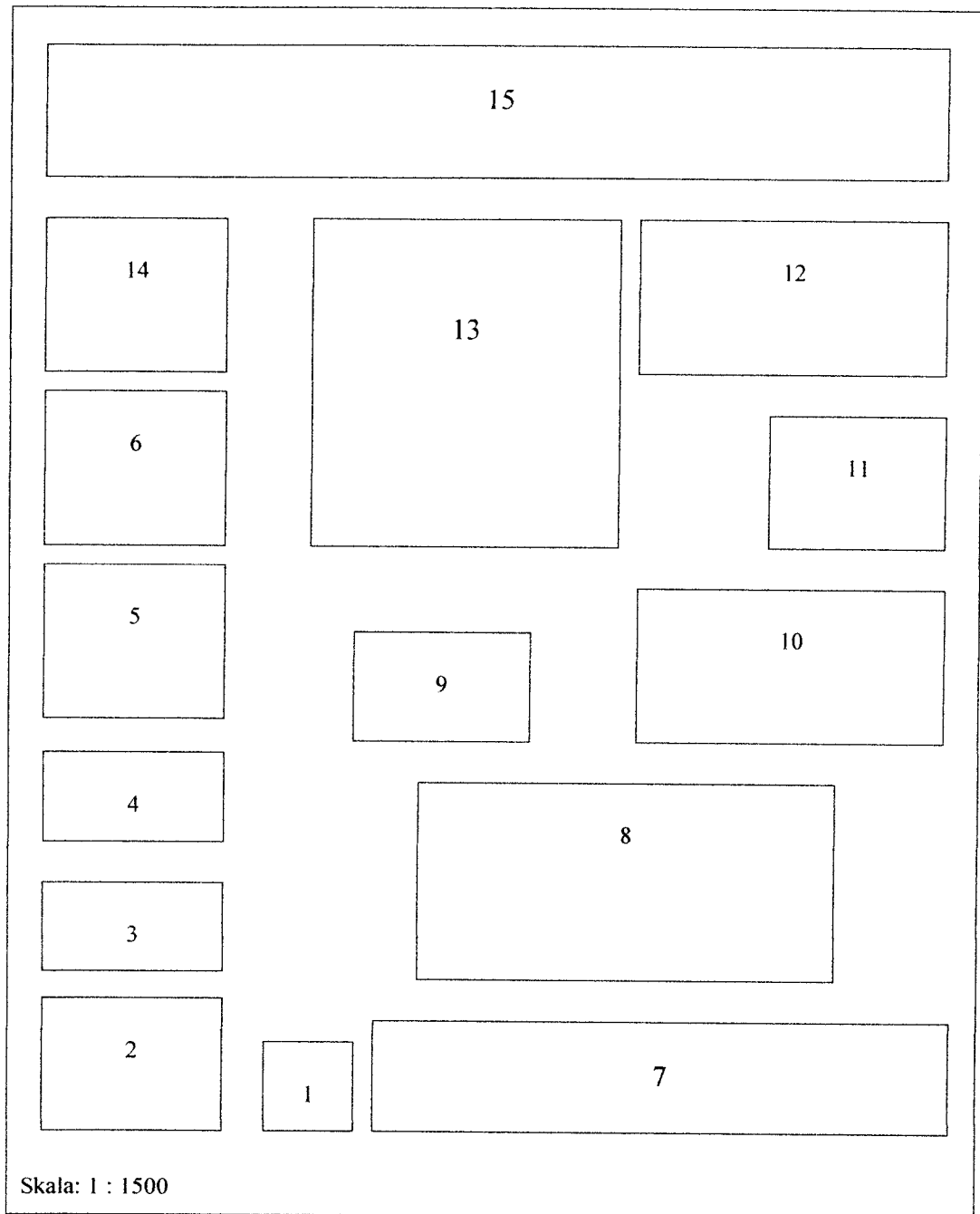
Daerah ini merupakan tempat untuk menyediakan keperluan yang menunjang berjalannya proses produksi berupa penyediaan air, steam, listrik daerah ini ditempatkan dekat dengan daerah proses agar system pemipaan lebih ekonomis. Tetapi mengingat bahaya yang dapat ditimbulkan maka jarak antara areal utilitas dan areal proses harus diatur (sekitar 15 meter)

8. Daerah pengolahan limbah

Merupakan daerah pembuangan dan pengolahan limbah hasil proses

Tabel 4.1. Perincian luas Tanah

No	<u>Jenis Bangunan</u>	<u>Luas (m2)</u>
1	Pos keamanan (3 buah)	100
2	Area parkir	600
3	Masjid	400
4	Utilitas	1500
5	Laboratorium	200
6	Kantor	1200
7	Bengkel	400
8	Proses	20.000
9	Gudang Produk	225
10	Kantin	200
11	Gudang bahan baku	250
12	PMK	100
13	Unit pengolahan limbah	350
14	Taman dan jalan	3000
15	Area perluasan pabrik	15.000
	Total	43.525



Jl. Raden Intan

Gambar 4.1 Plant layout pabrik Methyl akrilat

Keterangan :

- | | |
|-----------------|----------------------------|
| 1. Pos keamanan | 9. Pemadam kebakaran |
| 2. Masjid | 10. Gudang |
| 3. Poliklinik | 11. Unit pengolahan limbah |
| 4. Kantin | 12. Utilitas |
| 5. Garasi | 13. Area proses |
| 6. Bengkel | 14. Laboratorium |
| 7. Area parkir | 15. Daerah perluasan |
| 8. Kantor | |

4.3. Tata Letak Alat

Dalam perancangan tata ruang peralatan proses pada pabrik ada beberapa hal yang perlu dipertimbangkan, yaitu :

1. Aliran bahan baku

Aliran bahan baku dan produk yang tepat akan memberikan keuntungan ekonomi yang besar serta menunjang kelancaran dan keamanan produksi. Hal yang perlu dipertahankan misalnya elevasi pipa, dimana untuk pipa diatas tanah perlu dipasang pada ketinggian 3m atau lebih, sedangkan untuk pemipaan pada permukaan tanah diatur sedemikian rupa sehingga tidak mengganggu lalu lintas ekonomi.

2. Aliran udara

Aliran udara didalam dan disekitar area proses perlu diperhatikan supaya lancar, hal ini bertujuan untuk menghindari terjadinya stagnasi udara pada suatu tempat yang dapat menyebabkan akumulasi bahan kimia yang berbahaya, sehingga membahayakan keselamatan pekerja, disamping itu perlu diperhatikan arah hembusan angin.

3. Cahaya

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

4. Lalu lintas manusia

Dalam perancangan tata ruang peralatan proses, perlu diperhatikan agar pekerja dapat mencapai seluruh alat proses dengan cepat dan mudah, supaya apabila terjadi gangguan pada alat proses dapat segera ditanggulangi, selain itu keamanan pekerja selama menjalankan tugasnya perlu mendapatkan prioritas utama.

5. Lalu lintas alat berat

Hendaknya diperhatikan jarak antar alat dan lebar jalan agar seluruh alat proses dapat dicapai oleh pekerja dengan cepat dan mudah supaya jika terjadi gangguan alat proses dapat segera diperbaiki.

6. Pertimbangan ekonomi

dalam menempatkan alat-alat proses pabrik diusahakan agar dapat menekan biaya operasi dan menjamin kelancaran serta keamanan produksi, sehingga dapat menguntungkan dari segi ekonomi.

7. Tata letak alat proses

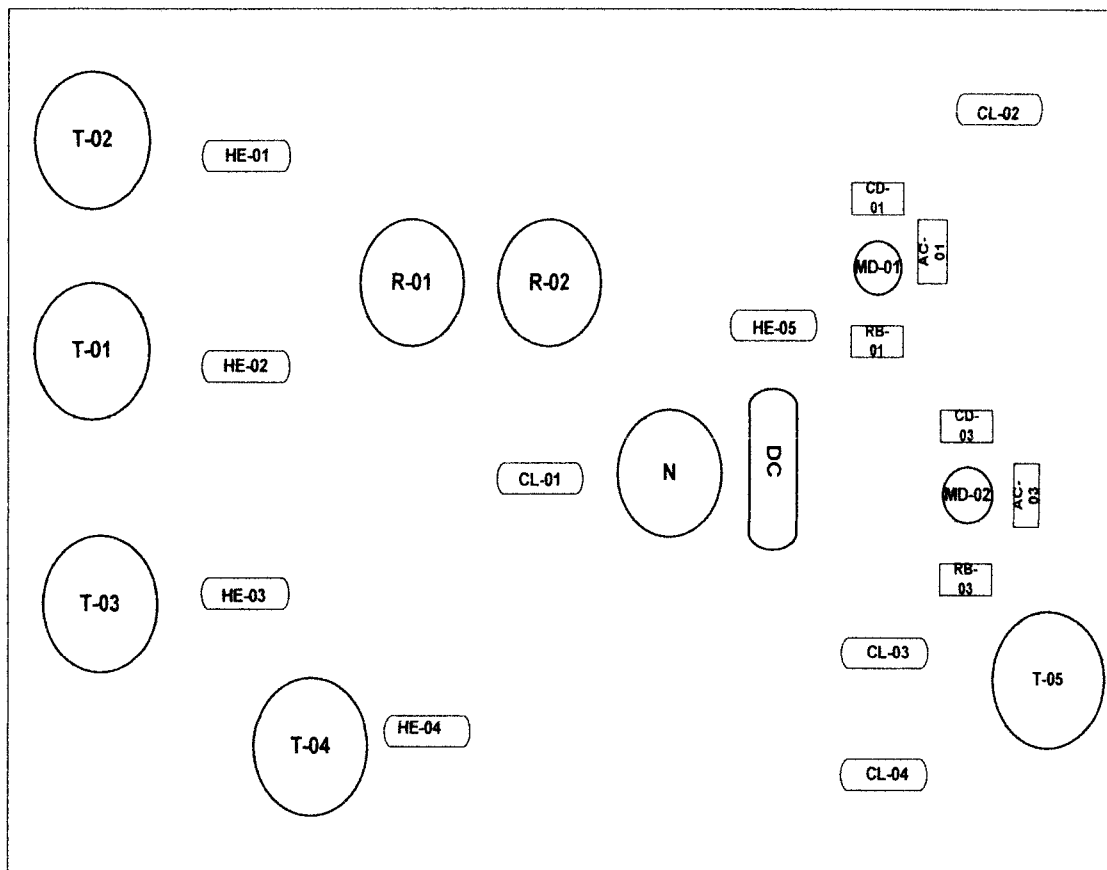
Dalam penempatan alat – alat proses pada pabrik diusahakan agar dapat menekan biaya operasi dan menjamin kelancaran dan keamanan produksi pabrik, sehingga dapat menguntungkan dari segi ekonomi pabrik. Tata letak alat proses harus dirancang sedemikian rupa sehingga :

- Kelancaran proses produksi dapat terjamin
- Dapat mengefektifkan penggunaan luas lantai
- Biaya material handling menjadi rendah dan menyebabkan menurunnya pengeluaran untuk capital yang tidak penting.

8. Jarak alat proses

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

Jika lay out peralatan proses diatur sedemikian rupa maka proses produksi akan berjalan lancar, sehingga perusahaan tidak perlu memakai alat angkut dengan biaya mahal.



Gambar 4.2 Tata letak alat proses

Keterangan :

T = Tangki

AC = Accumulator

R = Reaktor

CD = Condenser

DC = Decanter

RB = Reboiler

MD = Menara Distilasi

HE = Heat Exchanger

4.4. Perawatan (Maintenance)

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

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

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

a. *Over haul* 1 x 1 tahun

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

b. *Repairing*

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

Faktor-faktor yang mempengaruhi *maintenance*:



- Umur alat

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

- Bahan baku

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

- Tenaga manusia

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

4.5.Utilitas

Unit pendukung proses atau sering disebut unit utilitas merupakan bagian penting untuk menunjang berlangsungnya suatu proses dalam pabrik. Unit pendukung proses antara lain penyediaan air (air pendingin, air sanitasi, air umpan boiler), steam, listrik, pengadaan bahan bakar dan pengolahan limbah cair. Unit utilitas ini untuk menyediakan sarana-sarana proses untuk kelancaran operasi pabrik.

Unit pendukung proses yang terdapat dalam pabrik Metil akrilat antara lain :

1. Unit pengadaan dan pengolahan air

Unit ini berfungsi untuk mengolah air dari sumber air untuk keperluan air proses, air sanitasi, air untuk umpan boiler dan air pendingin.

2. Unit pengadaan steam

Unit ini berfungsi untuk menyediakan kebutuhan steam yang digunakan untuk proses pemanasan pada Heat Exchanger, Reaktor dan Reboiler.

3. Unit pengadaan listrik

Berfungsi sebagai tenaga penggerak untuk peralatan proses, maupun untuk penerangan. Listrik disuplai dari PLN dan dari generator set sebagai cadangan bila listrik dari PLN mengalami gangguan.

4. Unit pengadanan bahan bakar

Berfungsi untuk menyediakan bahan bakar untuk boiler dan generator.

5. Unit pengolahan limbah

Berfungsi mengolah limbah sanitasi dan air limbah proses.

6. Unit penyediaan udara tekan

Udara tekan digunakan untuk menjalankan sistem instrumentasi di seluruh area proses dan utilitas.

Unit-unit pembantu proses (utilitas) yang dibutuhkan pada pabrik Metil akrilat terdiri dari :

1. Unit penyediaan air dan pengolahan air
2. unit penyediaan steam
3. Unit penyediaan listrik
4. Unit penyediaan bahan bakar

4.5.1. Unit penyediaan air dan pengolahan air

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

- Biaya lebih rendah dibanding biaya dari sumber air lainnya.
- Jumlah air sungai lebih banyak dibanding dari air sumur.
- Letak sungai berada tidak jauh dari lokasi pabrik.

Air yang diperlukan di lingkungan pabrik digunakan untuk:

1) Air pendingin

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

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

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

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

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

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

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

c) Zat yang menyebabkan *foaming*.

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

3) Air sanitasi.

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

a) Syarat fisika, meliputi:

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

b) Syarat kimia, meliputi:

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

Unit Penyediaan dan Pengolahan Air meliputi:

a. Clarifier

Kebutuhan air dalam suatu pabrik dapat diambil dari sumber air yang ada di sekitar pabrik dengan mengolah terlebih dahulu agar memenuhi syarat untuk digunakan. Pengolahan tersebut dapat meliputi pengolahan secara fisika dan kimia, penambahan *desinfektan* maupun dengan penggunaan *ion exchanger*.

Mula-mula *raw water* diumpankan ke dalam tangki kemudian diaduk dengan putaran tinggi sambil menginjeksikan bahan-bahan kimia, yaitu:

- a) $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$, yang berfungsi sebagai flokulan.
- b) Na_2CO_3 , yang berfungsi sebagai flokulan.

Air baku dimasukkan ke dalam *clarifier* untuk mengendapkan lumpur dan partikel padat lainnya, 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 dimasukkan melalui bagian tengah *clarifier* dan diaduk dengan agitator. Air bersih keluar dari pinggir *clarifier* secara *overflow*, sedangkan *sludge* (flok) yang terbentuk akan mengendap secara grafitasi dan di *blowdown* secara berkala dalam waktu yang telah ditentukan. Air baku yang mempunyai *turbidity* sekitar 42 ppm diharapkan setelah keluar *clarifier turbidity*nya akan turun menjadi lebih kecil dari 10 ppm.

b. Penyaringan

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

Air bersih ini kemudian didistribusikan ke menara air dan unit demineralisasi. *Sand filter* akan berkurang kemampuan penyaringannya. Oleh karena itu perlu diregenerasi secara periodik dengan *back washing*.

c. Demineralisasi

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

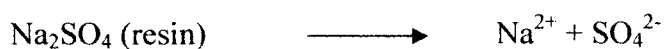
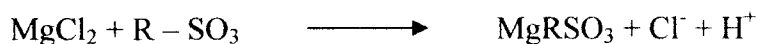
Adapun tahap-tahap proses pengolahan air untuk umpan ketel adalah sebagai berikut:

1) Cation Exchanger

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

Sehingga air yang keluar dari kation tower adalah air yang mengandung anion dan ion H^+ .

Reaksi:



Dalam jangka waktu tertentu, kation resin ini akan jenuh sehingga perlu diregenerasikan kembali dengan asam sulfat.

Reaksi:



2) Anion Exchanger

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

Reaksi:



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

Reaksi:



3) Deaerasi

Dearasi adalah proses pembebasan air umpan ketel dari oksigen (O_2).

Air yang telah mengalami demineralisasi (*polish water*) dipompakan kedalam

deaerator dan diinjeksikan *Hidrazin* (N_2H_4) untuk mengikat oksigen yang terkandung dalam air sehingga dapat mencegah terbentuknya kerak (*scale*) pada tube boiler.

Reaksi:



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

d. Pendinginan dan Menara Pendingin

Air yang telah digunakan pada cooler, temperaturnya akan naik akibat perpindahan panas. Oleh karena itu untuk digunakan kembali perlu didinginkan pada *cooling tower*. Air yang didinginkan pada *cooling tower* adalah air yang telah menjalankan tugasnya pada unit-unit pendingin di pabrik.

Kebutuhan Air :

- Kebutuhan Air Untuk steam

Total kebutuhan air untuk steam = 3936,0091 kg/jam

Diperkirakan air yang hilang 20 %.

Kebutuhan make-up air untuk steam = 787,2018 kg/jam

- Kebutuhan air untuk pendingin

Total kebutuhan air untuk pendingin = 140281,3973 kg/jam

Diperkirakan air yang hilang 20 %

Kebutuhan Make-up air pendingin = 28056,2795 kg/jam

- Kebutuhan air untuk sanitasi dan keperluan umum

Total kebutuhan air untuk sanitasi dan keperluan umum adalah 904,1667 kg/jam

Factor keamanan adalah 10 %, sehingga :

Air yang dibutuhkan = 27187,3394 kg/jam

4.5.2. Unit penyediaan Steam

Untuk meghasilkan uap air yang digunakan untuk proses pabrik adalah dengan boiler atau ketel uap. Didalam

- Air umpan tidak harus bersih, karena air ada diluar pipa
- Tidak memerlukan plat tebal untuk shell yang tebal, sehingga harganya lebih murah
- Tidak memerlukan tembok dan batu tahan api
- Tinggi permukaan air tidak memerlukan pengawasan yang teliti
- Pemasangan mudah
- Memerlukan ruang dengan ketinggian rendah
- Beroperasi baik pada beton yang naik turun.

Kerugian boiler pipa api antara lain :

- Hanya untuk menghasilkan uap betekanan rendah

- Efisiensi rendah
- Waktu yang diperlukan dari mula – mula sampai terbentuknya uap relative lebih lama.

4.5.3. Unit penyediaan listrik

Untuk memenuhi kebutuhan listrik dalam pabrik, diambil dari PLN dan sebagai cadangan adalah generator set untuk menghindari gangguan-gangguan yang mungkin terjadi pada PLN. Kebutuhan listrik dapat dibagi :

1. Listrik untuk keperluan proses
2. Listrik untuk keperluan pengolahan air
3. Listrik untuk penerangan dan AC
4. Listrik untuk laboratorium dan instrimentasi.

Kebutuhan tenaga listrik dapat diperoleh dari :

1. Suplai dari perusahaan Listrik Negara (PLN)
2. Pembangkit Tenaga Listrik Sendiri (Generator Set)

Pada perancangan pabrik Metil Akrilat ini kebutuhan akan tenaga listrik dipenuhi dari pembangkit listrik PLN dan generator sebagai cadangan Generator yang digunakan adalah generator arus bolak-balik (AC) dengan pertimbangan :

- Tenaga Listrik yang dihasilkan cukup besar.
- Tegangan dapat dinaikkan atau diturunkan sesuai dengan kebutuhan dengan menggunakan transformator.

Keuntungan tenaga listrik dari PLN adalah biayanya murah, sedangkan kerugiannya adalah kesinambungan penyediaan listrik kurang terjamin dan tenaganya tidak terlalu tetap. Sebaliknya jika disediakan sendiri (Genset), kesinambungan akan tetap dijaga, tetapi biaya bahan bakar dan perawatannya harus diperhatikan.

Generator ini berfungsi untuk menyediakan listrik bagi bahan-bahan yang tidak boleh berubah-ubah tenaganya. Generator yang digunakan adalah generator arus bolak-balik (AC) sistem 3 phase.

Kebutuhan listrik untuk pabrik meliputi :

1. Listrik untuk keperluan alat proses
2. kebutuhan Listrik untuk peralatan utilitas
3. listrik untuk kantor dan mess
4. Alat kontrol

Dan total kebutuhan listrik adalah 420.8406 KWH

4.5.4. Unit Pengadaan Bahan Bakar

Unit pengadaan bahan baker bertujuan untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar pada furnace, boiler, dan generator. Pada penerangan ini digunakan bahan bakar jenis solar untuk generator sedangkan untuk furnace dan boiler digunakan bahan bakar jenis fuel oil.

Untuk menjalankan generator digunakan bahan bakar :

- Tipe bahan : solar
- Heating value : 250000 Btu/gallon

- Efisiensi bahan bakar : 80%
- Sg solar : 0,8691

4.5.5. Spesifikasi Alat-Alat Utilitas

1) Pompa Utilitas (PU – 01)

- Fungsi : Mengalirkan air dari sungai kedalam bak pengendap sebanyak 32722,4127 kg/jam
- Jenis : Centrifugal pump multi stage
- Tipe : Radial flow Impeller
- Bahan : Commercial Steel
- Kapasitas : 144,0767 gpm
- Kecepatan Linear : 3,6396 ft/dtk
- Head pompa : 56,9027 ft
- Tenaga pompa : 3.5139 Hp
- Tenaga motor : 4 Hp
- Putaran Standar : 1500 rpm
- Jumlah : 1 buah

2) Pompa Utilitas (PU– 02)

- Fungsi : Mengalirkan air dari bak pengendap kedalam bak floakulator sebanyak 32722,4127 kg/jam
- Jenis : Centrifugal pump single stage

Tipe	: Mixed Flow Impeller
Bahan	: Commercial Steel
Kapasitas	: 144,0767 gpm
Kecepatan Linear	: 3,6396 ft/dtk
Head pompa	: 26,9719 ft
Tenaga pompa	: 1,6656 Hp
Tenaga motor	: 2 Hp
Putaran Standar	: 1500 rpm
Jumlah	: 1 buah

3) Pompa Utilitas (PU- 03)

Fungsi	: Mengalirkan air dari bak floakulator kedalam clarifier sebanyak 32722,4127 kg/jam
Jenis	: Centrifugal pump single stage
Tipe	: Mixed Flow Impeller
Bahan	: Commercial Steel
Kapasitas	: 144,0767 gpm
Kecepatan Linear	: 3,6396 ft/dtk
Head pompa	: 21,5006 ft
Tenaga pompa	: 1,3277 Hp
Tenaga motor	: 2 Hp
Putaran Standar	: 1500 rpm

Jumlah : 1 buah

4) Pompa Utilitas (PU – 04)

Fungsi : Mengalirkan air dari clarifier kedalam bak saringan pasir sebanyak 32722,4127 kg/jam

Jenis : Centrifugal pump single stage

Tipe : Mixed Flow Impeller

Bahan : Commercial Steel

Kapasitas : 144,0767 gpm

Kecepatan Linear : 3,6396 ft/dtk

Head pompa : 14,9931 ft

Tenaga pompa : 0,9259 Hp

Tenaga motor : 1,5 Hp

Putaran Standar : 1500 rpm

Jumlah : 1 buah

5) Pompa Utilitas (PU– 05)

Fungsi : Mengalirkan air pencuci bak saringan pasir dari bak penampung air bersih menuju bak saringan pasir sebanyak 32722,4127 kg/jam

Jenis : Centrifugal pump single stage

Tipe : Mixed Flow Impeller



Bahan	: Commercial Steel
Kapasitas	: 144,0767 gpm
Kecepatan Linear	: 3,6396 ft/dtk
Head pompa	: 23,7564 ft
Tenaga pompa	: 1,4671 Hp
Tenaga motor	: 2 Hp
Putaran Standar	: 1500 rpm
Jumlah	: 1 buah

6) Pompa Utilitas (PU – 06)

Fungsi	: Mengalirkan air dari bak penampung air bersih untuk didistribusikan ke bak penampungan air untuk kantor, proses, pendingin, pembangkit steam sebanyak 32722,4127 kg/jam
Jenis	: Centrifugal pump single stage
Tipe	: Mixed Flow Impeller
Bahan	: Commercial Steel
Kapasitas	: 144,0767 gpm
Kecepatan Linear	: 3,6396 ft/dtk
Head pompa	: 45,7852 ft
Tenaga pompa	: 2,8274 Hp
Tenaga motor	: 3,5 Hp

Putaran Standar : 1500 rpm

Jumlah : 1 buah

7) Pompa Utilitas (PU – 07)

Fungsi : Mengalirkan air dari bak air pendingin menuju pabrik
sebanyak 28056,2795 kg/jam

Jenis : Centrifugal pump single stage

Tipe : Mixed Flow Impeller

Bahan : Commercial Steel

Kapasitas : 123,5317 gpm

Kecepatan Linear : 3,1206 ft/dtk

Head pompa : 27,2006 ft

Tenaga pompa : 1,4908 Hp

Tenaga motor : 2 Hp

Putaran Standar : 1500 rpm

Jumlah : 1 buah

8) Pompa Utilitas (PU – 08)

Fungsi : Mengalirkan air dari cooling tower untuk
dimanfaatkan lagi sebagai air pendingin kedalam
pabrik sebanyak 28056,2795 kg/jam

Jenis : Centrifugal pump single stage

Tipe	: Mixed Flow Impeller
Bahan	: Commercial Steel
Kapasitas	: 123,5317 gpm
Kecepatan Linear	: 3,1206 ft/dtk
Head pompa	: 28,4265 ft
Tenaga pompa	: 1.4800 Hp
Tenaga motor	: 2 Hp
Putaran Standar	: 1500 rpm
Jumlah	: 1 buah

9) Pompa Utilitas (PU – 09)

Fungsi	: Mengalirkan air pendingin bebas dari air proses kedalam cooling tower untuk didinginkan sebanyak 28056,2795 kg/jam
Jenis	: Centrifugal pump single stage
Tipe	: Mixed Flow Impeller
Bahan	: Commercial Steel
Kapasitas	: 123,5317 gpm
Kecepatan Linear	: 3,1206 ft/dtk
Head pompa	: 30,4265 ft
Tenaga pompa	: 1,5842 Hp
Tenaga motor	: 2 Hp

Putaran Standar : 1500 rpm

Jumlah : 1 buah

10) Pompa Utilitas (PU – 10)

Fungsi : Mengalirkan air dari tangki anion menuju tangki kation sebanyak 787,2018 kg/jam

Jenis : Centrifugal pump multi stage

Tipe : radial Flow Impeller

Bahan : Commercial Steel

Kapasitas : 3,4661 gpm

Kecepatan Linear : 1,2870 ft/dtk

Head pompa : 7,7709 ft

Tenaga pompa : 0,0358 Hp

Tenaga motor : 0,5 Hp

Putaran Standar : 1500 rpm

Jumlah : 1 buah

11) Pompa Utilitas (PU – 11)

Fungsi : Mengalirkan air dari tangki kation menuju tangki deaerator sebanyak 787,2018 kg/jam

Jenis : Centrifugal pump multi stage

Tipe : Mixed Flow Impeller

Bahan	: Commercial Steel
Kapasitas	: 3,4661gpm
Kecepatan Linear	: 1,2870 ft/dtk
Head pompa	: 7,7709 ft
Tenaga pompa	: 0,0358 Hp
Tenaga motor	: 0,5 Hp
Putaran Standar	: 1500 rpm
Jumlah	: 1 buah

12) Pompa Utilitas (PU – 12)

Fungsi	: Mengalirkan air dari tangki deaerator kedalam tangki umpan boiler sebanyak 787,2018 kg/jam
Jenis	: Centrifugal pump multi stage
Tipe	: Radial Flow Impeller
Bahan	: Commercial Steel
Kapasitas	: 3,4661gpm
Kecepatan Linear	: 1,2870 ft/dtk
Head pompa	: 6,9266 ft
Tenaga pompa	: 0,0320 Hp
Tenaga motor	: 0,5 Hp
Putaran Standar	: 1500 rpm
Jumlah	: 1 buah

13) Pompa Utilitas (PU – 13)

Fungsi	: Mengalirkan air dari tangki umpan boiler menuju boiler sebanyak 787,2018 kg/jam
Jenis	: Centrifugal pump multi stage
Tipe	: Radial Flow Impeller
Bahan	: Commercial Steel
Kapasitas	: 3,4661 gpm
Kecepatan Linear	: 1,2870 ft/dtk
Head pompa	: 16,1647 ft
Tenaga pompa	: 0,0746 Hp
Tenaga motor	: 0,5 Hp
Putaran Standar	: 1500 rpm
Jumlah	: 1 buah

14) Pompa Utilitas (PU – 14)

Fungsi	: Mengalirkan air dari bak air kantor menuju kantor sebanyak 904,1667 kg/jam
Jenis	: Centrifugal pump multi stage
Tipe	: Radial Flow Impeller
Bahan	: Commercial Steel
Kapasitas	: 3,9810 gpm
Kecepatan Linear	: 1,4783 ft/dtk

Head pompa	: 25,8651 ft
Tenaga pompa	: 0,1302 Hp
Tenaga motor	: 0,5 Hp
Putaran Standar	: 1500 rpm
Jumlah	: 1 buah

15) Bak Pengendap Awal

Fungsi	: Menampung dan menyediakan air sebanyak 32722,4127 kg/jam, untuk diolah serta mengendapkan kotoran dengan waktu tinggal selama 5 jam.
Jenis	: Bak persegi panjang
Bahan	: Beton bertulang
Panjang	: 12,5327 m
Lebar	: 6,2663 m
Tinggi	: 2,5 m
Volume	: 196,3345 m ³
Jumlah	: 1

16) Flokulator

Fungsi	: Mencampur koagulan dengan air dari bak pengendap, sebanyak 32722,4127 kg/jam dengan waktu tinggal selama 1 jam.
Jenis	: Bak silinder tegak
Diameter	: 6,6953 m
Tinggi	: 6,6953 m
Volume	: 235.6014 m ³
Power pengaduk	: 13 Hp
Jenis pengaduk	: Marine propeler 3 blade
Jumlah	: 1

17) Clarifier

Fungsi	: Mengendapkan flok untuk mendapatkan air jernih sebanyak 32722,4127 kg/jam dengan waktu tinggal selama 1 jam.
Jenis	: Bak silinder tegak dengan bottom kerucut
Diameter	: 6,6953 m
Tinggi	: 8,9271 m
Volume	: 235,6014 m ³
Jumlah	: 1

18) Bak Saringan Pasir

Fungsi	: Menyaring koloid-koloid yang lolos dari clarifier.
Debit	: 144,0767 gpm
Tinggi	: 1,5165 m
Volume	: 5,0747 m ³
Panjang	: 1,8293 m
Lebar	: 1,8293 m
Ukuran pasir rata-rata	: 28 mesh
Tinggi lapisan pasir	: 1.2638 m
Jumlah	: 1

19) Bak Penampung Air Bersih

Fungsi	: Menampung air bersih yang keluar dari bak saringan pasir sebanyak 32722,4127 kg/jam.
Jenis	: Bak empat persegi panjang beton bertulang
Tinggi	: 2,5 m
Volume	: 196.3345 m ³
Panjang	: 12.5327 m
Lebar	: 6.2663 m
Jumlah	: 1

20) Bak Penampung Air Kantor dan Rumah Tangga

Fungsi	: Menampung air bersih untuk keperluan kantor dan rumah tangga.
Jenis	: Bak empat persegi panjang beton bertulang
Tinggi	: 1,5 m
Volume	: 13,02m ³
Panjang	: 4,1665 m
Lebar	: 2,0833 m
Jumlah	: 1

21) Bak Penampung Air Pendingin

Fungsi	: Menampung air untuk keperluan proses yang membutuhkan air pendingin sebanyak 28056,2795 kg/jam..
Jenis	: Bak empat persegi panjang beton bertulang
Tinggi	: 1,5 m
Volume	: 67,3351 m ³
Panjang	: 9,4752 m
Lebar	: 4,7376 m
Jumlah	: 1

22) Cooling Tower

Fungsi	: Mendinginkan air pendingin yang telah dipakai dalam proses pabrik sebanyak 28056,2795 kg/jam..
Jenis	: Cooling tower induced draft.
Tinggi	: 5,4176 m
Ground area	: 2,8691 m ²
Panjang	: 1,6938 m
Lebar	: 1,6938 m
Jumlah	: 1

23) Blower Cooling Tower

Fungsi	: Menghisap udara sekeliling untuk dikontakkan dengan air yang akan didinginkan.
Kebutuhan udara	: 3754,8007 ft ³ /jam
Power blower	: 9,1960 Hp
Power motor	: 10 Hp
Jumlah	: 1

24) Kation Exchanger

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

Tinggi	: 1,9050 m
Volume	: 0,2045 m ³
Diameter	: 0,3698 m
Tebal	: 0,0034 m
Jumlah	: 2

25) Anion Exchanger

Fungsi	: Menghilangkan kesadahan air yang disebabkan oleh anion-anion seperti Cl, SO ₄ dan NO ₃ .
Jenis	: silinder tegak
Tinggi	: 1,9050 m
Volume	: 0,2045 m ³
Diameter	: 0,3698 m
Tebal	: 0,0035 m
Jumlah	: 2

26) Tangki Deaerator

Fungsi	: Membebaskan gas CO ₂ dan O ₂ dari air yang telah dilunakkan dalam anion dan kation exchanger dengan larutan Na ₂ SO ₃ dan larutan NaH ₂ PO ₄ .H ₂ O
Jenis	: Bak silinder tegak
Tinggi	: 1,0637 m

Volume	: 0,9446 m ³
Diameter	: 1,0637 m
Jenis pengaduk	: Marine propeller 3 blade.
Power pengaduk	: 0,5 Hp
Jumlah	: 1

29) Tangki Umpan Boiler

Fungsi	: Menampung umpan boiler sebanyak 1463,0267 kg/jam.
Jenis	: Tangki silinder tegak
Tinggi	: 1,3401m
Volume	: 1,8893 m ³
Diameter	: 1,3401m
Jumlah	: 1

30) Tangki Penampung Kondensat

Fungsi	: Menampung kondensat dari alat proses sebelum disirkulasi menuju tangki umpan boiler.
Jenis	: Tangki silinder tegak
Tinggi	: 1,2441 m
Volume	: 1,5114 m ³
Diameter	: 1,2441 m

Jumlah : 1

31) Tangki Larutan Kaporit

Fungsi : Membuat larutan desinfektan dari bahan kaporit untuk air yang akan digunakan di kantor dan rumah tangga.

Jenis : Tangki silinder tegak

Kebutuhan air : 904,1667 kg/jam

Kadar Clorine dalam kaporit : 49,6%

Kebutuhan kaporit : 0,0073 kg/jam

Tinggi : 0,5435 m

Volume : 0,1260 m³

Diameter : 0,5435 m

Jumlah : 1

32) Tangki Desinfektan

Fungsi : Tempat klorinasi dengan maksud membunuh bakteri yang dipergunakan untuk keperluan kantor dan rumah tangga.

Jenis : Tangki silinder tegak

Tinggi : 1,1139 m

Volume : 1,0850 m³

Diameter : 1,1139 m

Jumlah : 1

33) Tangki Larutan NaCl

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

Jenis : Tangki silinder tegak

Kebutuhan NaCl : 10,4148 ft³/hari.

Tinggi : 0,7668 m

Volume : 0,3539 m³

Diameter : 0,7668 m

Jumlah : 1

34) Tangki Larutan NaOH

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

Jenis : Tangki silinder tegak

Kebutuhan NaOH : 2,8930 ft³/hari.

Tinggi : 0,5003 m

Volume : 0,0983 m³

Diameter : 0,5003 m

Jumlah : 1

35) Tangki Larutan Na₂SO₄

Fungsi : Melarutkan Na₂SO₄ yang berfungsi mencegah kerak dalam alat proses.

Jenis : Tangki silinder tegak

Kebutuhan Na₂SO₄ : 0,0236 kg/jam

Tinggi : 0,8041 m

Volume : 0,4081 m³

Diameter : 0,8041 m

Jumlah : 1

36) Tangki Larutan N₂H₄

Fungsi : Melarutkan N₂H₄ yang berfungsi mencegah kerak dalam alat proses.

Jenis : Tangki silinder tegak

Kebutuhan N₂H₄ : 0,0236 kg/jam

Tinggi : 0,8041 m

Volume : 0,4081 m³

Diameter : 0,8041 m

Jumlah : 1



37) Tangki Bahan Bakar Generator

Fungsi	: Menyimpan bahan bakar yang digunakan untuk menggerakkan generator selama 15 hari.
Jenis	: Tangki silinder tegak.
Tinggi	: 1,8803 m
Volume	: 5.2181 m ³
Diameter	: 1.8803 m
Jumlah	: 1

38) Boiler

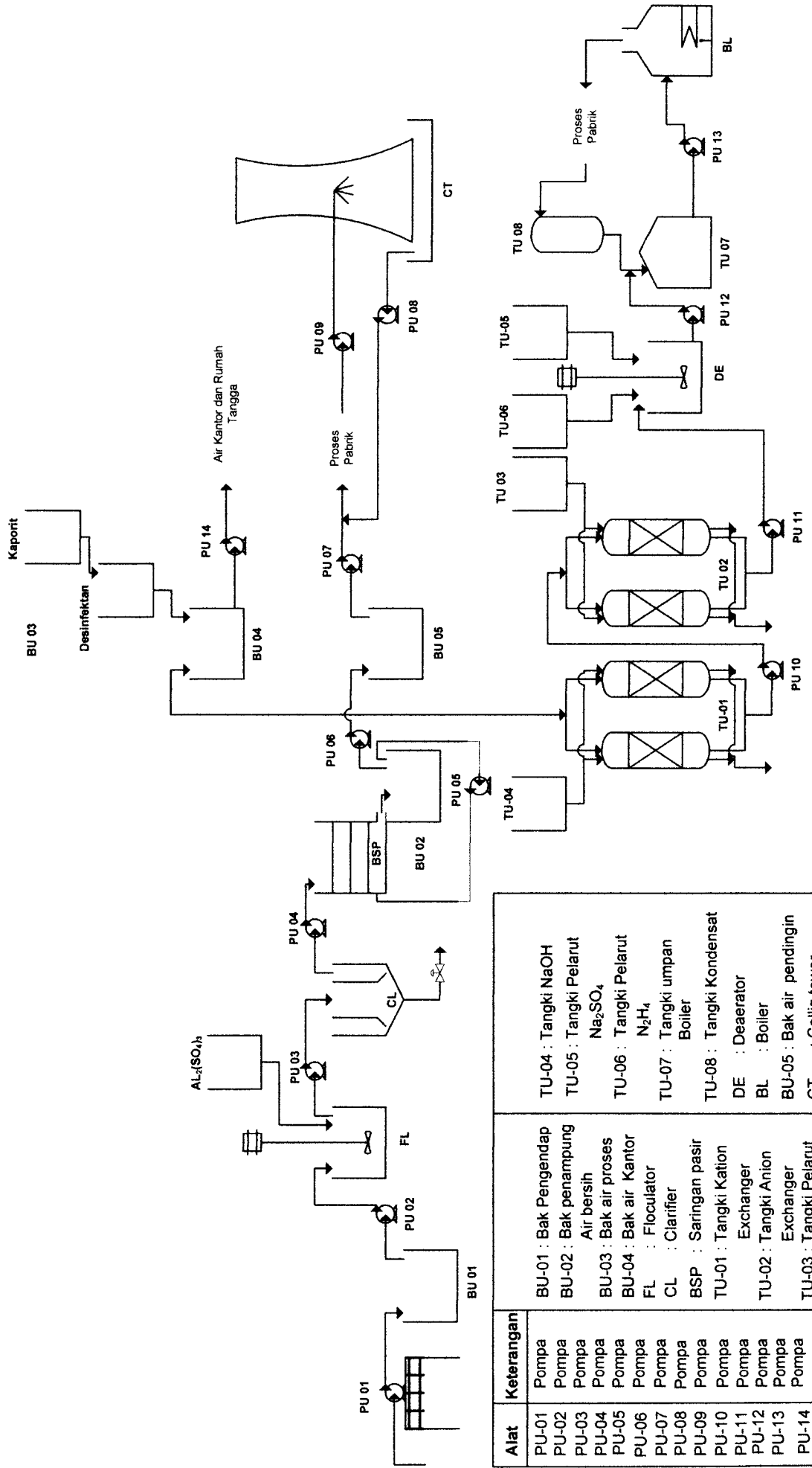
Fungsi	: Memproduksi steam pada suhu 248 °F dan tekanan 29.4 Psi.
Jenis	: Fire tube boiler.
Kebutuhan steam	: 984.0023 kg/jam
Luas transfer panas	: 145,1009 ft ²
Jumlah	: 1

39) Tangki Bahan Bakar Boiler

Fungsi	: Menyimpan bahan bakar yang digunakan untuk boiler selama 15 hari.
Jenis	: Tangki silinder tegak.
Tinggi	: 2,0176 m

Volume : 6,4475 m³
Diameter : 2,0176 m
Jumlah : 1

UTILITAS PABRIK METIL AKRILAT KAPASITAS 60.000TON/TAHUN



Alat	Keterangan		
PU-01	Pompa	BU-01 : Bak Pengendap	TU-04 : Tangki NaOH
PU-02	Pompa	BU-02 : Bak penampung Air bersih	TU-05 : Tangki Pelarut Na_2SO_4
PU-03	Pompa	BU-03 : Bak air proses	TU-06 : Tangki Pelarut N_2H_4
PU-04	Pompa	BU-04 : Bak air Kantor	TU-07 : Tangki umpan Boiler
PU-05	Pompa	FL : Flocculator	TU-08 : Tangki Kondensat
PU-06	Pompa	CL : Clarifier	DE : Deaerator
PU-07	Pompa	BSP : Saringan pasir	BL : Boiler
PU-08	Pompa	TU-01 : Tangki Kation Exchanger	BU-05 : Bak air pendingin
PU-09	Pompa	TU-02 : Tangki Anion Exchanger	CT : Collig tower
PU-10	Pompa	TU-03 : Tangki Pelarut NaCl	
PU-11	Pompa		
PU-12	Pompa		
PU-13	Pompa		
PU-14	Pompa		

4.6.Laboratorium

4.6.1. Kegunaan Laboratorium

Laboratorium memegang peranan penting dalam menunjang kelancaran proses produksi. Dengan data-data yang diperoleh dari laboratorium maka proses produksi akan selalu dapat dikontrol dan dijaga standart mutu produk dengan spesifikasi yang diharapkan. Analisa yang dilakukan dalam rangka pengendalian mutu meliputi analisa bahan baku dan bahan penolong, analisa proses dan analisa kualitas produk serta pengendalian pencemaran lingkungan yaitu limbah cair, padat maupun gas.

Laboratorium kimia merupakan sarana untuk mengadakan penelitian bahan baku, proses maupun produksi. Hal ini dilakukan untuk mengingatkan dan menjaga kualitas atau mutu produk. Analisa yang dilakukan dalam rangka pengendalian mutu meliputi analisa bahan baku, analisa proses, dan analisa kualitas produk.

Tugas laboratorium antara lain :

1. Memeriksa bahan baku dan bahan penolong yang akan digunakan
2. Menganalisa dan meliputi produk yang dipasarkan.
3. Memeriksa kadar zat-zat yang dapat menyebabkan pencemaran pada buangan pabrik agar sesuai dengan baku mutu yang telah ditetapkan

4.6.2. Program Kerja Laboratorium

- Analisa bahan baku dan produk

Analisa pada kandungan air dalam methanol dan Asam akrilat meliputi :
kemurniaan, kadar air, warna, densitas, viskositas, titik didih, spesifik gravity
dan impurities.

- Analisa untuk keperluan utilitas

Adapun analisa untuk utilitas, meliputi :

- a. Air proses penjernihan yang dianalisa adalah kadar pH, silikat, Ca sebagai CaCO_3 , khlor sebgai Cl_2 , Sulfur sebagai SO_3 dan zat padat lain.
- b. Air minum yang dianalisa meliputi pH, kadar khlor dan kekeruhan.
- c. Resin penukar ion, yang dianalisa adalah kesadahan CaCO_3 dan silikat sebagai SiO_2 .
- d. Air dalam boiler, yang dianalisa meliputi pH, zat padat terlarut, kadar Fe, kadar CaCO_3 , SO_2 , PO_4 , dan SiO_3 .
- e. Air bebas mineral, yang dianalisa meliputi pH, kesadahan, jumlah O_2 terlarut dan kadar Fe.
- f. BFW, yang dianalisa meliputi pH, kesadahan, jumlah O_2 terlarut dan kadar Fe.

- Analisa limbah

Untuk mempermudah pelaksanaan program kerja laboratorium, maka laboratorium dipabrik ini dibagi menjadi tiga bagian :

1. Laboratorium Pengamatan

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

2. Laboratorium Analisa

Tugas dari laboratorium ini adalah melakukan terhadap sifat-sifat dan kandungan kimiawi bahan baku, produk akhir, analisa air dan bahan kimia yang digunakan seperti katalis dan lain-lain.

3. Laboratorium Penelitian dan Pengembangan (Litbang)

Tugas dari laboratorium litbang ini adalah melakukan penelitian dan pengembangan terhadap permasalahan yang berhubungan dengan kinerja proses yang digunakan. Sifat dari laboratorium ini berhubungan dengan kinerja proses yang digunakan. Sifat dari laboratorium ini tidak rutin dan cenderung melakukan penelitian hal-hal yang baru untuk keperluan pengembangan. Termasuk didalamnya adalah kemungkinan penggantian, penambahan dan pengurangan alat proses.

4.6.3. Alat-alat Utama Laboratorium

Alat-alat utama yang digunakan di laboratorium antara lain :

a. Water Content Tester

Alat ini digunakan menganalisa kadar air dalam produk.

.b Viscosimeter Bath

Alat ini digunakan untuk mengukur viskositas produk.

.c Hydrometer

Alat ini digunakan untuk mengukur spesifik gravity

.d Thermoline untuk menentukan titik leleh

4.7. Organisasi Perusahaan

4.7.1. Bentuk Perusahaan

Pabrik Metil Akrilat dari Asam Akrilat dan methanol yang akan didirikan dan direncanakan mempunyai klasifikasi sebagai berikut :

Bentuk Perusahaan	: Perseroan Terbatas (PT)
Status Perusahaan	: Swasta
Kapasitas Produksi	: 60.000 ton/tahun
Lokasi Perusahaan	: Cilegon, Banten – Jawa Barat

Alasan dipilihnya bentuk Perseroan Terbatas pada perusahaan ini dilatar belakangi atas beberapa pertimbangan-pertimbangan anantara lain :

1. Mudah mendapatkan modal yaitu dengan menjual saham perusahaan kepada masyarakat.
2. Tanggung jawab pemegang saham terbatas sehingga kelancaran produksi hanya dipegang oleh pimpinan perusahaan.

3. Merupakan badan usaha yang memiliki dan pengurus perusahaan terpisah satu sama lain. Pemilik perusahaan adalah para pemegang saham, sedangkan pengurus perusahaan adalah Direksi staff yang diawasi oleh Dewan komisaris.
4. Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin.

Karena tidak terpengaruh dengan berhentinya pemegang saham, Direksi beserta staffnya dan karyawan perusahaan.

5. Efisiensi dari manajemen

Para pemegang saham duduk dalam dewan komisaris dan dewan komisaris ini dapat memilih dewan direksi diantaranya Direktur utama yang cakap dan berpengalaman.

6. Lapangan usaha lebih luas karena suatu Perseroan Terbatas dapat menarik modal yang sangat besar dari masyarakat sehingga dengan modal ini Perseroan Terbatas dapat memperluas usahanya.

Ciri-ciri perusahaan dengan bentuk Perseroan Terbatas adalah :

1. Perusahaan didirikan dengan akat dari notaris berdasarkan KUHD (Kitab Undang-Undang Dagang)
2. Besarnya modal ditentukan dalam akta pendirian dan terdiri dari saham-saham.
3. Pemilik perusahaan adalah para pemegang saham.
4. Perusahaan dipimpin oleh direksi yang dipilih oleh para pemegang saham.
5. Pembinaan personalia sepenuhnya diserahkan kepada Direksi dengan memperhatikan hukum-hukum perburuhan.

4.7.2. Struktur Organisasi

Struktur organisasi merupakan kerangka mekanisme formal bagaimana organisasi atau perusahaan tersebut dikelola. Hal ini berhubungan dengan komunikasi yang terjadi di dalam perusahaan demi tercapainya keselarasan dan keselamatan kerja antar karyawan.

Sistem struktur organisasi perusahaan ada tiga yaitu *line*, *line* dan *staff* serta *sistem fungsional*. Di antara ketiganya yang baik adalah struktur organisasi sistem *line* dan *staff* karena garis kekuasaan lebih sederhana dan praktis. Segala sesuatu yang menyangkut perusahaan diputuskan bersama baik oleh pimpinan maupun staff yang tergabung dalam suatu dewan (dewan komisaris, dewan direksi). Menurut pembagian kerjanya, seorang karyawan hanya bertanggung jawab pada atasannya saja dan demi kelancaran produksi pimpinan dalam melaksanakan tugasnya dibantu oleh beberapa staff ahli yang terdiri atas orang-orang yang ahli dalam bidangnya.

Ada dua kelompok orang-orang yang berpengaruh dalam menjalankan organisasi system *line* dan *staff* ini yaitu :

1. Sebagai garis atau line yaitu orang-orang yang melaksanakan tugas pokok organisasi dalam rangka mencapai tujuan.
2. Sebagai staff yaitu orang-orang yang melaksanakan tugasnya dengan keahlian yang dimilikinya. Dalam hal ini berfungsi untuk memberikan saran-saran kepada unit operasional.

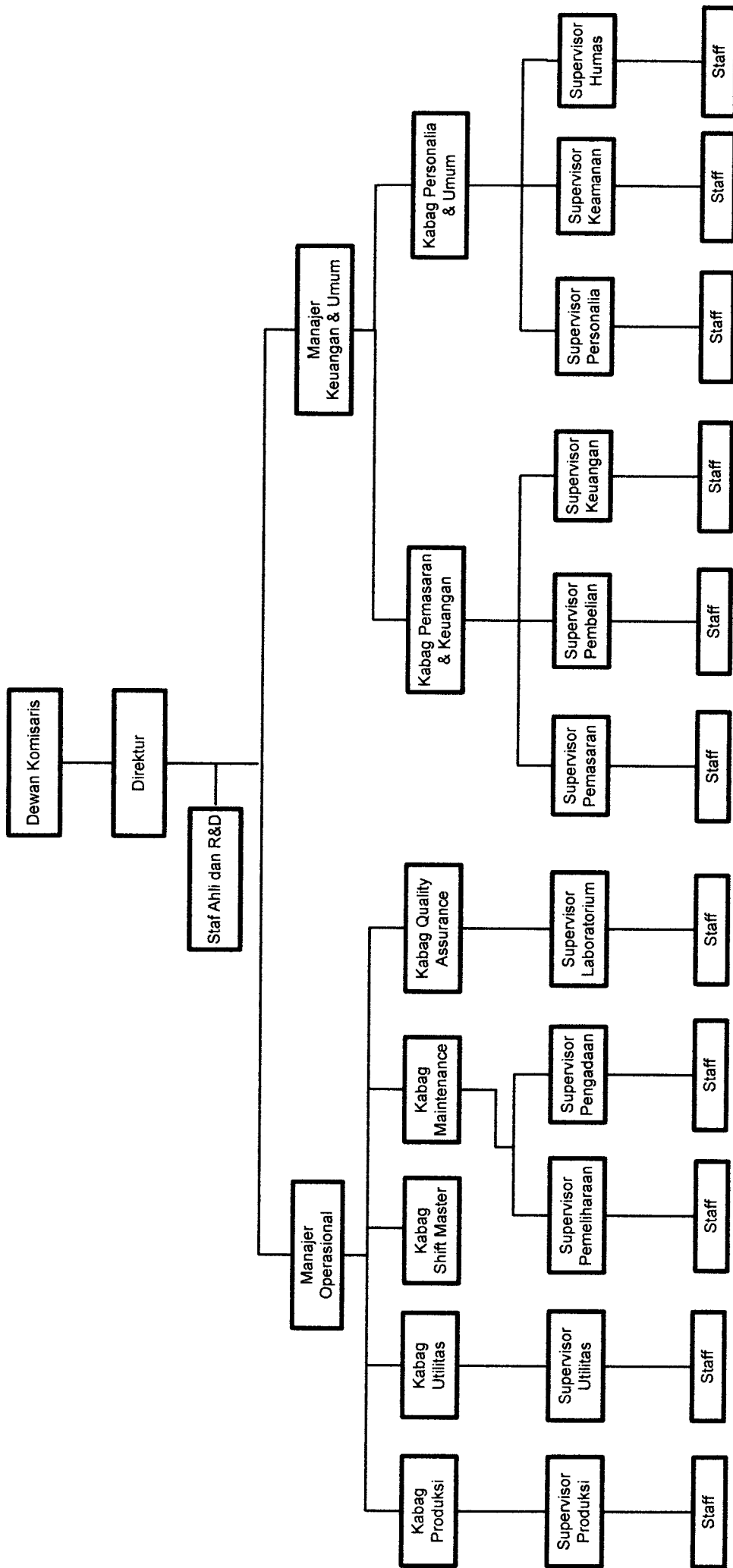
Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan dalam pelaksanaan

tugas sehari-harinya diwakili oleh Dewan Komisaris, sedangkan tugas untuk menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh seorang Direktur Utama yang dibantu oleh Direktur Teknik dan Produksi serta Direktur Keuangan dan Umum. Direktur Keuangan dan Umum membidangi kelancaran pelayanan dan pemasaran. Direktur membawahi beberapa kepala bagian dan kepala bagian ini akan membawahi beberapa seksi dimana masing-masing seksi akan membawahi dan mengawasi para karyawan perusahaan. Untuk lebih jelasnya lihat lampiran struktur organisasi.

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

1. Menjelaskan dan menjernihkan persoalan mengenai pembatasan tugas, tanggung jawab, wewenang dan lain-lain.
2. Penempatan pegawai yang lebih tepat.
3. Penyusunan program pengembangan manajemen akan lebih terarah.
4. Ikut menentukan pelatihan yang diperlukan untuk pejabat yang sudah ada.
5. Sebagai bahan orientasi untuk pejabat.
6. Dapat mengatur kembali langkah kerja dan prosedur kerja yang berlaku bila terbukti kurang lancar.

STRUKTUR ORGANISASI



4.7.3. Tugas dan Wewenang

1. Pemegang Saham

Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi perusahaan tersebut. Kekuasaan tertinggi pada perusahaan yang terbentuk Perseroan Terbatas adalah rapat umum pemegang saham. Pada rapat umum pemegang saham. Pada rapat umum tersebut para pemegang saham bertugas untuk :

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

2. Dewan Komisaris

Dewan Komisaris merupakan pelaksana dari pemilik saham dan bertanggung jawab terhadap pemilik saham. Tugas Dewan Komisaris meliputi :

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

3. Dewan Direksi

Direktur Utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan bertanggung jawab sepenuhnya terhadap maju mundurnya perusahaan.

Direktur Utama bertanggung jawab pada Dewan Komisaris atas segala tindakan dan kebijaksanaan yang telah diambil sebagai pimpinan perusahaan.

Direktur Utama membawahi Direktur Teknik dan Produksi serta Direktur Keuangan dan Umum.

Tugas Direktur Utama adalah :

- Melakukan kebijaksanaan perusahaan dan mempertanggungjawabkan pekerjaannya pada pemegang saham pada rapat umum pemegang saham.
- Menjaga kestabilan manajemen perusahaan dan membuat kelangsungan hubungan yang baik antara pemilik saham, pimpinan dan karyawan.
- Mengangkat dan memberhentikan kepala Bagian dengan persetujuan rapat umum pemegang saham.
- Mengkoordinasi kerja sama dengan Direktur Teknik dan Produksi serta Direktur Keuangan dan Umum serta Personalia.

Tugas Direktur Teknik dan Produksi adalah :

- Bertanggung jawab pada Direktur Utama dalam bidang produksi dan teknik.
- Mengkoordinasi, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan Kepala Bagian yang menjadi bawahannya.

Tugas Direktur Keuangan dan Umum adalah :

- Bertanggung jawab kepada Direktur Utama dalam bidang Keuangan, pelayanan umum, litbang serta pemasaran.
- Mengkoordinasi, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan Kepala Bagian yang menjadi bawahannya.

4. Staff Ahli

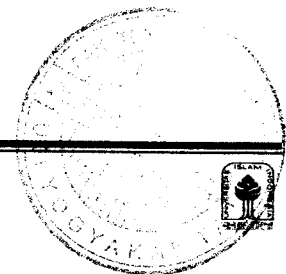
Staff ahli terdiri dari tenaga-tenaga ahli yang bertugas membantu Dewan Direksi dalam menjalankan tugasnya baik yang berhubungan dengan teknik maupun administrasi. Staff ahli bertanggung jawab kepada Direktur Utama sesuai dengan bidang keahliannya masing-masing.

Tugas dan wewenang staff ahli adalah :

- Memberikan nasehat dan saran dalam perencanaan pengembangan perusahaan.
- Mengadakan evaluasi teknik dan ekonomi perusahaan.
- Memberikan saran dalam bidang hukum.

5. Kepala Bagian

Secara umum tugas kepala bagian adalah mengkoordinasi, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan garis-garis yang diberikan oleh pimpinan perusahaan. Kepala Bagian dapat juga bertindak



sebagai staff Direktur bersama-sama dengan staff ahli. Kepala Bagian ini bertanggung jawab kepada Direktur masing-masing.

Kepala Bagian terdiri dari :

A. Kepala Bagian Produksi

Tugas dan wewenangnya:

- Kepala bagian produksi bertanggung jawab kepada manajer produksi dan teknik dalam bidang mutu dan kelancaran produksinya.
- Mengadakan kerja sama dengan pihak luar dalam hal pengadaan bahan baku, memberikan laporan mengenai hasil produksi kepada manajer produksi dan teknik serta menjaga kualitas produksi.
- Merencanakan pembagian tugas karyawan.
- Mengawasi cara kerja karyawan yang menjadi tanggung jawabnya.
- Menjaga agar kondisi ruangan (RH) agar tetap dalam keadaan yang diinginkan.
- Mengatur pembagian istirahat karyawan agar tidak mengganggu kelancaran produksi.
- Memperhatikan masalah-masalah yang terjadi dan segera diantisipasi agar proses dapat berjalan sesuai yang direncanakan.
- Bekerja sama dengan bidang lain guna kelancaran proses produksi.
- Bertanggung jawab atas hasil produk yang telah diproduksi.

B. Kepala Bagian Utilitas

Tugas dan wewenangnya:

- Memimpin dan mengkoordinir pelaksanaan operasional dalam pengadaan utilitas, tenaga dan instrumentasi.
- Bertanggung jawab kepada manajer produksi dan teknik atas hal-hal yang dilakukan bawahannya dalam menjalankan tugasnya masing-masing.
- Mengkoordinir supervisor yang menjadi bawahannya.

C. Kepala Bagian Maintenance

membawahi :

- Supervisor Pemeliharaan Peralatan

Tugas Supervisor Pemeliharaan Peralatan antara lain :

- i. Melaksanakan pemeliharaan fasilitas dan peralatan pabrik.
- ii. Memperbaiki peralatan pabrik.

- Supervisor Pengadaan Peralatan

Tugas Supervisor Pengadaan Peralatan antara lain :

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

D. Kepala Bagian Quality Assurance (QA)

Tugas dan wewenangnya:

- Menetapkan standar kualitas dari produk yang dihasilkan perusahaan.

- Penghubung antara konsumen dengan pihak perusahaan untuk masalah komplain produk.
- Merencanakan perbaikan produk yang mengalami kerusakan.
- Melaksanakan pengawasan dan mengkoordinir proses quality control.

Kepala Bagian Quality Assurance (QA) membawahi :

- Supervisor Laboratorium

Tugas Supervisor Laboratorium :

- 1) Mengawasi dan menganalisa mutu bahan baku dan bahan pembantu.
- 2) Mengawasi dan menganalisa produk
- 3) Mengawasi kualitas buangan pabrik.

E. Kepala Bagian Keuangan dan Pemasaran

Kepala Bagian Keuangan dan Pemasaran bertanggung jawab kepada Manajer Keuangan dan Umum dalam bidang keuangan dan pemasaran.

- Supervisor Pembelian

Tugas Supervisor Pembelian antara lain :

- 1) Merencanakan besarnya kebutuhan bahan baku dan bahan pembantu yang akan dibeli.
- 2) Melaksanakan pembelian barang dan peralatan yang dibutuhkan perusahaan.
- 3) Mengetahui harga pemasaran dan mutu bahan baku serta mengatur keluar masuknya bahan dan alat dari gudang.

- Supervisor Pemasaran

Tugas Supervisor Pemasaran antara lain :

- 1) Merencanakan strategi penjualan hasil produksi.
- 2) Mengatur distribusi barang dari gudang.

- Supervisor Keuangan

Tugas Supervisor Keuangan antara lain :

- 1) Mengadakan perhitungan tentang gaji dan intensif karyawan.
- 2) Menghitung penggunaan uang perusahaan, mengamankan uang dan membuat prediksi keuangan masa depan.

E. Kepala Bagian Personalia dan Umum

Kepala Bagian Personalia dan Umum bertanggung jawab kepada Manajer Keuangan dan Umum dalam bidang personalia, hubungan masyarakat dan keamanan.

Kepala Bagian Personalia dan Umum membawahi :

- Supervisor Personalia

Tugas Supervisor Personalia antara lain :

- 1) Membina tenaga kerja dan menciptakan suasana kerja yang sebaik mungkin antara pekerja dan pekerjaannya serta lingkungannya agar tidak terjadi pemborosan waktu dan biaya.
- 2) Mengusahakan disiplin kerja yang tinggi dalam menciptakan kondisi kerja yang dinamis.

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

- Supervisor Humas

Tugas Supervisor Humas antara lain :

1) Mengatur hubungan dengan masyarakat dengan masyarakat di luar lingkungan perusahaan.

- Supervisor Keamanan

Tugas Supervisor Keamanan antara lain :

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

2) Mengawasi keluar masuknya orang-orang baik karyawan maupun selain karyawan ke dalam lingkungan perusahaan.

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

6. Supervisor

Supervisor adalah pelaksana dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan rencana yang telah diatur oleh para kepala bagian masing-masing, agar diperoleh hasil uang maksimal dan efektif selama berlangsungnya proses produksi. Supervisor akan membawahi staff. Setiap Supervisor bertanggung jawab terhadap kepala bagian masing-masing sesuai dengan seksinya.

Tugas dan wewenangnya:

1. Merencanakan rekrutmen dan pembinaan karyawan guna pengembangan Sumber Daya Manusia (SDM) perusahaan.
2. Mengarahkan staff dan karyawan secara langsung untuk mencapai sasaran perusahaan.
3. Mengadakan pertemuan perorangan maupun kelompok untuk menciptakan hubungan yang baik, sehingga menimbulkan suasana yang menyenangkan dengan tidak meninggalkan peraturan-peraturan yang telah ditetapkan perusahaan.
4. Memberikan motivasi kepada seluruh staff dan karyawan agar bekerja dengan kesadaran dan tanggung jawab serta mematuhi peraturan yang telah ditetapkan.
5. Memberikan teguran dan peringatan apabila terjadi pelanggaran.
6. Mengadakan pembinaan disiplin kerja.
7. Melaksanakan absensi staff dan karyawan.
8. Bertanggung jawab atas pengawasan, kebersihan, keamanan dan ketertiban perusahaan.
9. Melaksanakan kerja sama dan hubungan yang baik dengan perusahaan lain atau masyarakat sekitar.
10. Bertanggung jawab atas semua kegiatan yang berhubungan dengan karyawan, perusahaan lain dan masyarakat sekitar.

4.7.4 Ketenagakerjaan

Suatu perusahaan dapat berkembang dengan baik jika didukung oleh beberapa faktor. Salah satu faktor yang mendukung perkembangan perusahaan adalah pemakaian sumber daya manusia untuk ditempatkan pada bidang-bidang pekerjaan sesuai keahlian. Faktor tenaga kerja merupakan faktor yang sangat menunjang dalam masalah kelangsungan berjalannya proses produksi dan menjamin beroperasinya alat-alat dalam pabrik. Untuk itu harus dijaga hubungan antara karyawan dengan perusahaan, karena hubungan yang harmonis akan menimbulkan semangat kerja dan dapat meningkatkan produktifitas kerjanya, yang pada akhirnya akan meningkatkan produktifitas perusahaan.

Hubungan itu dapat terealisasi dengan baik jika adanya komunikasi serta fasilitas-fasilitas yang diberikan perusahaan kepada karyawan. Salah satu contoh nyata adalah sistem penggajian atau pengupahan yang sesuai dengan Upah Minimum Regional (UMR) sehingga kesejahteraan dapat ditingkatkan.

Sistem upah karyawan perusahaan ini berbeda-beda tergantung pada status karyawan, kedudukan, tanggung jawab dan keahlian.

Menurut statusnya karyawan perusahaan ini dapat dibagi menjadi tiga golongan, yaitu:

a Karyawan Tetap

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

b Karyawan Harian

Karyawan harian adalah karyawan yang diangkat dan diberhentikan Direksi tanpa SK Direksi dan mendapat upah harian yang dibayar pada tiap akhir pekan.

c Karyawan Borongan

Karyawan yang digunakan oleh perusahaan bila diperlukan saja, system upah yang diterima berupa upah borongan untuk suatu pekerjaan.

Pabrik Metil Akrilat ini direncanakan beroperasi setiap hari, dengan jam kerja efektif selama 24 jam/hari. Adapun karyawan yang bekerja dibagi menjadi dua kelompok, yaitu :

a. Karyawan non shift

Karyawan non shift adalah para karyawan yang tidak menangani proses produksi secara langsung. Yang termasuk para karyawan harian adalah : Direktur, Staf Ahli, Manajer, Kepala Bagian serta staff yang berada di kantor. Karyawan non shift dalam seminggu bekerja selama 6 hari, dengan pembagian jam kerja sebagai berikut :

- Hari Senin – Jumat : Jam 08.00 – 16.00 WIB
- Hari Sabtu : Jam 08.00 – 12.00 WIB
- Waktu istirahat setiap jam kerja : Jam 12.00 – 13.00 WIB
- Waktu istirahat hari Jumat : Jam 11.30 – 13.00 WIB

b. Karyawan shift

Karyawan shift adalah karyawan yang langsung menangani proses produksi atau mengatur bagian-bagian tertentu dari pabrik yang mempunyai hubungan dengan masalah keamanan dan kelancaran produksi. Karyawan shift dibagi menjadi 4 group (Group A, Group B, Group C, Group D) yang bekerja dalam 3 shift.

Pembagian jam kerja shift sebagai berikut:

- Shift I : Jam 06.00 – 14.00 WIB
- Shift II : Jam 14.00 – 22.00 WIB
- Shift III : Jam 22.00 – 06.00 WIB

Adapun pengaturan kerja setiap group, yaitu masing-masing group bekerja selama tiga hari pada jam kerja yang berbeda dan setiap group mendapat libur 2 hari setelah mereka bekerja selama tiga jam kerja yang berbeda dalam seminggu

Tabel 4.2. Rencana Pengaturan Jadwal Kerja Group

Hari	Shift I	Shift II	Shift III	Libur
1	A	B	C	D
2	D	A	B	C
3	C	D	A	B
4	B	C	D	A
5	A	B	C	D
6	D	A	B	C
7	C	D	A	B
8	B	C	D	A

4.7.5. Kesejahteraan Karyawan

Pemberian upah yang akan dibayarkan kepada pekerja direncanakan diatur menurut tingkat pendidikan, status pekerja dan tingkat golongan. Upah minimum

pekerja tidak kurang dari upah minimum kota yang diberlakukan oleh pemerintah (Upah Minimum Regional) dan pelaksanaannya sesuai ketentuan yang berlaku pada perusahaan. Tingginya golongan yang disandang seorang karyawan menentukan besarnya gaji pokok yang diterima oleh karyawan tersebut. Karyawan akan mendapatkan kenaikan golongan secara berkala menurut masa kerja, jenjang pendidikan dan prestasi kerja karyawan.

Tabel 4.3 Perincian Tugas dan Keahlian

No.	Jabatan	Prasyarat
1	Direktur	Sarjana Teknik Kimia
2	Manajer Operasional	Sarjana Teknik Kimia
3	Manajer Keuangan & Umum	Sarjana Ekonomi
4	Sekretaris	Akademi Sekretaris
5	Kabag. Shift Master	Sarjana Teknik Kimia
6	Kabag. Produksi	Sarjana Teknik Kimia
7	Kabag. Personalia dan Umum	Sarjana Psikologi
8	Kabag. Pemasaran	Sarjana Ekonomi
9	Kabag. Administrasi dan Keuangan	Sarjana Ekonomi
10	Kabag. Maintenece	Sarjana Teknik Mesin
11	Kabag. Utilitas	Sarjana Teknik Kimia
12	Kabag. Quality Assurance	Sarjana Teknik Kimia
13	Supervisor Personalia	Sarjana Psikologi

14	Supervisor Humas	Sarjana Komunikasi
15	Supervisor Keamanan	Sarjana Muda / DIII
16	Supervisor Pemasaram	Sarjana Ekonomi
17	Supervisor Pembelian	Sarjana Teknik Kimia
18	Supervisor Keuangan	Sarjana Ekonomi
19	Supervisor Pemeliharaan	Sarjana Teknik Mesin
20	Supervisor Pengadaan	Sarjana Teknik Kimia
21	Supervisor Produksi	Sarjana Teknik Kimia
22	Supervisor Utilitas	Sarjana T. Kimia & Lingkungan
23	Supervisor Laboratorium	Sarjana Kimia / Teknik Kimia
24	Staff Personalia	Sarjana Muda / DIII
25	Staff Humas	Sarjana Muda / DIII
26	Staff Keuangan	Sarjana Muda / DIII
27	Staff Administrasi	Sarjana Muda / DIII
28	Staff Pemasaran	Sarjana Muda / DIII
39	Staff Pembelian	Sarjana Muda / DIII
30	Staff Laboratorium	Sarjana Muda / DIII
31	Staff Pengadaan	Sarjana Muda / DIII
32	Staff Pemeliharaan	Sarjana Muda / DIII
33	Staff Utilitas	Sarjana Muda / DIII
34	Staff Produksi	Sarjana Muda / DIII

35	Medis	Dokter
36	Perawat	Akademi Keperawatan
37	Satpam / Staff Keamanan	SMU Sederajat
38	Sopir	SMP / SMU
49	Pesuruh	SMP / SMU
40	Cleaning Service	SMP / SMU

Tabel 4.4. Rencana Pengupahan Tenaga Kerja Berdasarkan Golongan

JOB DESCRIPTION	NON	A	B	C	D	jml	GAJI BULANAN
Direktur	1					1	Rp 12,000,000
Staf Ahli	2					2	Rp 5,000,000
Sekretaris	1					1	Rp 2,000,000
Manajer Prod & Teknik	1					1	Rp 7,000,000
Ka.Bag. Shift Master		1	1	1	1	4	Rp 4,500,000
Ka.Bag. Produksi	1					1	Rp 4,500,000
Spv. Produksi	1					1	Rp 3,500,000
Staff	2	10	10	10	10	42	Rp 1,200,000
Ka.Bag. Maintenance	1					1	Rp 4,500,000
Spv. Pemeliharaan	1					1	Rp 3,500,000
Staff	3	2	2	2	2	11	Rp 1,200,000
Spv. Pengadaan	1					1	Rp 3,500,000
Staff	3					3	Rp 1,200,000
Ka.Bag. Utilitas	1					1	Rp 4,500,000
Spv. Utilitas	1					1	Rp 3,500,000
Staff	3	4	4	4	4	19	Rp 1,200,000
Ka.Bag. QA	1					1	Rp 4,500,000
Spv. Laboratorium	1					1	Rp 3,500,000
Staff	2	2	2	2	2	10	Rp 1,200,000
Manajer Keu & Umum	1					1	Rp 7,000,000

Ka.Bag. Pemas & Keu	1					1	Rp 4,500,000
Spv. Pemasaran	1					1	Rp 3,500,000
Staff	4					4	Rp 1,500,000
Spv. Pembelian	1					1	Rp 3,500,000
Staff	2					2	Rp 1,500,000
Spv. Keuangan	1					1	Rp 3,500,000
Staff	3					3	Rp 1,500,000
Ka.Bag. Pers & Umum	1					1	Rp 4,500,000
Spv. Personalia	1					1	Rp 3,500,000
Staff	3					3	Rp 1,500,000
Spv. Keamanan	1					1	Rp 3,500,000
Staff	1	4	4	4	4	17	Rp 800,000
Spv. Humas	1					1	Rp 3,500,000
Staff	2					2	Rp 1,500,000
Medis	2					2	Rp 1,800,000
Perawat		1	1	1	1	4	Rp 700,000
Supir	4					4	Rp 600,000
Pesuruh	3					3	Rp 500,000
Cleanig Service	6					6	Rp 400,000
Tukang kebun	1					1	Rp 400,000
	67	24	24	24	24	163	

4.7.6. Fasilitas Karyawan

Tersedianya fasilitas yang memadai dapat merangsang kelangsungan produktivitas karyawan dalam suatu perusahaan. Adanya fasilitas dalam perusahaan bertujuan agar kondisi jasmani dan rohani para karyawan tetap terjaga dengan baik, sehingga karyawan tidak merasa jemu dalam menjalankan tugas sehari-harinya dan kegiatan yang ada dalam perusahaan dapat berjalan dengan lancar. Sehubungan dengan hal tersebut, maka perusahaan menyediakan fasilitas yang bermanfaat dalam lingkungan perusahaan yang berhubungan dengan kepentingan para karyawan.

Adapun fasilitas yang diberikan perusahaan adalah :

a. Poliklinik

Untuk meningkatkan efisiensi produksi, faktor kesehatan karyawan merupakan hal yang sangat berpengaruh. Oleh karena itu perusahaan menyediakan fasilitas poliklinik yang ditangani oleh dokter dan perawat.

b. Pakaian Kerja

Untuk menghindari kesenjangan antar karyawan, perusahaan memberikan dua pasang pakaian kerja setiap tahun, selain itu juga disediakan masker sebagai alat pengaman dalam bekerja.

c. Makan dan minum

Perusahaan menyediakan makan dan minum 1 kali sehari yang rencananya akan dikelola oleh perusahaan catering yang ditunjuk oleh perusahaan.

d. Koperasi

Koperasi karyawan didirikan untuk mempermudah karyawan dalam hal simpan pinjam, memenuhi kebutuhan pokok dan perlengkapan rumah tangga serta kebutuhan lainnya.

e. Tunjangan Hari Raya (THR)

Tunjangan ini diberikan setiap tahun, yaitu menjelang hari raya Idul Fitri dan besarnya tunjangan tersebut sebesar satu bulan gaji.

f. Jamsostek

Merupakan asuransi pertanggungjawaban jiwa dan asuransi kecelakaan.

g. Masjid dan kegiatan kerohanian

Perusahaan membangun tempat ibadah (masjid) agar karyawan dapat menjalankan kewajiban rohaninya dan melaksanakan aktivitas keagamaan lainnya.

h. Transportasi

Untuk meningkatkan produktifitas dan memperingan beban pengeluaran karyawan, perusahaan memberikan uang transport tiap hari yang penyerahannya bersamaan dengan penerimaan gaji tiap bulan.

i. Hak Cuti

1. Cuti Tahunan

Diberikan pada karyawan selama 12 hari kerja dalam setahun.

2. Cuti Massal

Setiap tahun diberikan cuti massal untuk karyawan bertepatan dengan hari raya Idul Fitri selama 4 hari kerja.

3. Cuti Hamil

Wanita yang akan melahirkan berhak cuti selama 3 bulan dan selama cuti tersebut gaji tetap dibayar dengan ketentuan jarak kelahiran anak pertama dan anak kedua minimal 2 tahun.

4.7.7 Manajemen Produksi

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

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

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

4.7.8. Perencanaan produksi

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

a. Kemampuan Pasar

Dapat dibagi menjadi dua kemungkinan :

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

Ada tiga alternatif yang dapat diambil, yaitu :

1. Rencana produksi sesuai dengan kemampuan pasar atau produksi diturunkan sesuai dengan kemampuan pasar, dengan mempertimbangkan untung dan rugi.
 2. Rencana produksi tetap dengan mempertimbangkan bahwa kelebihan produksi disimpan dan dipasarkan pada tahun berikutnya.
 3. Mencari daerah pemasaran lain.
- b. Kemampuan Pabrik

Pada umumnya kemampuan pabrik ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain :

1. Material (bahan baku)

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

2. Manusia (tenaga kerja)

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

3. Mesin (peralatan)

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

4.7.9. Pengendalian produksi

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

a. Pengendalian Kualitas

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

b. Pengendalian Kuantitas

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

c. Pengendalian Waktu

Untuk mencapai kuantitas tertentu perlu adanya waktu tertentu pula.

d. Pengendalian Bahan Proses

Bila ingin mencapai kapasitas produksi yang diinginkan, maka bahan baku untuk proses harus mencukupi. Oleh karena itu diperlukan pengendalian bahan proses agar tidak terjadi kekurangan.

4.8. Evaluasi Ekonomi

Evaluasi ekonomi dimaksudkan untuk mengetahui apakah pabrik yang dirancang dapat menguntungkan atau tidak dan layak untuk didirikan atau tidak. Untuk itu pada perancangan pabrik Sodium Dodecylbenzene Sulfonate ini dapat dibuat evaluasi atau penilaian atas investasi yang ditinjau dengan metode :

- *Return on Investment.*
- *Pay Out Time.*
- *Break Even Point.*
- *Shut Down Point.*
- *Discounted Cash Flow Rate.*

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

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

4.8.1. Penaksiran Harga Peralatan

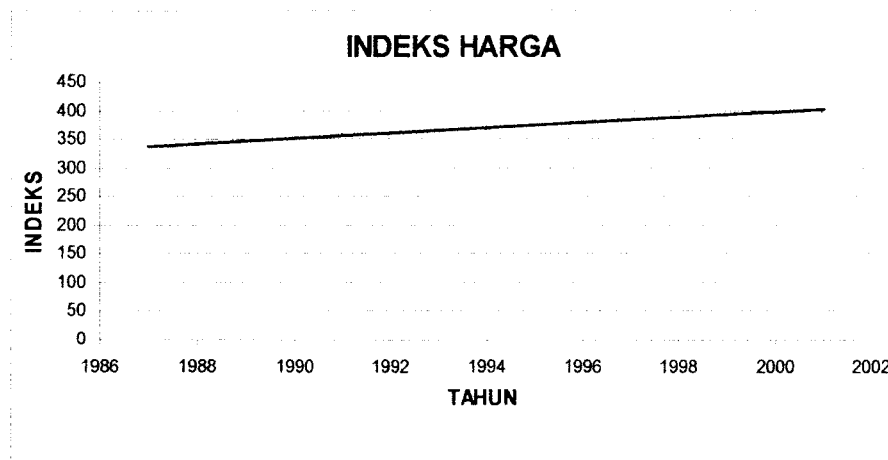
Harga peralatan proses selalu mengalami perubahan setiap tahun tergantung pada kondisi ekonomi yang ada. Untuk mengetahui harga peralatan yang ada sekarang, dapat ditaksir dari harga tahun sebelumnya dikalikan rasio indeks harga.

Diasumsikan kenaikan harga setiap tahun adalah linear, sehingga dapat ditentukan index nilai pada tahun tertentu.

Tabel 4.5. Perkembangan Indeks Harga

Tahun	n,X	Index,Y
1987	1	324
1988	2	343
1989	3	355
1990	4	356
1991	5	361,3
1992	6	358,2
1993	7	359,2
1994	8	368,1
1995	9	381,1
1996	10	381,7
1997	11	386,5
1998	12	389,5
1999	13	390,6
2000	14	394,1
2001	15	394,3

Sumber :



Gambar 4.3. Grafik Indeks Harga

Persamaan yang diperoleh adalah :

$$y = 4,4829x - 8569,3 \dots\dots\dots(1)$$

Dimana : x = tahun

y = index harga

Dengan menggunakan persamaan diatas, maka harga index pada tahun perancangan yaitu pada tahun 2012 dapat diperoleh, yaitu :

$$\begin{aligned} y &= 4,4829 (2012) - 8569,3 \\ &= 449.92 \end{aligned}$$

Harga alat dapat dicari dari data di pasaran dalam negeri maupun luar negeri, dan dihitung dari tahun evaluasi menggunakan grafik yang tersaji menurut jenis alatnya, dimana harga alat tersebut ditentukan berdasarkan harga pada tahun yang lalu dikalikan dengan rasio index harga. Persamaan pendekatan yang digunakan untuk memperkirakan harga peralatan pada saat sekarang adalah :

$$E_x = E_y \times \frac{N_x}{N_y} \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :

N_y = Harga index untuk tahun y

N_x = Harga index untuk tahun x

E_x = Harga alat pada tahun x

E_y = Harga alat pada tahun y

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

$$E_b = E_a \left(\frac{C_b}{C_a} \right)^x \dots\dots\dots(3)$$

Dimana :

E_a = Harga alat a

E_b = Harga alat b

C_a = Kapasitas alat a

C_b = Kapasitas alat b

x = eksponen

Harga eksponen tergantung dari jenis alat yang akan dicari harganya. Harga exponent untuk bermacam-macam jenis alat dapat dilihat pada Peter&Timmerhaus,"Plant Design And Economic For Chemical Engineering", 3th ed.,hal 170. Untuk alat yang tidak diketahui harga eksponennya maka diambil harga x = 0,6.

Dasar perhitungan yang digunakan dalam analisis ekonomi adalah :

- Kapasitas produksi : 60.000 ton/tahun
- Satu tahun operasi : 330 hari
- Pabrik didirikan tahun : 2012
- Nilai kurs US \$: 1 US \$ = Rp 9.500,00
- Umur alat : 10 tahun

Data harga diambil pada tahun 1954 dari grafik Aries & Newton dengan indeks harga alat = 86,1 dan pada tahun 1990 dari grafik Peters & Timmerhaus dengan indeks harga alat = 356 Indeks harga dari tahun 1987 – 2001 diperoleh dari . Dari ekstrapolasi data indeks pada tahun 2012 diperoleh 449.92

Purchased Equipment Cost (PEC) Proses:

$$\text{PEC} = \$ 3,195,266.12$$

Purchased Equipment Cost (PEC) Utilitas:

$$\text{PEC} = \$ 1,123,429.77$$

Total Purchased Equipment Cost :

$$\text{PEC} = \$ 4,318,695.8$$

4.8.2. Perhitungan Biaya

a. Capital Investment

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

Capital Investment meliputi :

1) *Fixed Capital Investment (FCI)*

Fixed Capital Investment adalah biaya yang diperlukan untuk mendirikan pabrik beserta fasilitas-fasilitasnya.

2) *Working Capital Investment (WCI)*

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

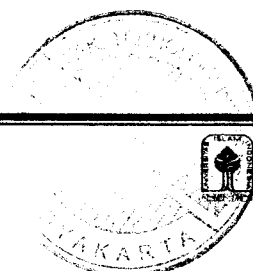
b. Manufacturing Cost

Manufacturing cost adalah biaya yang dikeluarkan untuk produksi suatu barang, yang merupakan jumlah dari *Direct Manufacturing Cost (DC)*, *Indirect Manufacturing Cost (IC)* dan *Fixed Manufacturing Cost (FC)*, yang berkaitan dengan produk.

1) *Direct Manufacturing Cost (DC)*

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

2) *Indirect Manufacturing Cost (IC)*



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

3) *Fixed Manufacturing Cost (FC)*

Fixed Manufacturing Cost (FC) adalah harga yang berkaitan dengan *Fixed Capital Investment (FCI)* dan pengeluaran-pengeluaran yang bersangkutan dimana harganya tetap, tidak tergantung waktu maupun tingkat produksi.

c. *General Expense*

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

4.8.3. Pendapatan Modal

Untuk mendapatkan titik impas maka perlu dilakukan perkiraan terhadap :

a. *Biaya Tetap (Fixed Cost)*

Yaitu biaya yang harus dikeluarkan setiap tahun yang tidak terpengaruh produksi atau tidak berproduksi.

b. *Biaya Variabel (Variabel Cost)*

Yaitu biaya yang harus dikeluarkan setiap tahun yang besarnya dipengaruhi kapasitas produksi.

c. *Biaya Mengambang (Regulated Cost)*

Yaitu biaya yang harus dikeluarkan setiap tahun yang besarnya proporsional dengan kapasitas produksi. Biaya-biaya itu bisa menjadi biaya tetap dan bisa menjadi biaya variabel.

4.8.4. Analisis Kelayakan

Untuk dapat mengetahui keuntungan yang diperoleh tergolong besar atau tidak, dan untuk mengetahui pabrik tersebut berpotensi untuk didirikan atau tidak, maka perlu dilakukan analisa kelayakan.

a. *Percent Return on Investment (ROI)*

Return on Investment (ROI) adalah perkiraan keuntungan yang dapat diperoleh setiap tahun berdasarkan pada kecepatan pengembalian modal tetap yang diinvestasikan.

$$ROI = \frac{\text{Profit}}{\text{Fixed Capital Cost}} \times 100\% \dots\dots\dots(4)$$

Nilai ROI minimum untuk pabrik beresiko rendah adalah 11% dan ROI minimum untuk pabrik beresiko tinggi adalah 40%. (Aries & Newton, 1955)

b. *Pay Out Time (POT)*

Pay Out Time adalah jumlah tahun yang dibutuhkan untuk pengembalian *Fixed Capital Investment* dengan keuntungan pertahun sebelum dikurangi depresiasi.

$$POT = \frac{\text{Fixed Capital Cost}}{\text{Profit} + (0.1 \times \text{Fixed Capital Investment})} \times 100\% \dots\dots\dots(5)$$

Untuk low risk = 5 tahun dan untuk high risk = 2 tahun. (Aries & Newton, 1955)

c. Break Even Point (BEP)

Break Even Point adalah titik impas (kondisi dimana pabrik tidak mendapatkan keuntungan maupun kerugian). Kapasitas pabrik pada saat *sales* sama dengan *total cost*.

$$BEP = \frac{(Fa + 0.3Ra)}{(Sa - Va - 0.7Ra)} \times 100\% \dots\dots\dots(6)$$

Dimana :

Fa = *Annual Fixed Expense*

Ra = *Annual Regulated Expense*

Va = *Annual Variable Expense*

Sa = *Annual Sales Value*

Pabrik akan rugi jika beroperasi di bawah BEP dan untung jika beroperasi diatas BEP. Harga BEP pada umumnya berkisar antara 40-60% dari kapasitas maksimal. (Aries & Newton, 1955)

d. Shut Down Point (SDP)

Shut Down Point adalah level produksi dimana biaya untuk menjalankan operasi pabrik akan lebih mahal daripada biaya untuk menutup pabrik dan membayar fixed cost. Apabila tidak mampu mencapai persen minimal kapasitas tersebut dalam satu tahun, maka pabrik harus berhenti beroperasi atau tutup.

$$SDP = \frac{0.3Ra}{(SA - Va - 0.7Ra)} \times 100\% \dots\dots\dots(7)$$

e. Discount Cash Flow Rate (DFCR)

Evaluasi keuntungan dengan cara *Discount Cash Flow* yaitu menghitung nilai uang yang berubah tiap tahun berdasarkan investasi yang tidak kembali setiap akhir tahun selama umur pabrik (*Present Value*).

Rate of Return dihitung dengan persamaan :

$$(FC+WC)(1+i)^n = CF[(1+i)^{n-1}+(1+i)^{n-2}+\dots+(1+i)+1]+SV+WC \quad \dots(8)$$

$$R = S$$

Dengan :

FC = *Fixed Capital*

WC = *Working Capital*

SV = *Salvage Value* (nilai tanah)

CF = *Annual Cash Flow* (*profit after taxes + depresiasi + finance*)

i = *Discounted cash flow*

n = Umur pabrik (tahun)

4.8.5. Perhitungan Ekonomi

a. *Capital Investment*

1) *Fixed Capital Investment* (FCI)

a) *Physical Plant Cost* (PPC)

1. Harga alat sampai di tempat = 125 % PEC
= 1,25 x \$ 3.195.266,12
= \$ 3.994.082,65

2. Instalasi

$$\begin{aligned} \text{➤ Material} &= 11 \% \text{ PEC} \\ &= 0,11 \times \$ 3.195.266,12 \\ &= \$ 351,479 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{➤ Buruh} &= 32 \% \text{ PEC} \\ &= 0,32 \times \$ 3.195.266,12 \\ &= \$ 1,022,485 \end{aligned}$$

3. Pemipaan

$$\begin{aligned} \text{➤ Material} &= 21 \% \text{ PEC} \\ &= 0,21 \times \$ 3.195.266,12 \\ &= \$ 671,005.89 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{➤ Buruh} &= 15 \% \text{ PEC} \\ &= 0,15 \times \$ 3.195.266,12 \\ &= \$ 479,289.92 \end{aligned}$$

4. Instrumentasi

$$\begin{aligned} \text{➤ Material} &= 12 \% \text{ PEC} \\ &= 0,12 \times \$ 3.195.266,12 \\ &= \$ 383,431.93 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{➤ Buruh} &= 3 \% \text{ PEC} \\ &= 0,03 \times \$ 3.195.266,12 \\ &= \$ 95,857.98 \end{aligned}$$

5. Isolasi

$$\text{➤ Material} = 3 \% \text{ PEC}$$

$$= 0,03 \times \$ 3.195.266,12$$

$$= \$ 95,857.98$$

➤ Buruh

$$= 5 \% \text{ PEC}$$

$$= 0,05 \times \$ 3.195.266,12$$

$$= \$ 159,763.31$$

6. Listrik

➤ Material

$$= 10 \% \text{ PEC}$$

$$= 0,1 \times \$ 3.195.266,12$$

$$= \$ 319,526.61$$

➤ Buruh

$$= 5 \% \text{ PEC}$$

$$= 0,05 \times \$ 3.195.266,12$$

$$= \$ 159,763.31$$

7. Bangunan

$$= \text{Rp } 95.755.000.000$$

8. Tanah

$$\text{Luas tanah} = 45.000 \text{ m}^2$$

$$\text{Harga tanah} = \text{Rp } 750.000,00$$

$$\text{Biaya tanah} = \text{Rp } 33.750.000.000$$

9. Utilitas

➤ Harga alat sampai di tempat = 125 % PEC

$$= 1,25 \times \$ 1.123.429,77$$

$$= \$ 1,404,287.22$$

➤ Instalasi

- ◆ Material = 11 % PEC
 - = 0,11 x \$ 1.123.429,77
 - = \$ 123,577.28
- ◆ Buruh = 32 % PEC
 - = 0,32 x \$ 1.123.429,77
 - = \$ 359,497.53
- Pemipaan
 - ◆ Material = 21 % PEC
 - = 0,21 x \$ 1.123.429,77
 - = \$ 235,920
 - ◆ Buruh = 15% PEC
 - = 0,15 x \$ 1.123.429,77
 - = \$ 168,514
- Instrumentasi
 - ◆ Material = 12 % PEC
 - = 0,28 x \$ 1.123.429,77
 - = \$ 134,812
 - ◆ Buruh = 3 % PEC
 - = 0,09 x \$ 1.123.429,77
 - = \$ 33,703
- Isolasi

◆ Material	= 3 % PEC
	= 0,06 x \$ 1.123.429,77
	= \$ 33,703 Buruh
	= 5 % PEC
	= 0,05 x \$ 1.123.429,77
	= \$ 56,171
➤ Listrik	
◆ Material	= 10 % PEC
	= 0,10 x \$ 1.123.429,77
	= \$ 112,343
◆ Buruh	= 3 % PEC
	= 0,03 x \$ 1.123.429,77
	= \$ 33,703

Total Physical Plant Cost (PPC) Utilitas = \$ 2,051,899.54

Tabel 4.6. Fixed Capital Investment

No	Komponen	Biaya
1	Harga alat (DEC)	Rp 37.943.785.193
2	Biaya pemasangan	Rp 13.052.658.000
3	Biaya pemipaan	Rp 10.927.810.195
4	Biaya instrumentasi	Rp 4.553.254.145

5	Biaya listrik	Rp 4.553.254.145
6	Biaya Isolasi	Rp 2.428.402.255
7	Biaya bangunan	Rp 95.755.000.000
8	Biaya tanah dan Perbaikan	Rp 33.750.000.000
9	Biaya utilitas	Rp 19.493.045.656
Physical Plant Cost (PPC)		Rp 208,700,905,643

Lanjutan Tabel 4.6

10	Engineering and Construction (25% PPC)	Rp 52.175.226.410
Direct Plant Cost (DPC)		Rp 260.876.132.054.
11	Contractor's fee (6% DPC)	Rp 15.652.567.923
12	Contingencies (10% DPC)	Rp 26.087.613.205
Fixed Capital Investement (FCI)		Rp 302.616.313.182

2) Working Capital

a) *Raw material inventory* = biaya raw material/ bulan

= Rp Rp15.347.315.640.07

b) *In process inventory* = 0,5 x Manufac. Cost x (1/330 hari)

= Rp 610.522.490.68

- c) *Product inventory* = 1 bulan x Manufac. Cost /12 bulan
= Rp 45.000.000.144,00
- d) *Available cash* = 1 bulan x Manufac. Cost /12 bulan
= Rp 33.578.736.987,47
- e) *Extended credit* = 1 bulan x Total harga jual /12 bulan
= Rp 45.000.000.144,00
- Working Capital*** = **Rp 139,536,575,406.22**

b. *Manufacturing Cost*

1) *Direct Manufacturing Cost*

- a) Bahan baku dan Pembantu : Rp 184.030.976.844,00
- b) Gaji karyawan :

Tabel 4.7. Gaji karyawan

No	Jabatan	Jmlh	Gaji per Bulan (Rp)	Total Gaji (Rp)
1	Direktur	1	Rp 12.000.000,00	Rp 12.000.000,00
2	Staf Ahli	2	Rp 5.000.000,00	Rp 10.000.000,00
3	Sekretaris	1	Rp 2.000.000,00	Rp 2.000.000,00
4	Manajer	2	Rp 7.000.000,00	Rp 14.000.000,00

Lanjutan Tabel 4.7



5	Shift Master	4	Rp	4.500.000,00	Rp	18.000.000,00
6	Kepala Bagian	6	Rp	4.500.000,00	Rp	27.000.000,00
7	Supervisor	11	Rp	3.500.000,00	Rp	38.500.000,00
8	Staff Produksi	85	Rp	1.200.000,00	Rp	102.000.000,00
9	Staff Kantor	14	Rp	1.500.000,00	Rp	21.000.000,00
10	Medis	2	Rp	1.800.000,00	Rp	3.600.000,00
11	Paramedis	4	Rp	700.000,00	Rp	2.800.000,00
12	Satpam	17	Rp	800.000,00	Rp	3.600.000,00
13	Sopir	4	Rp	600.000,00	Rp	2.400.000,00
14	Pesuruh	3	Rp	500.000,00	Rp	1.500.000,00
15	Cleaning Service	6	Rp	400.000,00	Rp	2.400.000,00
16	Tukang kebun	1	Rp	400.000,00	Rp	400.000,00
	Total	163			Rp	271.200.000,00

Gaji karyawan = Rp 3.254.400.000,00 /tahun

c) Maintenance (7 % FCI) = 7 % x FCI
= Rp 7,606,979,106.69

d) Plant Supplies (15 % Maintenance) = 15 % x Maintenance
= Rp 1,141,046,866.00

e) Royalti dan Paten (5 % Sales) = 5 % x sales
= Rp 27,000,000,086.40



f) Utilitas

1. NaCl :

~ Harga	= Rp 3.000,00 /kg
~ Kebutuhan	= 116.732,88 kg/tahun
~ Biaya	= Rp 350.198.640,00

2. Kaporit :

~ Harga	= Rp 1.200,00 /kg
~ Kebutuhan	= 57,8160 kg/tahun
~ Biaya	= Rp 69,284.16

3. NaOH :

~ Harga	= Rp 6.000,00 /kg
~ Kebutuhan	= 32.425,8939 kg/tahun
~ Biaya	= Rp 194.555.363,70

4. Na₂SO₄ :

~ Harga	= Rp 9.000,00 /kg
~ Kebutuhan	= 187,0392 kg/tahun
~ Biaya	= Rp Rp1.683.352,35

5. Hidrazine (N₂H₄) :

~ Harga	= Rp 15.000,00 /kg
~ Kebutuhan	= 187,0392 kg/tahun
~ Biaya	= Rp 2.805.587,25

6. Solar :	
~ Harga	= Rp 5.000 /ltr
~ Kebutuhan	= 165.855,3226 ltr/tahun
~ Biaya	= Rp 746.348.951,88
7. Listrik :	
~ Harga	= Rp 1500 /KWh
~ Kebutuhan	= 315.5514 KWh
~ Biaya	= Rp 3,752,350,632.00
8. Air	= Rp 0,000
Total Biaya Utilitas	= Rp5.780.974.070,83
Direct Manufacturing Cost	= Rp 217.111.191.749,14

2) *Indirect Manufacturing Cost*

a) Payroll Overhead (20 % Gaji)	= 20 % x Gaji Karyawan
	= Rp 54,240,000.00
b) Laboratorium (20 % Gaji)	= 20 % x Gaji Karyawan
	= Rp 54,240,000.00
c) Shiping (6 % Sales)	= 6 % x Sales price
	= Rp 32.400.000.103
d) Plant Overhead (75 % Gaji)	= 75 % x Gaji Karyawan
	= Rp 203.400.000,00
e) Packing (10 % Sales)	= Rp 54.000.000.172



Indirect Manufacturing Cost = **Rp 86.711.880.276**

3) ***Fixed Manufacturing Cost***

a) Depresiasi (10 % FCI) = 10 % x FCI
= Rp 30.261.631.318,26

b) Property tax (2 % FCI) = 2 % x FCI
= Rp 6.052.326.263,65

c) Asuransi (1 % FCI) = 1 % x FCI
= Rp 3.026.163.131,83

Fixed Manufacturing Cost = **Rp 39.340.120.713**

Manufacturing Cost = **Rp 351.910.297.964**

c. ***General Expense***

1) Administrasi (3 % Sales price) = 4 % x Sales price
= Rp 14.076.411.918

2) Sales (7 % Sales price) = 7 % x Sales price
= Rp 24.633.720.857

3) Finance (3 % x (WC+FCI)) = 3 % suku bunga (WC+FCI)
= Rp 13.134.338.513

4) Riset (6 % Sales price) = 6 % x harga jual produk
= Rp 21.114.617.877

General Expense = **Rp 72.959.089.167**

d. Total Biaya Produksi

= Manufacturing Cost + General Expense

= Rp 424.869.387.131

e. Total Capital Investment

= Fixed Capital Investment + Working Capital

= Rp 437.811.283.792

f. *Harga Jual Produk*

1) Harga Metil Akrilat = Rp 9.000,00 /kg

Produksi tiap tahun = 60.000 Ton

Annual sales = Rp 540.000.000.000

g. *Analisa Keuntungan*

1) Keuntungan Sebelum Pajak

Keuntungan = Rp 115.130.614.596

2) Keuntungan Sesudah Pajak

Keuntungan = Rp 57.565.307.298

3) Keuntungan Sesudah Zakat

Keuntungan = Rp 56.126.174.615

h. *Analisa Kelayakan*

1) Return On Investment (ROI)

a) Sebelum pajak :

Keuntungan Sebelum Pajak (Pb.ra)	= Rp 115.130.614.596
FCI	= Rp 302.616.313.182,64
ROI	= (Pb.ra/FCI) x 100 %
	= 38,05 %

b) Sesudah pajak :

Keuntungan Sesudah Pajak (Pa.ra)	= Rp 57.565.307.298
FCI	= Rp 302.616.313.182,64
ROI	= (Pa.ra/FCI) x 100%
	= 19,02 %

c) Sesudah Zakat :

Keuntungan Sesudah Zakat (Za.)	= Rp 56.126.174.615
FCI	= Rp 302.616.313.182,64
ROI	= (Za/FCI) x 100%
	= 18,55 %

2) Pay Out Time (POT)

a) Sebelum pajak :

Keuntungan Sebelum Pajak (Pb.ra)	= Rp 115.130.614.596
FCI	= Rp 302.616.313.182,64
Depresiasi	= Rp 30.261.631.318,26
POT	= FCI / (Pb.ra + 0,1 FCI)
	= 2,08 tahun

b) Sesudah pajak :

Keuntungan Sesudah Pajak (Pa.ra)	= Rp 57.565.307.298
FCI	= Rp 302.616.313.182,64
Depresiasi	= Rp 30.261.631.318,26
POT	= $FCI / (Pa.ra + 0,1 FCI)$
	= 3.45 tahun

c) Sesudah Zakat :

Keuntungan Sesudah Zakat (Za)	= Rp 56.126.174.615
FCI	= Rp 302.616.313.182,64
Depresiasi	= Rp 30.261.631.318,26
POT	= $FCI / (Pa.ra + 0,1 FCI)$
	= 3.5 tahun

3) Break Even Point (BEP)

a) *Fixed Cost (Fa)* :

1. Depresiasi (10 % FCI)	= 10 % x FCI
	= Rp 30.261.631.318,26
2. Property tax (2 % FCI)	= 2 % x FCI
	= Rp 6.052.326.263,65
3. Asuransi (1 % FCI)	= 1 % x FCI
	= Rp 3.026.163.131,83
Total Fixed Cost (Fa)	= Rp 39.340.120.713,74

b) Variabel Cost (Va) :

1. Biaya bahan baku	= Rp 184.030.976.844
2. Pack dan Ship	= Rp 86.400.000.276
3. Utilitas dan UPL	= Rp 5.780.974.070,83
4. Royal dan Patt (1 % Sales)	= 5 % x harga jual produk = Rp 27.000.000.086
Total Variabel Cost (Va)	= Rp 303.211.951.277

c) *Regulated Cost (Ra)* :

1. Gaji Karyawan	= Rp 3.254.400.000,00
2. Peyroll Overhead (20 % Gaji Karyawan)	= Rp 54.240.000,00
3. Plant Overhead (75 % Gaji Karyawan)	= Rp 203.400.000,00
4. Laboratorium (20 % Gaji Karyawan)	= Rp 325.440.000,00
5. General Expence	= Rp 72.959.089.167
6. Maintenance (7 % FCI)	= Rp 7.606.979.106,69
7. Plant Supplies (20 % Maintenance)	= Rp 1.141.046.866,00
8. Supervision cost	= Rp 27.120.000,00
Total Regulated Cost (Ra)	= Rp 85.300.515.140

d) *Sales (Sa)* = **Rp 540.000.001.728**

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

$$= 36.67 \%$$

4) *Shut Down Point (SDP)* :

$$\begin{aligned} \text{SDP} &= \left(\frac{0,3Ra}{Sa - Va - 0,7Ra} \right) \times 100\% \\ &= 14,45 \% \end{aligned}$$

5) *Discounted Cash Flow Rate* :

$$\begin{aligned} \text{Umur pabrik (n)} &= 10 \text{ tahun} \\ \text{Salvage value (harga barang rongsokan)} &= \text{Depresiasi} + \text{Harga tanah} \\ &= \text{Rp } 30.261.631.318,26 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Cash Flow} &= \text{Annual profit} + \text{Depresiasi} + \text{Finance} \\ &= \text{Rp } 100.961.277.130 \end{aligned}$$

$$\text{Work Capital} = \text{Rp } 135.194.970.609$$

$$\text{Fixed Capital Investment} = \text{Rp } 302.616.313.182,64$$

Discounted cash flow rate (DCFR) dihitung dengan cara trial & error:

DCFR dihitung dengan persamaan :

$$R = (\text{FCI} + \text{WC}) (1+i)^n - (\text{SV} - \text{WC})$$

$$S = \text{CF} \times \{ (1+i)^{n-1} + (1+i)^{n-2} + \dots + 1 \}$$

$$R = S$$

$$\begin{aligned} R &= (\text{Rp } 302.616.313.182,64 + \text{Rp } 135.194.970.609) \times (1+i)^{10} - \\ &(\text{Rp } 30.261.631.318,26 + \text{Rp } 135.194.970.609) \end{aligned}$$

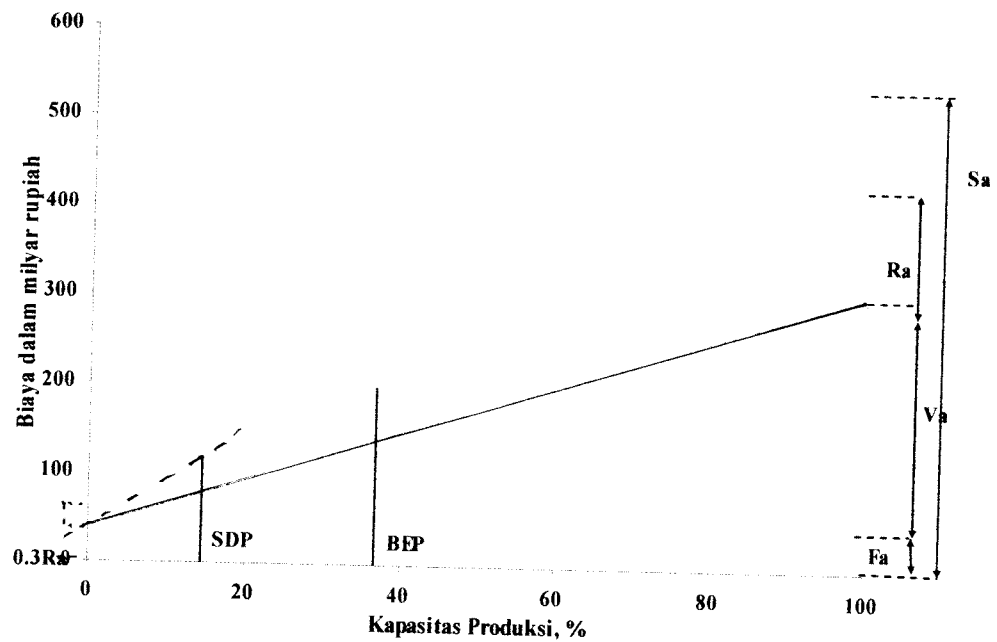
$$= \text{Rp } 437.811.283.792 (1+i)^{10} - \text{Rp } 165.456.601.927$$

$$S = \text{Rp } 272.354.681.865 \{(1+i)^9 + (1+i)^8 + (1+i)^7 + \dots + 1\}$$

dari trial and error diperoleh harga $i = 0,1216$

sehingga DCFR = 28.0846 %

Dari perhitungan evaluasi ekonomi, maka dapat digambarkan grafik hubungan kapasitas produksi terhadap BEP dan SDP sebagai berikut



Gambar 4.4. Grafik Hubungan Kapasitas Produksi terhadap BEP dan SDP

BAB V

PENUTUP

Dalam perancangan pabrik Metil Akrilat dari Asam Akrilat dan methanol dengan kapasitas 60.000 ton/tahun dapat diambil kesimpulan :

1. Pendirian pabrik Metil Akrilat dengan kapasitas 60.000 ton/tahun dilatar belakangi oleh pengurangan nilai import atau ketergantungan Metil Akrilat dari luar negeri juga sebagai penyedia bahan baku bagi pabrik-pabrik lainnya, sekaligus sebagai wujud pemulihan ekonomi Indonesia dan untuk menghadapi era globalisasi.
2. Pabrik Sodium Metil Akrilat berbentuk Perseroan terbatas (PT) didirikan di daerah kawasan industri Cilegon, Jawa Barat di atas tanah seluas 43.525 m². dengan jumlah karyawan 163 orang dan beroperasi selama 330 hari/tahun.
3. Ditinjau dari segi proses, kondisi operasi, sifat-sifat dan ketersediaan bahan baku, maka pabrik Metil Akrilat ini tergolong pabrik beresiko rendah.
4. Hasil analisis ekonomi adalah sebagai berikut :
 - ◆ Keuntungan yang diperoleh :
Keuntungan sebelum pajak Rp 115.130.614.596/tahun
Keuntungan setelah pajak Rp 57.565.307.298/tahun
 - ◆ Return of Investment (ROI) :
Presentase ROI sebelum pajak sebesar 38,05 %, dan

ROI setelah pajak sebesar 19,02 %

Syarat ROI untuk pabrik kimia dengan resiko rendah minimum adalah 11 %.

◆ Pay Out Time (POT) :

POT sebelum pajak selama 2,08 tahun dan

POT setelah pajak selama 3,45 tahun

Syarat POT sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan resiko rendah maksimum adalah 5 tahun.

◆ Break Event Point (BEP) pada 36,67 %, dan Shut Down Point (SDP) pada 14,45 %.

◆ Discounted Cash Flow rate(DCFR) sebesar 28.0846 %

Suku bunga pinjaman dan deposito di bank saat ini adalah 9 % (Media massa : Kompas, edisi 25 Oktober 2005). Syarat minimum DCFR adalah 1,5 kali diatas suku bunga bank yaitu sekitar 13,5 %.

Dilihat dari segi proses dan hasil analisa ekonomi diatas dapat disimpulkan bahwa pabrik Metil Akrilat dari Asam Akrilat dan methanol dengan kapaitas 60.000 ton/tahun ini layak dan menarik untuk dikaji lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2000, *Ekspor Impor Indonesia 1996-2000*, Biro Pusat Statistik Yogyakarta.
- Aries, R.S., and Newton, R.D., 1995, *Chemical Engineering Cost Estimation*, McGraw Hill Book Co. Inc., New York.
- Brown, G.G., et. All., 1973, *Unit Operation*, 3rd ed., Modern Asia Edition, John Wiley and Sons Inc., Tokyo.
- Brownell, E.L., and Young, E.H., 1977, *Process Equipment Design*, Wiley Eastern Ltd., New Delhi.
- Coulson, J.M., and Richardson, J.F., 1983, *Chemical Engineering*, 1st ed., Vol. 6, Pergamon Press, New York.
- Evans, Frank L., Jr., 1974, *Equipment Design Handbook for Refiners and Chemical Plant*, Vol. 2, Gulf Publishing Co., Houston, Texas.
- Faith, W.L., Keyes D.B., and Clark, R.L., 1957, *Industrial Chemical*, 4th ed., John Wiley and Sons Inc., Toronto.
- Foust, A.S., et., all., 1980, *Principles of Unit Operation*, 2nd ed., John Wiley and Sons Inc., New York.
- Kern, D.Q., 1965, *Process Heat Transfer*, International Student Edition, McGraw Hill Book Co., Inc., Tokyo.
- Ketta, R.E., and Othmer, D.F., 1976, *Encyclopedia of Chemical Processing and Design*, 3rd ed., Vol. 1, 3, 4, 5, Marcell Dekker Inc., New York.



- Levenspiel, O., 1962, *Chemical Reaction Engineering*, 2nd ed., John Wiley and Sons Inc., New York.
- Perry, R.H., and Green, D.W., 1983, *Perry's Chemical Engineering Handbook*, 6th ed., Mc Graw Hill International Book Co., Singapore.
- Peters, M.S., and Klaus D. Timmerhaus, 1978, *Plant Design and Economic for Chemical Engineering*, 3rd ed., New York.
- Rase, H.F., 1977, *Chemical Reactor Design for Process Plant*, Vol. 1, John Wiley and Sons inc., New York.
- Smith, J.M., and H.C. Van Ness, 1975, *Introduction of Chemical Engineering Thermodynamic*, 3rd ed., Mc Graw Hill International Book Co., Singapore.
- Treyball, R.L., 1980, *Mass Transfer Operation*, 3rd ed., Mc Graw Hill International Book Co., Kogakusya, Tokyo.
- Ulrich, G.D., 1984, *A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics*, John Wiley and Sons, inc., New York.
- Viessman, W., Jr., and Hammer M.J., 1993, *Water Supplay and Pollution Control*, 5th edition, Harper Collins College .
- Vilbrant and Dryden, 1949, *Chemical Engineering Plant Design*, 4th ed., Mc Graw Hill International Book Co., Kogakusya, Tokyo.



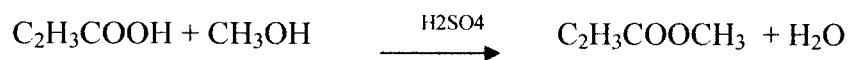
LAMPIRAN

REAKTOR

Fungsi : Tempat berlangsungnya reaksi esterifikasi antara Asam Akrilat dan Metanol membentuk Metil Akrilat dengan bantuan katalisator asam sulfat

Jenis : Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB)

Reaksi yang terjadi :



Kondisi operasi :

Tekanan : 1 atm

Temperatur : 55°C

Asumsi :

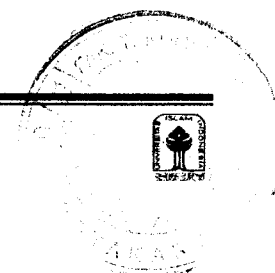
1. Pengadukan sempurna sehingga komposisi zat yang keluar reaktor sama dengan komposisi zat didalam reaktor.
2. Reaksi berlangsung isothermal.

NERACA MASSA

Komponen	Masuk	Keluar
C ₂ H ₃ COOH	6636,2523	331,8127
C ₂ H ₃ COOCH ₃	45,4546	7575,7608
CH ₃ OH	5898,8909	3096,9152
H ₂ SO ₄	331,8126	331,8126
H ₂ O	219,9936	1796,1042
TOTAL	13132,4016	13132,4016

KECEPATAN VOLUMETRIK

Komponen	Massa, kg/j	Densitas(ρ), kg/lit	FV (m/ ρ), lt/j
C ₂ H ₃ COOH	6636,2523	1,062	6248,8251
C ₂ H ₃ COOCH ₃	45,4546	1,015	44,7829
CH ₃ OH	5898,8909	0,792	7448,0946
H ₂ SO ₄	331,8126	1,840	180,3329
H ₂ O	219,9936	1	219,9936
TOTAL	13132,4016		14142,0291



Konsentrasi masing-masing bahan C_2H_3COOH dan CH_3OH

$$\text{Mol } C_2H_3COOH = \frac{6636,2523 \text{ kg / j}}{72 \text{ kg / kmol}} = 92,1702 \text{ kmol / j}$$

$$\text{Mol } CH_3OH = \frac{5898,8909 \text{ kg / j}}{32 \text{ kg / kmol}} = 184,3403 \text{ kmol / j}$$

C_{AO} = mol C_2H_3COOH mula-mula

C_{BO} = mol CH_3OH mula-mula

$$\begin{aligned} C_{AO} &= \frac{\text{mol } C_2H_3COOH}{FV} \\ &= \frac{92,1702 \text{ kmol / j}}{14142,0291 \text{ lt / j}} \\ &= 0,006517466 \text{ kmol/lt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{BO} &= \frac{\text{mol } CH_3OH}{FV} \\ &= \frac{184,3403 \text{ kmol / j}}{14142,0291 \text{ lt / j}} \\ &= 0,013034925 \text{ kmol/lt} \end{aligned}$$

MENENTUKAN KONSTANTAN KECEPATAN REAKSI (k)

Rinput – Routput – Rreaksi = Accumulasi

$$0 - 0 - (-r_A)V = \frac{dC_A}{dt}V$$

V = konstan, maka :

$$-\frac{dC_A}{dt} = r_A$$

$$\text{Bila } r_A = k \cdot C_A \cdot C_B$$

$$\begin{aligned} \text{Dimana : } C_A &= C_{A0} - C_{A0} \cdot X_A \\ &= C_{A0} (1 - X_A) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_B &= C_{B0} - C_{A0} \cdot X_A \\ &= C_{A0} \left(\frac{C_{B0}}{C_{A0}} - X_A \right) \\ &= C_{A0} (M - X_A) \end{aligned}$$

$$\text{Dimana } M = \frac{C_{B0}}{C_{A0}}$$

$$-\frac{dC_A}{dt} = k \cdot C_A \cdot C_B$$

$$\frac{C_{A0} \cdot dX_A}{dt} = k \cdot C_{A0} (1 - X_A) \cdot C_{A0} (M - X_A)$$

$$\frac{C_{A0} \cdot dX_A}{dt} = k \cdot C_{A0}^2 (1 - X_A) \cdot (M - X_A)$$

$$\frac{dX_A}{dt} = k \cdot C_{A0} (1 - X_A) \cdot (M - X_A)$$

$$\frac{dX_A}{(1 - X_A)(M - X_A)} = k \cdot C_{A0} dt$$

$$\frac{dX_A}{(1 - X_A)(M - X_A)} = \frac{1}{(1 - X_A)(M - X_A)} dX_A$$

$$= \frac{A}{(1 - X_A)} + \frac{B}{(M - X_A)} dX_A$$

$$\frac{1}{(1 - X_A)(M - X_A)} = A(M - X_A) + B(1 - X_A)$$

$$1 = AM - AX_A + B - BX_A$$

$$1 = AM + B - (A + B)X_A$$

$$AM + B = 1$$

$$A + B = 0 \quad \rightarrow \quad B = -A$$

Maka : $AM + B = 1$

$$AM - A = 1$$

$$A(M - 1) = 1$$

$$A = \frac{1}{(M - 1)}$$

$$B = -\frac{1}{(M - 1)}$$

Maka :

$$\int \frac{dX_A}{(1 - X_A)(M - X_A)} = \int k.C_{A0}.dt$$

$$\int \frac{A}{(1 - X_A)} + \frac{B}{(M - X_A)} dX_A = \int k.C_{A0}.dt$$



$$\int \frac{1}{(M-1)} \cdot \frac{dX_A}{(1-X_A)} + \int -\frac{1}{(M-1)} \cdot \frac{dX_A}{(M-X_A)} = \int k \cdot C_{A0} dt$$

$$\frac{1}{(M-1)} \int \frac{dX_A}{(1-X_A)} - \frac{1}{(M-1)} \int \frac{dX_A}{(M-X_A)} = k \cdot C_{A0} \int dt$$

$$-\frac{1}{(M-1)} \ln(1-X_A) \Big|_0^{X_A} + \frac{1}{(M-1)} \ln(M-X_A) \Big|_0^{X_A} = k \cdot C_{A0} t$$

$$-\frac{1}{(M-1)} \{ \ln(1-X_A) + \ln(1-0) \} - \frac{1}{(M-1)} \{ \ln(M-X_A) - \ln(M-0) \} = k \cdot C_{A0} t$$

$$-\frac{1}{(M-1)} \ln(1-X_A) + \frac{1}{(M-1)} \{ \ln(M-X_A) - \ln M \} = k \cdot C_{A0} t$$

$$\frac{1}{(M-1)} \{ -\ln(1-X_A) + \ln(M-X_A) - \ln M \} = k \cdot C_{A0} t$$

$$\frac{1}{(M-1)} \{ \ln(M-X_A) - \ln(1-X_A) - \ln M \} = k \cdot C_{A0} t$$

$$\frac{1}{(M-1)} \left\{ \ln \frac{(M-X_A)}{(1-X_A)M} \right\} = k \cdot C_{A0} t$$

$$k = \frac{\frac{1}{(M-1)} \ln \frac{(M-X_A)}{(1-X_A)M}}{C_{A0} t}$$

Diketahui : $C_{B0} = 0,013034925 \text{ kmol/lit}$

$C_{A0} = 0,006517466 \text{ kmol/lit}$

$X_A = 95\% = 0,95$



Rasio perbandingan mol C_2H_3COOH dan CH_3OH

$$M = \frac{C_{Bo}}{C_{Ao}}$$

$$= \frac{0,013034925}{0,006517466}$$

$$= 1,999998926$$

$t = 1$ jam (Groggins, 1985)

$$k = \frac{1}{C_{Ao} \cdot t} \ln \frac{(M - X_A)}{(1 - X_A)M}$$

$$= \frac{1}{(1,999998926 - 1) \ln \frac{(1,999998926 - 0,95)}{(1 - X_A)M}} \cdot 0,006517466$$

$$= 360,8113 \text{ lt/kg.mol.jam}$$

MENENTUKAN JUMLAH REAKTOR

Data :

$$C_{Ao} = 0,006517466 \text{ kmol/lt}$$

$$F_V = 14142,0291 \text{ lt/jam}$$

$$k = 360,8113 \text{ lt/kgmol.jam}$$

$$M = 1,999998926$$

Reaktor yang digunakan RATB.

Naraca massa komponen A :

R input – R output – R reaksi = Accumulasi

$$F_V C_{Ai-1} - F_V C_{Ai} - r_A V = 0$$

$$F_V (C_{Ai-1} - C_{Ai}) = r_A V$$

$$\frac{(C_{Ai-1} - C_{Ai})}{r_A} = \frac{V}{F_V}$$

Dimana : $\frac{V}{F_V} = \theta$

$$\theta = \frac{(C_{Ai-1} - C_{Ai})}{r_A}$$

$$= \frac{C_{AO}(1 - X_{Ai-1}) - C_{AO}(1 - X_{Ai})}{r_A}$$

$$r_A$$

$$= \frac{(C_{AO} - C_{AO} X_{Ai-1}) - (C_{AO} - C_{AO} X_{Ai})}{r_A}$$

$$r_A$$

$$= \frac{C_{AO} X_{Ai} - C_{AO} X_{Ai-1}}{r_A}$$

$$r_A$$

$$= \frac{C_{AO} (X_{Ai} - X_{Ai-1})}{r_A}$$

$$r_A$$

$$= \frac{C_{AO} (X_{Ai} - X_{Ai-1})}{r_A}$$

$$k \cdot C_{AO}^2 ((1 - X_{Ai})(m - X_{Ai}))$$

$$\theta = \frac{(X_{Ai} - X_{Ai-1})}{k(X_{Ai}^2 - (M+1)X_{Ai} + M)C_{AO}}$$

Dengan cara excel (trial) diperoleh :

- Untuk 1 Reaktor :

$$\begin{aligned} V &= 108840,4917 \text{ lt} \times 0,2642 \text{ galon/lt} \\ &= 28755,6579 \text{ galon} \end{aligned}$$

$$\theta = 7,6956 \text{ jam}$$

- Untuk 2 Reaktor :

$$\begin{aligned} V &= 18577,2859 \text{ lt} \times 0,2642 \text{ galon/lt} \\ &= 4908,1189 \text{ galon} \end{aligned}$$

$$\theta = 1,3135 \text{ jam}$$

- Untuk 3 Reaktor :

$$\begin{aligned} V &= 12910,1155 \text{ lt} \times 0,2642 \text{ galon/lt} \\ &= 3410,8525 \text{ galon} \end{aligned}$$

$$\theta = 0,9128 \text{ jam}$$

- Untuk 4 Reaktor :

$$\begin{aligned} V &= 11275,5231 \text{ lt} \times 0,2642 \text{ galon/lt} \\ &= 2978,9932 \text{ galon} \end{aligned}$$

$$\theta = 0,7972 \text{ jam}$$

MENENTUKAN HARGA REAKTOR

Kondisi operasi = 1 atm

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

$$= 14,7 \text{ Psi}$$

Dipilih bahan stainless steel 50 psi untuk reaktor (Aries Newton)

Basis harga reaktor pada volume 3000 gallon = \$ 70.000 (Aries Newton, Fig.42 ; p62)

Menghitung harga reaktor :

(Brownell and Young table 1-2 p.17)

$$\text{Cost A} = \text{Cost B} \left(\frac{\text{size A}}{\text{size B}} \right)^{0,6}$$

1 RATB ; V1 = 28755,6579 galon

$$\text{Cost A} = \$ 70.000 \left(\frac{28755,6579 \text{ gallon}}{3000 \text{ gallon}} \right)^{0,6}$$

$$= \$ 271681,0031$$

2 RATB ; V2 = 4908,1189 galon

$$\text{Cost A} = \$ 70.000 \left(\frac{4908,1189 \text{ gallon}}{3000 \text{ gallon}} \right)^{0,6}$$

$$= \$ 94053,3637$$

Untuk 2 reaktor = 2 x \$ 94053,3637
= \$ 188106,7274

3 RATB ; V3 = 3410,8525 galon

$$\text{Cost A} = \$ 70.000 \left(\frac{3410,8525 \text{ gallon}}{3000 \text{ gallon}} \right)^{0,6}$$

$$= \$ 75603,7001$$

$$\begin{aligned} \text{Untuk 3 reaktor} &= 3 \times \$ 75603,7001 \\ &= \$ 226811,1002 \end{aligned}$$

4 RATB ; V4 = 2978,9932 galon

$$\text{Cost A} = \$ 70.000 \left(\frac{2978,9932 \text{ gallon}}{3000 \text{ gallon}} \right)^{0,6}$$

$$= \$ 69705,4916$$

$$\begin{aligned} \text{Untuk 4 reaktor} &= 4 \times \$ 69705,4916 \\ &= \$ 278821,9663 \end{aligned}$$

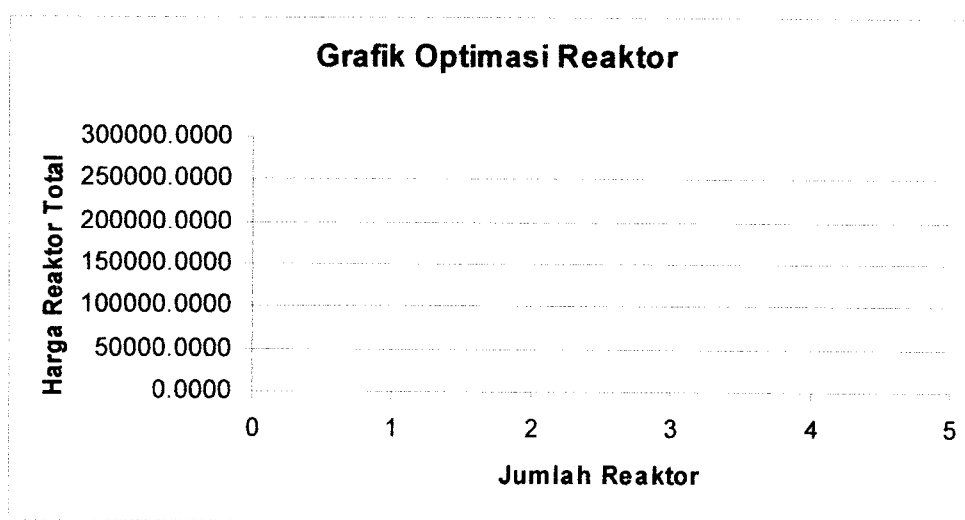
Penentuan pemakaian jumlah RATB :

Jumlah Reaktor	Konversi masing-masing reaktor	Volume Reaktor (gallon)	Harga / unit (Dollar)	Harga total (Dollar)	θ (jam)
1	XA = 0,95	28755,6579	271681,0031	271681,0031	7,6956
2	XA1 = 0,7968 XA2 = 0,95	V1=V2 4908,1189	94053,3637	188106,7274	1,3135
3	XA1 = 0,6184 XA2 = 0,6814 XA3 = 0,95	V1=V2=V3 3410,8525	75603,7001	226811,1002	0,9128
4	XA1 = 0,4950 XA2 = 0,5313 XA3 = 0,5997 XA4 = 0,95	V1=V2=V3=V4 2978,9932	69705,4916	278821,9663	0,7972



Maka ditetapkan digunakan Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) sebanyak 2 buah disusun seri karena dari hasil optimasi memakai 2 buah reaktor didapat harga reaktor yang paling murah

Dengan data diatas dapat dibuat grafik untuk mempermudah analisis hasil hitungan



Gambar 1. Grafik hubungan antara jumlah reaktor dan harga reaktor

DIMENSI REAKTOR

$$\begin{aligned}\text{Volume reactor} &= 4908,1189 \text{ gallon} \times \frac{1}{0,2642} \text{ lt/gallon} \\ &= 18577,2859 \text{ lt} \\ &= 655,9776 \text{ ft}^3\end{aligned}$$

Over design 20%, jadi :

$$\begin{aligned}\text{Volume reactor} &= 1,2 \times 18577,2859 \text{ lt} \\ &= 22292,7431 \text{ lt} \\ &= 787,1731 \text{ ft}^3\end{aligned}$$

Dipilih tangki silinder, dengan $H = 1,5 \times D$ (Rase, H. F., p.342, table 2.3)

Volume head, $V_H = 0,0847 D^3$ ($D = \text{ft}$; $V = \text{ft}^3$) (Brownell&Young, p.88)

$$V_R = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot H + 2 \cdot V_H$$

$$V_R = \frac{\pi}{4} D^2 (1,5 \times D) + 2 \times 0,0847 D^3$$

$$787,1731 \text{ ft}^3 = 1,1775 D^3 + 0,1694 D^3$$

$$D^3 = 584,4332 \text{ ft}^3$$

$$D = 8,3608 \text{ ft}$$

$$= 2,5490 \text{ m}$$

$$= 100,3546 \text{ in}$$

Maka : $H = 1,5 \times 8,3608 \text{ ft}$

$$H = 12,5412 \text{ ft} = 150,5329 \text{ in} = 3,8235 \text{ m}$$



$$V_H = 0,0847 \times (584,4332 \text{ ft})^3$$

$$\begin{aligned} V_H &= 49,5015 \text{ ft}^3 = 85538,6048 \text{ in}^3 \\ &= 1,4017 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume cairan dalam shell, } V_c &= 655,9776 \text{ ft}^3 - 46,4523 \text{ ft}^3 \\ &= 609,5253 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tinggi cairan dalam shell, } L &= \frac{4 \cdot V_c}{\pi \cdot D^2} \\ &= \frac{4 \times 609,5253}{\pi (8,3608)^2} \\ &= 11,1078 \text{ ft} = 133,2931 \text{ in} \\ &= 3,3856 \text{ m} \end{aligned}$$

- Menghitung Tebal Dinding Reaktor (Shell)

Dipilih dinding dengan jenis Stainless Steel SA 285, Grade C

$$t_s = \frac{P \cdot r}{f \cdot E - 0,6 \cdot P} + C \quad (\text{Brownel \& Young, p.254, 1959})$$

Dimana : t_s = tebal dinding reaktor minimum, in

P = tekanan design, psi

r = jari-jari reaktor, in = 50,1773 in

f = tekanan maksimum yang diijinkan = 13750 psi

E = efisiensi penyambungan = 0,85

C = faktor korosi = 0,125 in

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

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

$$P_{\text{hidrostatik}} = L_{\text{cairan}} + \rho_{\text{cairan}}$$

$$= 133,2931 \text{ in} \times 0,0452 \text{ lb/in}^3$$

$$= 6,0249 \text{ psi}$$

$$P_{\text{design}} = 14,7 + 6,0249$$

$$= 20,7249 \text{ psi}$$

$$t_s = \frac{20,7249 \times 50,1773}{13750 \times 0,85 - 0,6 \times 20,7249} + 0,125$$

$$= 0,2141 \text{ in}$$

Dipilih tebal standar $\frac{1}{4}$ in

$$OD = ID + 2 t_s$$

$$= 100,3546 + (2 \times 0,25)$$

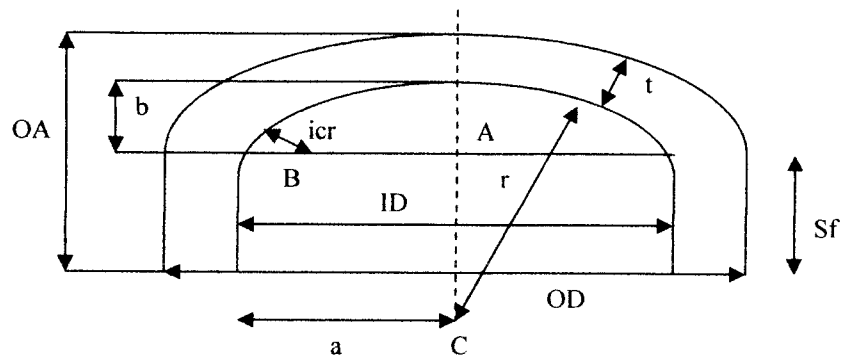
$$= 100,8546 \text{ in}$$

Standarisasi dari table 5.7 Brownell&Young, hal.90, didapat :

$$OD = 102 \text{ in} ; i_{cr} = 6,125 \text{ in} ; r = 96 \text{ in}$$



- Menghitung Ukuran Head



Keterangan Gambar :

ID = diameter dalam head

OD = diameter luar head

a = jari-jari dalam head

th = tebal head

r = jari-jari luar dish

icr = jari-jari dalam sudut dish

b = tinggi head

sf = straight flange

OA = tinggi head total

Untuk menghitung tebal head digunakan persamaan

$$th = \frac{0,885.P.r}{f.E - 0,1.P} + C$$

$$= \frac{0,885 \times 20,7249 \times 96}{13750 \times 0,85 - 0,1 \times 20,7249} + 0,125$$

$$= 0,2757 \text{ in}$$

$$= \text{dipakai ukuran standart } 5/16 \text{ in}$$

$$\text{OD} = \text{ID} + 2 t_H$$

$$= 100,3546 + (2 \times 0,3125)$$

$$= 100,9796 \text{ in}$$

Standarisasi dari table 5.7 Brownell&Young, hal.91, didapat :

$$\text{OD} = 102 \text{ in} ; \text{icr} = 6,125 \text{ in} ; r = 96 \text{ in}$$

$$a = 0,5 \times \text{ID}$$

$$= 0,5 \times 100,3546 \text{ in} = 50,1773 \text{ in}$$

$$= 4,1815 \text{ ft} = 1,2748 \text{ m}$$

$$\text{AB} = a - \text{icr}$$

$$= 50,1773 - 6,125 = 44,0523 \text{ in}$$

$$= 3,6710 \text{ ft} = 1,1192 \text{ m}$$

$$\text{BC} = r - \text{icr}$$

$$= 96 - 6,125 = 89,875 \text{ in}$$

$$= 7,0399 \text{ ft} = 2,1463 \text{ m}$$

$$\text{AC} = \sqrt{(\text{BC})^2 - (\text{AB})^2}$$

$$= \sqrt{(89,875)^2 - (44,0523)^2}$$

$$= 78,3384 \text{ in}$$



$$= 1,9898 \text{ m} = 6,5265 \text{ ft}$$

$$b = r - AC$$

$$= 96 - 78,3384 = 17,6616 \text{ in}$$

$$= 0,4486 \text{ m}$$

Dari table 5.8 Brownell & Young, hal.93, didapat $sf = 3 \text{ in}$

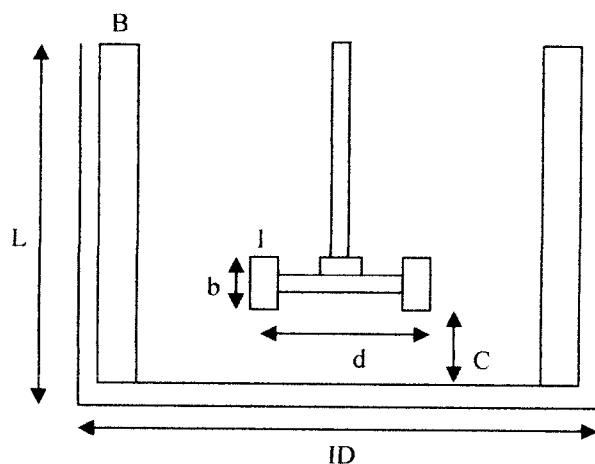
$$OA = t_H + b + sf$$

$$= 0,3125 + 17,6616 + 3 = 20,9741 \text{ in}$$

$$= 0,5327 \text{ m}$$

Jadi tinggi head total = 0.5327 m

- Menghitung Ukuran dan Power Pengaduk



Keterangan :

- ID = diameter dalam reaktor
 D = diameter pengaduk
 l = panjang sudu pengaduk
 b = lebar sudu pengaduk
 C = jarak pengaduk dengan dasar tangki
 B = lebar baffle
 L = tinggi cairan

Digunakan pengaduk jenis turbin dengan 6 sudu (six Blades Turbine), karena turbin memiliki range volume yang besar dan dapat digunakan untuk kecepatan putaran yang cukup tinggi.

Data pengaduk diperoleh dari Brown "Unit Operation " hal. 507.

Ukuran pengaduk :

- ◆ Diameter pengaduk (d)

$$\begin{aligned}d &= \frac{ID}{3} \\ &= \frac{2,5490}{3} \\ &= 0,8497 \text{ m} \\ &= 2,7869 \text{ ft} = 33,4429 \text{ in}\end{aligned}$$

- ◆ Lebar sudu pengaduk (b)

$$\begin{aligned}b &= \frac{d}{5} \\ &= \frac{0,8497}{5} \\ &= 0,1699 \text{ m}\end{aligned}$$

- ◆ Panjang sudu pengaduk (l)

$$\begin{aligned}l &= \frac{d}{4} \\ &= \frac{0,8497}{4} \\ &= 0,2124 \text{ m}\end{aligned}$$

- ◆ Lebar baffle (w)

$$\begin{aligned}w &= 0,1 \times ID \\ &= 0,1 \times 2,5490 \text{ m} \\ &= 0,2549\end{aligned}$$

- ◆ Jarak pengaduk dengan dasar tangki (c)

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

$$Z_i = 1 \times d$$

$$= 1 \times 0,8497$$

$$= 0,8497 \text{ m}$$

- ◆ Kecepatan putar pengaduk (N)

$$N = \frac{600}{\pi \cdot d} \sqrt{\frac{\text{WELH}}{2 \cdot d}} \quad (\text{Rase, H. F., Pers. 8.8, p.345})$$

$$\text{WELH} = Z_L \times S_g$$

Dimana : N = kecepatan putar pengaduk, rpm

d = diameter pengaduk, m

Z_L = tinggi cairan dalam tangki, m

S_g = specific gravity

WELH = Water Equiualent Liquid Height, ft

Kecepatan ujung pengaduk 600-900 rpm (pheriperal speed) (Rase, 1977)

$$\rho_{\text{cairan}} = \frac{\text{Massa}_{\text{total}}}{F_v}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\text{campuran}} (\rho_L) &= \frac{FA_o}{F_v} \\ &= \frac{13132,4016}{14142,0291} \\ &= 0,9286 \text{ kg/lt} \end{aligned}$$

$$= 928,6 \text{ kg/m}^3$$

$$Sg = \frac{\rho L}{\rho_{air}}$$

$$= \frac{928,6 \text{ kg/m}^3}{1000 \text{ kg/m}^3}$$

$$= 0,9286$$

Zl = tinggi cairan dalam shell (L)

$$= 3,3856 \text{ m}$$

$$WELH = 3,3856 \text{ m} \times 0,9286$$

$$= 3,1439 \text{ m} = 10,3119 \text{ ft}$$

$$\text{Jumlah pengaduk} = \frac{WELH}{ID} = \frac{3,1439}{2,5490} = 1,2334 \text{ buah}$$

$$= 1 \text{ buah pengaduk}$$

Kecepatan putar pengaduk :

$$N = \frac{600 \text{ ft / menit}}{\pi \times 2,7869 \text{ ft}} \sqrt{\frac{10,3119 \text{ ft}}{2 \times 2,7869 \text{ ft}}}$$

$$= 93,2597 \text{ rpm}$$

$$= 1,5543 \text{ rps}$$

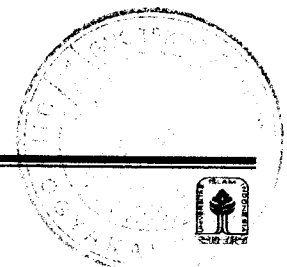
◆ Menghitung Power Pengaduk (P)

$$P = \frac{N_p \cdot \rho \cdot N^3 \cdot d^5}{g_c}$$

(Brown, "Unit Operations" hal.508)

Dimana : P = daya pengaduk, lb.ft/s

Np = power number



N	= kecepatan putar pengaduk	= 1,5543 rps
ρ	= densitas campuran	= 57,9888 lb/ft ³
d	= diameter pengaduk	= 2,7869 ft
g_c	= gravitasi	= 32,17 ft.lbm/s ² .lbf

Komponen	Masuk (Kg/Jam)	Fraksi mol
C ₂ H ₃ COOH	6636,2523	0,5053
C ₂ H ₃ COOCH ₃	45,4546	0,0035
CH ₃ OH	5898,8909	0,4492
H ₂ SO ₄	331,8126	0,0253
H ₂ O	219,9936	0,0168
TOTAL	13132,4016	

$$\begin{aligned}\mu &= 0,4879 \text{ CP} \\ &= 3,2787 \cdot 10^{-4} \text{ lb/s ft}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}N_{Re} &= \frac{N \cdot d^2 \cdot \rho}{\mu} \\ &= \frac{1,5543 \times (2,7869)^2 \times 57,9888}{0,00032787} \\ &= 2135109,039 \text{ lb/ft s}\end{aligned}$$

Dari fig. 477 Brown, hal.507, diperoleh $N_p = 7$



$$P = \frac{7 \times (57,9888 \text{ lbm} / \text{ft}^3) \times (1,5543 \text{ rps})^3 \times (2,7869 \text{ ft})^5}{32,17 \text{ ft} \cdot \text{lbm} / \text{s}^2 \cdot \text{lbf} \cdot (550 \text{ HP})}$$

$$= 14,4824 \text{ Hp}$$

Effisiensi motor penggerak (η) = 86 %

$$\text{Daya penggerak motor} = \frac{P}{\eta}$$

$$= \frac{14,4824}{0.86} = 16,84 \text{ Hp}$$

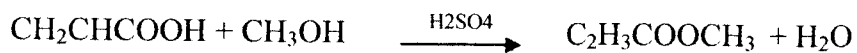
Maka dipakai motor dengan daya = 17 Hp (NEMA)

(P.358, Project Engineering Process Plant)

NERACA MASSA

NERACA MASSA REAKTOR I

$$(X_{A_1} = 0,7968)$$



CH₂CHCOOH

$$\begin{aligned} \text{C}_2\text{H}_3\text{COOH mula-mula} &= 92,1702 \text{ kmol /jam} \times 72 \text{ kg/kmol} \\ &= 6636,2523 \text{ kg /jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{C}_2\text{H}_3\text{COOH bereaksi} &= 92,1702 \times 0,7968 \\ &= 73,4412 \text{ kmol/jam} \times 72 \text{ kg/kgmol} \\ &= 5287,7675 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{C}_2\text{H}_3\text{COOH Sisa} &= (92,1702 - 73,4412) \text{ kmol/jam} \times 72 \text{ kg/kmol} \\ &= 1348,4848 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

CH₃OH

$$\begin{aligned} \text{CH}_3\text{OH mula-mula} &= 184,3403 \text{ kmol/jam} \times 32 \text{ kg/kmol} \\ &= 5898,8909 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{CH}_3\text{OH bereaksi} &= 1 \times 73,4412 \text{ kmol/jam} \\ &= 73,4412 \text{ kmol/jam} \times 32 \text{ kg/kgmol} \\ &= 2350,1184 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$\text{CH}_3\text{OH sisa} = (184,3403 - 73,4412)$$

$$= 110,8991 \text{ kmol/jam} \times 32 \text{ kg/kmol}$$

$$= 3548,7712 \text{ kg/jam}$$



$$\text{C}_2\text{H}_3\text{COOCH}_3 = 73,4412 \text{ kmol/jam} \times 86 \text{ kg/kmol}$$

$$= 6315,9432 \text{ kg/jam} + 45,4546 \text{ kg/jam (penambah dari recycle)}$$

$$= 6361,3978 \text{ kg/jam}$$



$$\text{H}_2\text{O} = 73,4412 \text{ kmol/jam} \times 18 \text{ kg/kmol}$$

$$= 1321,9416 \text{ kg/jam} + 219,9936 \text{ kg/jam}$$

$$= 1541,9352 \text{ kg/jam}$$

$$\text{H}_2\text{SO}_4 = 331,8126 \text{ kg/jam}$$

Komponen	Masuk Reaktor(kg/jam)		Keluar Reaktor(kg/jam)
	Umpan Segar	Recycle dari Menara Distilasi I	
C ₂ H ₃ COOH	6636,2523		1348,4848
C ₂ H ₃ COOCH ₃		45,4546	6361,3978
CH ₃ OH	4096,4863	1802,4046	3548,7712
H ₂ SO ₄	331,8126		331,8126
H ₂ O	219,9936		1541,9352
TOTAL	11284,5448	1847,8592	13132,4016

NERACA MASSA REAKTOR II

C₂H₃COOH

$$\text{C}_2\text{H}_3\text{COOH mula-mula} = 18,7290 \text{ kmol/jam} \times 72 \text{ kg/kmol}$$

$$= 1348,4880 \text{ kg/jam}$$

$$\text{C}_2\text{H}_3\text{COOH bereaksi} = 18,7290 - \left(\frac{5}{100} \times 92,1702 \right)$$

$$= 14,1205 \text{ kmol/jam} \times 72 \text{ kg/kmol}$$

$$= 1016,6753 \text{ kg/jam}$$

$$\text{C}_2\text{H}_3\text{COOH Sisa} = \frac{5}{100} \times 92,1702 \text{ kg/kmol}$$

$$= 4,6085 \text{ kmol/jam} \times 72 \text{ kg/kmol}$$

$$= 331,8127 \text{ kg/jam}$$

CH₃OH

$$\text{CH}_3\text{OH mula-mula} = 110,8991 \text{ kmol/jam} \times 32 \text{ kg/kmol}$$

$$= 3548,7712 \text{ kg/jam}$$

$$\text{CH}_3\text{OH bereaksi} = 1 \times 14,1205 \text{ kmol/jam}$$

$$= 14,1205 \text{ kmol/jam} \times 32 \text{ kg/kgmol}$$

$$= 451,8560 \text{ kg/jam}$$

$$\text{CH}_3\text{OH sisa} = (110,8991 - 14,1205)$$

$$= 96,7786 \text{ kmol/jam} \times 32 \text{ kg/kgmol}$$

$$= 3096,9152 \text{ kg/jam}$$

C₂H₃COOCH₃

$$\begin{aligned} \text{C}_2\text{H}_3\text{COOCH}_3 &= 14,1205 \text{ kmol/jam} \times 86 \text{ kg/kgmol} \\ &= 1214,3630 \text{ kg/jam} + 6361,3978 \text{ kg/jam} \\ &= 7575,7608 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

H₂O

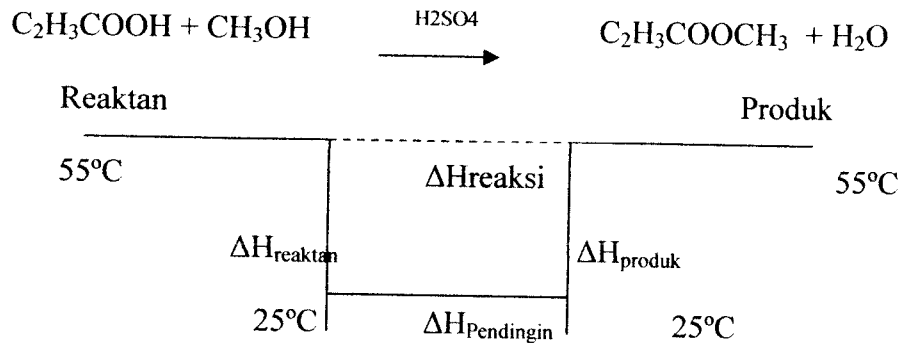
$$\begin{aligned} \text{H}_2\text{O} &= 14,1205 \text{ kmol/jam} \times 18 \text{ kg/kgmol} \\ &= 254,169 \text{ kg/jam} + 1541,9352 \text{ kg/jam} \\ &= 1796,1042 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$\text{H}_2\text{SO}_4 = 331,8126 \text{ kg/jam}$$

Komponen	Masuk	Keluar
C ₂ H ₃ COOH	1348,4848	331,8127
C ₂ H ₃ COOCH ₃	6361,3978	7575,7608
CH ₃ OH	3548,7712	3096,9152
H ₂ SO ₄	331,8126	331,8126
H ₂ O	1541,9352	1796,1042
TOTAL	13132,4016	13132,4016

NERACA PANAS

REAKTOR I



Data panas pembentukkan dari John A. Dean, 13ed “ Lange’s handbook of chemistry”

Komponen	ΔH_f	Cp
C ₂ H ₃ COOH	-91,38	9,4258
C ₂ H ₃ COOCH ₃	-86,24	21,8147
CH ₃ OH	-56,93	12,9917
H ₂ O	-68,05	21,3447

$$\Delta H_f = \sum \Delta H_f \text{ product} - \sum \Delta H_f \text{ reaktan}$$

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

$$= (-86,24 - 68,05) - (-91,38 - 56,93)$$

$$= -5,98 \text{ kcal/gmol} \times 1000 \text{ gmol/kmol}$$

$$= 5980 \text{ kcal/kmol}$$

PANAS MASUK REAKTOR I



Komponen	m_1 (kmol/jam)	C_p (kkal/kmol°C)	$m.C_p$
$C_4H_6O_2$	90,9076	9,4258	856,8769
$C_5H_8O_2$	0,5285	21,8147	11,5291
CH_3OH	184,3403	12,9917	2394,8939
H_2SO_4	3,3858	14,5005	49,0958
H_2O	12,2219	21,3447	260,8728
Total	291,3842		3573,2684

$$\begin{aligned}\Delta H_{reaktan} &= 3573.2684 \times (25-55) \\ &= -107198.0515 \text{ kcal/jam}\end{aligned}$$

PANAS KELUAR REAKTOR I

Komponen	m_1 (kmol/jam)	C_p (kkal/kmol°C)	$m.C_p$
$C_4H_6O_2$	18,7290	9,4258	176,5358
$C_5H_8O_2$	73,9697	21,8147	1613,6268
CH_3OH	110,8991	12,9917	1440,7678
H_2SO_4	3.,3858	14,5005	49,0958
H_2O	85,6631	21,3447	1828,4532
Total	292,6467		5108,4794

$$\begin{aligned}\Delta H_{produk} &= 5108,4794 \times (55 -25) \\ &= 153254,3827 \text{ kcal/jam}\end{aligned}$$

Asam akrilat yang bereaksi = 73,4412 kmol/jam

$$\Delta H_{reaksi} = -5980 \text{ kcal/kmol} \times 73,4412 \text{ kmol/jam}$$

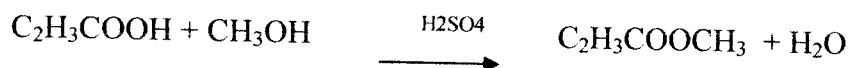


$$= -439178,3760 \text{ kcal/jam}$$

$$\Delta H_{\text{pendingin}} = \Delta H_{\text{reaksi}} + \Delta H_{\text{produk}} - \Delta H_{\text{reaktan}}$$

$$= 485234,7072 \text{ kcal/jam}$$

REAKTOR II



Reaktan			Produk	
55°C	$\Delta H_{\text{reaktan}}$	ΔH_{reaksi}	ΔH_{produk}	55°C
25°C				$\Delta H_{\text{pendingin}}$

Data panas pembentukkan dari John A. Dean, 13ed “ Lange’s handbook of chemistry”

Komponen	ΔH_f	C_p
$\text{C}_2\text{H}_3\text{COOH}$	-91,38	9,4258
$\text{C}_2\text{H}_3\text{COOCH}_3$	-86,24	21,8147
CH_3OH	-56,93	12,9917
H_2O	-68,05	21,3447

$$\Delta H_f = \sum \Delta H_f \text{ product} - \sum \Delta H_f \text{ reaktan}$$

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

$$= (-86,24 - 68,05) - (-91,38 - 56,93)$$

$$= -5,98 \text{ kcal/gmol} \times 1000 \text{ gmol/kmol}$$

$$= - 5980 \text{ kcal/kmol}$$

PANAS MASUK REAKTOR I

Komponen	m_1 (gmol/jam)	C_p (kkal/gmol°C)	$m.C_p$
$C_4H_6O_2$	18,7290	9,4258	176,5358
$C_5H_8O_2$	73,9697	21,8147	1613,6268
CH_3OH	110,8991	12,9917	1440,7678
H_2SO_4	3,3858	14,5005	49,0958
H_2O	85,6631	21,3447	1828,4532
Total	292,6467		5108,4794

$$\Delta H_{reaktan} = 5108,4794 \times (25 - 55)$$

$$= -153254,3827 \text{ kcal/jam}$$

PANAS KELUAR REAKTOR II

Komponen	m_1 (kmol/jam)	C_p (kkal/kmol°C)	$m.C_p$
$C_4H_6O_2$	4,6085	9,4258	43,4389
$C_5H_8O_2$	88,0902	21,8147	1921,6622
CH_3OH	96,7786	12,9917	1257,3185
H_2SO_4	3,3858	14,5005	49,0964
H_2O	99,7836	21,3447	2129,8503
Total	292,6468		5401,3663

$$\Delta H_{produk} = 5401,3663 \times (55 - 25)$$

$$= 162040,9901 \text{ kcal/jam}$$

$$\text{Asam akrilat yang bereaksi} = 14,1205 \text{ kmol/jam}$$

$$\Delta H_{reaksi} = -5980 \text{ kcal/kmol} \times 14,1205 \text{ kmol/jam}$$

$$= -84440,59 \text{ kcal/jam}$$

$$\begin{aligned}\Delta H_{\text{pendingin}} &= \Delta H_{\text{reaksi}} + \Delta H_{\text{produk}} - \Delta H_{\text{reaktan}} \\ &= 93227,1974\end{aligned}$$

PERANCANGAN KOIL PENDINGIN

- Menghitung Koefisien Transfer Panas

Nilai koefisien perpindahan panas pada RATB dengan baffle dan didinginkan dengan koil dipakai persamaan pada eq. 20.4 Kern, p.722

$$h_c = \frac{0,87.k}{Dt} \left[\frac{L^2 . N . \rho}{\mu} \right]^{2/3} \left[\frac{C_p . \mu}{k} \right]^{1/3} \left[\frac{\mu}{\mu_w} \right]^{0,14}$$

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

h_c = koefisien transfer panas cairan, Btu/jam.ft².°F

Dt = diameter reaktor = 8,3608 ft

k = konduktivitas panas, Btu/jam.ft.°F

C_p = kapasitas panas larutan, btu/lb.°F

L = diameter putar pengaduk = 2,7869 ft

N = kecepatan putar pengaduk = 1,5543 rps

= 5595,48 rph

ρ = densitas campuran = 57,9888 lb/ft³

μ = viskositas campuran = 3,2787 .10⁻⁴ lb/s ft

= 1,1802 lb/jam.ft

μ_w = viskositas air

C_p = $\Sigma C_{pi} . X_i$

= 0,3120 btu/lb°F

$$k = \Sigma k_i \cdot X_i$$

$$= 0,1378 \text{ Btu/jam.ft.}^{\circ}\text{F}$$

$$\left[\frac{L^2 \cdot N \cdot \rho}{\mu} \right]^{2/3} = \left[\frac{(2,7869 \text{ ft})^2 \times 5595,48 \text{ r/jam} \times 57,9888 \text{ lb/ft}^3}{1,1802 \text{ lb/jam.ft}} \right]^{2/3} = 16663,0914$$

$$\left[\frac{C_p \cdot \mu}{k} \right]^{1/3} = \left[\frac{0,3120 \text{ Btu/lb.}^{\circ}\text{F} \times 1,1802 \text{ lb/jam.ft}}{0,1378 \text{ Btu/jam.ft.}^{\circ}\text{F}} \right]^{1/3} = 1,3831$$

$$h_c = \frac{0,87 \times 0,1378 \text{ Btu/jam.ft.}^{\circ}\text{F}}{8,3608 \text{ ft}} \times 16663,0914 \times 1,3831$$

$$= 330.4763 \text{ Btu/jam.ft}^2 \cdot ^{\circ}\text{F}$$

- Menghitung Kebutuhan Air Pendingin

Sebagai pendingin digunakan air dengan suhu masuk (T_1) = 30 $^{\circ}\text{C}$ (86 $^{\circ}\text{F}$) dan suhu keluar (T_2) = 40 $^{\circ}\text{C}$ (104 $^{\circ}\text{F}$)

$$T_f = \frac{86 + 104}{2} = 95 \text{ }^{\circ}\text{F}$$

Sifat-sifat air pada $T_f = 95 \text{ }^{\circ}\text{F}$ adalah :

$$\rho = 994,032 \text{ kg/m}^3 = 62,0729 \text{ lb/ft}^3$$

$$\mu = 0,8 \text{ cP} = 1,936 \text{ lb/ft.jam}$$

$$C_p = 1 \text{ kkal/kg.}^{\circ}\text{C} = 1 \text{ Btu/lb.}^{\circ}\text{F}$$

$$k = 0,362 \text{ Btu/jam.ft}^2 \cdot ^{\circ}\text{F}$$

- Menghitung Panas yang diambil pendingin



$$\begin{aligned}\Delta H_{\text{pendingin}} &= 485234,7072 \text{ kkal/jam} \\ &= 1926381,793 \text{ btu/jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan air pendingin, } W_t &= \frac{Q_p}{C_p \cdot (T_2 - T_1)} \\ &= \frac{1926381,793 \text{ Btu / jam}}{1 \text{ Btu / lb.}^{\circ} \text{ F} \cdot (104 - 86)^{\circ} \text{ F}} \\ &= 107021,2107 \text{ lb/jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Debit air pendingin, } F_{vp} &= \frac{W_t}{\rho} \\ &= \frac{107021,2107 \text{ lb / jam}}{62,0729 \text{ lb / ft}^3} \\ &= 1724,1213 \text{ ft}^3/\text{jam}\end{aligned}$$

- Menghitung Luas Penampang Aliran (A)

Harga kecepatan untuk cairan dalam pipa = 1,5 – 2,5 m/s (Coulson, p.534)

Dipilih harga kecepatan cairan (v) = 2,5 m/s = 29527,5591 ft/jam

$$A = \frac{F_{vp}}{v} = \frac{\pi}{4} (ID)^2$$

$$\begin{aligned}ID &= \sqrt{\frac{4 \cdot F_{vp}}{\pi \cdot v}} \\ &= \sqrt{\frac{4 \times 1724,1213 \text{ ft}^3 / \text{jam}}{\pi \times 29527,5591 \text{ ft} / \text{jam}}}\end{aligned}$$

$$= 0,2727 \text{ ft}$$

$$= 3,2724 \text{ in}$$

$$= 0,0831 \text{ m}$$

Dipakai koil standar 4 in. Dari table 11, Kern hal.844. Sehingga didapat :

$$\text{OD} = 4,50 \text{ in} = 0,375 \text{ ft}$$

$$\text{ID} = 4,026 \text{ in} = 0,3355 \text{ ft}$$

$$\text{Luas penampang, } A' = 12,7 \text{ in}^2 = 0,0882 \text{ ft}^2$$

$$\text{Luas perpindahan panas/panjang, } A'' = 1,178 \text{ ft}^2/\text{ft}$$

- Menghitung Mass Velocity (V)

$$\begin{aligned} G_t &= \frac{W_t}{A'} \\ &= \frac{107021,2107 \text{ lb} / \text{jam}}{0,0882 \text{ ft}^2} \\ &= 1213392,412 \text{ lb/jam.ft}^2 \\ V &= \frac{G_t}{\rho} \\ &= \frac{1213392,412 \text{ lb} / \text{jam.ft}^2}{62,0729 \text{ lb} / \text{ft}^3} \\ &= 19547,8609 \text{ ft/jam} \\ &= 5,4299 \text{ ft/s} \end{aligned}$$

- Menghitung h_i dan h_{i0}

$$\begin{aligned} \text{Re dalam pipa, } Re_t &= \frac{ID \times G_t}{\mu} \\ &= \frac{0,3355 \text{ ft} \times 1213392,412 \text{ lb} / \text{jam} \cdot \text{ft}^2}{1,1802 \text{ lb} / \text{jam} \cdot \text{ft}} \\ &= 344935,7348 \end{aligned}$$

Untuk $T = 95 \text{ } ^\circ\text{F}$ diperoleh $h_i = 2050 \text{ Btu/jam} \cdot \text{ft}^2 \cdot ^\circ\text{F}$. Dari fig. 25, Kern.

$$\begin{aligned} h_{i_0} &= h_i \times \frac{ID}{OD} \\ &= 2050 \text{ Btu/jam} \cdot \text{ft}^2 \cdot ^\circ\text{F} \times \frac{0,3355 \text{ ft}}{0,375 \text{ ft}} \\ &= 1834,0667 \text{ Btu/jam} \cdot \text{ft}^2 \cdot ^\circ\text{F} \end{aligned}$$

- Menghitung Harga LMTD

$$\text{Suhu reaktor masuk} = 55 \text{ } ^\circ\text{C} = 131 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$\text{Suhu reaktor keluar} = 55 \text{ } ^\circ\text{C} = 131 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$\text{Suhu air masuk} = 30 \text{ } ^\circ\text{C} = 86 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$\text{Suhu air keluar} = 40 \text{ } ^\circ\text{C} = 104 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$\text{LMTD} = \frac{(131 - 104) - (131 - 86)}{\text{Ln} \left(\frac{131 - 104}{131 - 86} \right)} = 35,2371 \text{ } ^\circ\text{F}$$

- Menghitung U_c dan U_d

❖ Clean Overall Coefficient (U_c)

$$U_c = \frac{h_c \times h_{i_0}}{h_c + h_{i_0}}$$

$$= \frac{330,4763 \text{ Btu} / \text{jam} \cdot \text{ft}^2 \cdot ^\circ \text{F} \times 1834,0667 \text{ Btu} / \text{jam} \cdot \text{ft}^2 \cdot ^\circ \text{F}}{(330,4763 + 1834,0667) \text{ Btu} / \text{jam} \cdot \text{ft}^2 \cdot ^\circ \text{F}}$$

$$= 280,0201 \text{ Btu} / \text{jam} \cdot \text{ft}^2 \cdot ^\circ \text{F}$$

❖ Dirty Overall Coefficient (Ud)

Dari table 12 Kern diambil Rd min = 0,001 jam.ft².°F/Btu

$$hd = \frac{1}{Rd \text{ min}} = \frac{1}{0,002} = 500 \text{ Btu} / \text{jam} \cdot \text{ft}^2 \cdot ^\circ \text{F}$$

$$Ud = \frac{hd \times Uc}{hd + Uc}$$

$$= \frac{500 \text{ Btu} / \text{jam} \cdot \text{ft}^2 \cdot ^\circ \text{F} \times 280,0201 \text{ Btu} / \text{jam} \cdot \text{ft}^2 \cdot ^\circ \text{F}}{(500 + 280,0201) \text{ Btu} / \text{jam} \cdot \text{ft}^2 \cdot ^\circ \text{F}}$$

$$= 179,4954 \text{ Btu} / \text{jam} \cdot \text{ft}^2 \cdot ^\circ \text{F}$$

- Menghitung Luas Perpindahan Panas

$$A = \frac{Qp}{Ud \times LMTD}$$

$$= \frac{1926381,793 \text{ Btu} / \text{jam}}{179,4954 \text{ Btu} / \text{jam} \cdot \text{ft}^2 \cdot ^\circ \text{F} \times 35,2371^\circ \text{F}}$$

$$= 304,5712 \text{ ft}^2$$

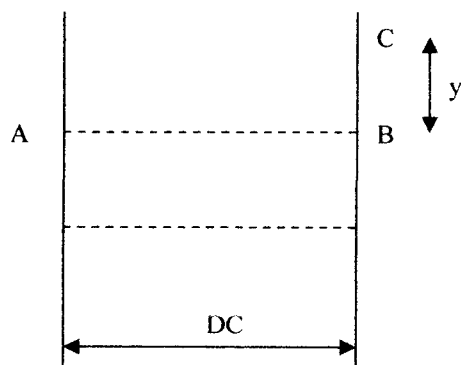
- Menghitung Panjang Koil

$$L = \frac{A_{\text{desain}}}{A''}$$

$$= \frac{304,5712 \text{ ft}^2}{1,178 \text{ ft}^2 / \text{ft}}$$

$$= 258,5494 \text{ ft}$$

- Menentukan Jumlah Lengkungan Koil



Diameter helix, $DC = 0,8 \times (\text{ID reaktor})$

$$= 0,8 \times 8.3608 \text{ ft} = 6,6886 \text{ ft} = 2,0392 \text{ m}$$

$$AB = DC = 6,6886 \text{ ft}$$

$$= 2,0392 \text{ m}$$

Jarak antar gulungan koil, $y = \text{OD koil}$

$$= 0,375 \text{ ft} = 0,1143 \text{ m}$$

$$BC = y = 0,375 \text{ ft} = 0,1143 \text{ m}$$

$$AC = \sqrt{(AB)^2 + (BC)^2}$$

$$= \sqrt{(6,6886)^2 + (0,375)^2}$$

$$= 6,6991 \text{ ft}$$

$$= 2,0424 \text{ m}$$

$$\text{Keliling busur AB} = \frac{1}{2} \times \pi \times AB = \frac{1}{2} \times \pi \times 6,6886 \text{ ft} = 10,5011 \text{ ft} = 3,2016 \text{ m}$$

$$\text{Keliling busur AC} = \frac{1}{2} \times \pi \times AC = \frac{1}{2} \times \pi \times 6,6991 \text{ ft} = 10,5176 \text{ ft} = 3,2066 \text{ m}$$

Keliling lingkaran koil = keliling busur AB + keliling busur AC

$$= 10,5011 + 10,5176$$

$$= 21,0187 \text{ ft}$$

$$= 6,4081 \text{ m}$$

$$\text{Jumlah lengkungan koil (N)} = \frac{258,5494}{21,0187}$$

$$= 12,3 \text{ lilitan} = 13 \text{ lilitan}$$

Tinggi tumpukan koil = $y \times N = 0,375 \text{ ft} \times 13$

$$= 4,875 \text{ ft}$$

$$= 1,4863 \text{ m}$$

Tinggi cairan setelah ada koil (Z_C)

$$Z_C = \frac{V_{\text{cairan}} + V_{\text{koil}}}{A_{\text{reaktor}}}$$

$$= \frac{V_c + (0,25 \times \pi \times OD^2 \times L)}{0,25 \times \pi \times ID^2}$$

$$= \frac{609,5253 \text{ ft}^3 + (0,25 \times \pi \times (0,375 \text{ ft})^2 \times 258,5494 \text{ ft})}{0,25 \times \pi \times (8,3608 \text{ ft})^2}$$

$$= 11,6279 \text{ ft}$$

$$= 3,5451 \text{ m}$$

- Menghitung Pressure Drop Koil

$$\text{Faktor friksi, } f = 0,0035 + \frac{0,264}{(Re_1)^{0,42}} \quad (\text{Kern, p.53})$$

$$= 0.0035 + \frac{0.264}{(344935,7348)^{0,42}}$$

$$= 0,004746677$$

$$\Delta P = \frac{f \times Gt^2 \times L}{5,22 \cdot 10^{10} \times ID \times S \times \phi t}$$

Dimana : S = spesifik gravity = 62,0729 lb/ft³

L = panjang koil = 258,5494 ft

Gt = = 1213392,412 lb/jam.ft²

f = factor friksi = 0,004746677

$$\phi t = \left(\frac{\mu}{\mu_w} \right)^{0,19} = 1$$

$$\Delta P = \frac{4.7467,10^{-3} \times (1213392,412)^2 \times 258,5494}{5,22 \cdot 10^{10} \times 0,3355 \times 62,0729 \times 1} = 1.6622 \text{ psi}$$

Syarat ΔP cairan dalam tube < 10 psi, maka $\Delta P = 1.6622$ psi memenuhi syarat.

MENENTUKAN UKURAN PIPA MASUK REAKTOR

Dimeter pipa optimum :

- Untuk aliran turbulen, $Re > 2100$

$$Di_{opt} = 3,9 \cdot Fv^{0,45} \cdot \rho^{0,13} \quad (\text{Timmerhause, p.496})$$

- Untuk aliran viscous, $Re < 2100$

$$Di_{opt} = 3,0 \cdot Fv^{0,36} \cdot \mu^{0,18} \quad (\text{Timmerhause, p.496})$$

Dimana : Di_{opt} = diameter pipa optimum, in

Fv = kecepatan aliran massa fluida, ft^3/s

ρ = densitas fluida, lb/ft^3

μ = viscositas fluida, cP

1. MENENTUKAN UKURAN PIPA MASUK C_2H_3COOH

$$\rho = 1,062 \text{ kg/liter}$$

$$= 66,3172 \text{ lb/ft}^3$$

$$\mu = 0,7 \text{ cP}$$

$$= 0,0004704 \text{ lb/s.ft}$$

$$Fv = \frac{6636,2523 \text{ kg / jam}}{1,062 \text{ kg / liter}}$$

$$= 6248.8251 \text{ liter/jam}$$

$$= 0,06129 \text{ ft}^3/s$$

Diperkirakan aliran dalam pipa adalah turbulen, maka $N_{Re} > 2100$. Sehingga digunakan persamaan :

$$\begin{aligned} Di_{opt} &= 3,9 \cdot Fv^{0,45} \cdot \rho^{0,13} \\ &= 3,9 \cdot (0,06129)^{0,45} \cdot (66,3172)^{0,13} \\ &= 1,9151 \text{ in} \end{aligned}$$

Dipilih pipa dengan ukuran :

$$IPS = 2 \text{ in}$$

$$OD = 2,38 \text{ in}$$

$$ID = 2,067 \text{ in} = 0,1722 \text{ ft}$$

$$A' = 3,35 \text{ in}^2 = 0,02328 \text{ ft}^2$$

$$\text{No. Sch} = 40$$

$$\begin{aligned} \text{Kecepatan linier (v)} &= \frac{Fv}{A'} \\ &= \frac{0,06129 \text{ ft}^3 / \text{s}}{0,02328 \text{ ft}^2} = 2,6329 \text{ ft/s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{Re} &= \frac{ID \cdot \rho \cdot v}{\mu} \\ &= \frac{0,1722 \text{ ft} \times 66,3172 \text{ lb} / \text{ft}^3 \times 2,6329 \text{ ft} / \text{s}}{4,704 \cdot 10^{-4} \text{ lb} / \text{s} \cdot \text{ft}} \\ &= 63918,4714 \end{aligned}$$

Karena $Re > 2100$, maka asumsi aliran turbulen terpenuhi (benar).

2. MENENTUKAN UKURAN PIPA MASUK CH₃OH

$$\rho = 0,792 \text{ kg/liter}$$

$$= 49,4569 \text{ lb/ft}^3$$

$$\mu = 0,35 \text{ CP}$$

$$= 2,352 \cdot 10^{-4} \text{ lb/s.ft}$$

$$F_v = \frac{4096,4863 \text{ kg / jam}}{0,792 \text{ kg / liter}}$$

$$= 5172,3312 \text{ liter/jam}$$

$$= 0,03526 \text{ ft}^3/\text{s}$$

Diperkirakan aliran dalam pipa adalah turbulen, maka $N_{Re} > 2100$. Sehingga digunakan persamaan :

$$\begin{aligned} D_{i \text{ opt}} &= 3,9 \cdot F_v^{0,45} \cdot \rho^{0,13} \\ &= 3,9 \cdot (0,03526)^{0,45} \cdot (49,4569)^{0,13} \\ &= 1,4374 \text{ in} \end{aligned}$$

Dipilih pipa dengan ukuran :

$$\text{IPS} = 1,5 \text{ in}$$

$$\text{OD} = 1,9 \text{ in}$$

$$\text{ID} = 1,610 \text{ in} = 0,1342 \text{ ft}$$

$$A' = 2,04 \text{ in}^2 = 0,01217 \text{ ft}^2$$

$$\text{No. Sch} = 40$$

$$\text{Kecepatan linier (v)} = \frac{F_v}{A'}$$

$$= \frac{0,03526 \text{ ft}^3 / \text{s}}{0,01217 \text{ ft}^2} = 2,8973 \text{ ft/s}$$

$$\begin{aligned} N_{Re} &= \frac{ID \cdot \rho \cdot v}{\mu} \\ &= \frac{0,1342 \text{ ft} \times 49,4569 \text{ lb} / \text{ft}^3 \times 2,8973 \text{ ft} / \text{s}}{2,352 \cdot 10^{-4} \text{ lb} / \text{s} \cdot \text{ft}} \\ &= 109631,3713 \end{aligned}$$

Karena $Re > 2100$, maka asumsi aliran turbulen terpenuhi (benar).

3. MENENTUKAN UKURAN PIPA MASUK H_2SO_4

$$\rho = 1,840 \text{ kg/liter}$$

$$= 115 \text{ lb/ft}^3$$

$$\mu = 9 \text{ CP}$$

$$= 6,048 \cdot 10^{-3} \text{ lb/s} \cdot \text{ft}$$

$$F_v = \frac{331,8126 \text{ kg} / \text{jam}}{1,840 \text{ kg} / \text{liter}}$$

$$= 180.3329 \text{ liter/jam}$$

$$= 0,001769 \text{ ft}^3/\text{s}$$

Diperkirakan aliran dalam pipa adalah viscous, maka $N_{Re} < 2100$. Sehingga digunakan persamaan :

$$\begin{aligned} Di_{opt} &= 3,0 \cdot F_v^{0,36} \cdot \mu^{0,18} \\ &= 3,0 \cdot (0,001769)^{0,36} \cdot (115)^{0,18} \\ &= 0,7198 \text{ in} \end{aligned}$$

Dipilih pipa dengan ukuran :

$$\text{IPS} = 0,75 \text{ in}$$

$$\text{OD} = 1,05 \text{ in}$$

$$\text{ID} = 0,824 \text{ in} = 0,06867 \text{ ft}$$

$$A' = 0,534 \text{ in}^2 = 0,00371 \text{ ft}^2$$

$$\text{No. Sch} = 40$$

$$\begin{aligned} \text{Kecepatan linier (v)} &= \frac{Fv}{A'} \\ &= \frac{0,001769 \text{ ft}^3 / \text{s}}{0,00371 \text{ ft}^2} = 0,4768 \text{ ft/s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{Re} &= \frac{\text{ID} \cdot \rho \cdot v}{\mu} \\ &= \frac{0,06867 \text{ ft} \times 115 \text{ lb} / \text{ft}^3 \times 0,4768 \text{ ft} / \text{s}}{6,048 \cdot 10^{-3} \text{ lb} / \text{s} \cdot \text{ft}} \\ &= 622.5717 \end{aligned}$$

Karena $Re < 2100$, maka asumsi aliran viscous terpenuhi (benar).

4. MENENTUKAN UKURAN PIPA KELUAR REAKTOR I

Tabel Data Besaran Fisis Komponen Keluar Reaktor 01

Komponen	Massa, kg/j	Densitas(ρ), kg/ltr	μ (CP)	FV (m/ ρ), ltr/j	Fraksi berat
C ₂ H ₃ COOH	1348,4848	1,062	0,7	1269,7597	0,1027
C ₂ H ₃ COOCH ₃	6361,3978	1,015	0,31	6267,3870	0,4844
CH ₃ OH	3548,7712	0,792	0,35	4480,7717	0,2702
H ₂ SO ₄	331,8126	1,840	9	180,3329	0,0253
H ₂ O	1541,9352	1	0,55	1541,9352	0,1174
TOTAL	13132,4016			13740,1865	1

$$F_v = 13740,1865 \text{ liter/jam}$$

$$= 0.1348 \text{ ft}^3/\text{s}$$

$$\rho = \frac{13132,4016 \text{ kg} / \text{jam}}{14142,0291 \text{ ltr} / \text{jam}}$$

$$= 0.9558 \text{ kg/liter} = 59.6852 \text{ lb/ft}^3$$

$$\mu = 3,2787 \cdot 10^{-4} \text{ lb/s ft}$$

Diperkirakan aliran dalam pipa adalah turbulen, maka $N_{Re} > 2100$. Sehingga digunakan persamaan :

$$\begin{aligned} D_i \text{ opt} &= 3,9 \cdot F_v^{0,45} \cdot \rho^{0,13} \\ &= 3,9 \cdot (0,1348)^{0,45} \cdot (59,6852)^{0,13} \\ &= 2,6924 \text{ in} \end{aligned}$$

Dipilih pipa dengan ukuran :

$$\text{IPS} = 3 \text{ in}$$

$$\text{OD} = 3,5 \text{ in}$$

$$\text{ID} = 3,068 \text{ in} = 0,2557 \text{ ft}$$

$$A' = 7,38 \text{ in}^2 = 0,0513 \text{ ft}^2$$

$$\text{No. Sch} = 40$$

$$\begin{aligned} \text{Kecepatan linier (v)} &= \frac{Fv}{A'} \\ &= \frac{0,1348 \text{ ft}^3 / \text{s}}{0,0513 \text{ ft}^2} = 2,6277 \text{ ft/s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{\text{Re}} &= \frac{\text{ID} \cdot \rho \cdot v}{\mu} \\ &= \frac{0,2557 \text{ ft} \times 59,6852 \text{ lb} / \text{ft}^3 \times 2,6277 \text{ ft} / \text{s}}{3,2787 \cdot 10^{-4} \text{ lb} / \text{s} \cdot \text{ft}} \\ &= 122312,6799 \end{aligned}$$

Karena $Re > 2100$, maka asumsi aliran turbulen terpenuhi (benar).

5. MENENTUKAN UKURAN PIPA MASUK REAKTOR MELALUI RECYCLE

Tabel Data Besaran Fisis Komponen Masuk Reaktor melalui recycle

Komponen	Massa, kg/j	Densitas(ρ), kg/lt	μ (CP)	FV (m/ ρ), lt/j	Fraksi berat
C ₂ H ₃ COOCH ₃	45,4546	1,015	0,31	44,7829	0,0245
CH ₃ OH	1802,4046	0,792	0,35	2275,7634	0,9700
H ₂ O	10,2488	1	0,55	10,2488	0,0055
Total	1858,1080			2330,7950	1

$$F_v = 2330,7950 \text{ liter/jam}$$

$$= 0.0228 \text{ ft}^3/\text{s}$$

$$\rho = \frac{1858,1080 \text{ kg / jam}}{2330,7950 \text{ ltr / jam}}$$

$$= 0,7972 \text{ kg/liter} = 49,7831 \text{ lb/ft}^3$$

$$\mu = 2.3475 \cdot 10^{-4} \text{ lb/s ft}$$

Diperkirakan aliran dalam pipa adalah turbulen, maka $N_{Re} > 2100$. Sehingga digunakan persamaan :

$$\begin{aligned} D_i \text{ opt} &= 3,9 \cdot F_v^{0,45} \cdot \rho^{0,13} \\ &= 3,9 \cdot (0.0228)^{0,45} \cdot (49.7831)^{0,13} \\ &= 1,1837 \text{ in} \end{aligned}$$

Dipilih pipa dengan ukuran :

$$\text{IPS} = 1,25 \text{ in}$$

$$\text{OD} = 1,66 \text{ in}$$

$$\text{ID} = 1,380 \text{ in} = 0,115 \text{ ft}$$

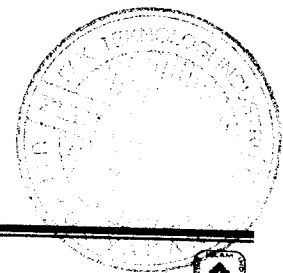
$$A' = 1,5 \text{ in}^2 = 0,010417 \text{ ft}^2$$

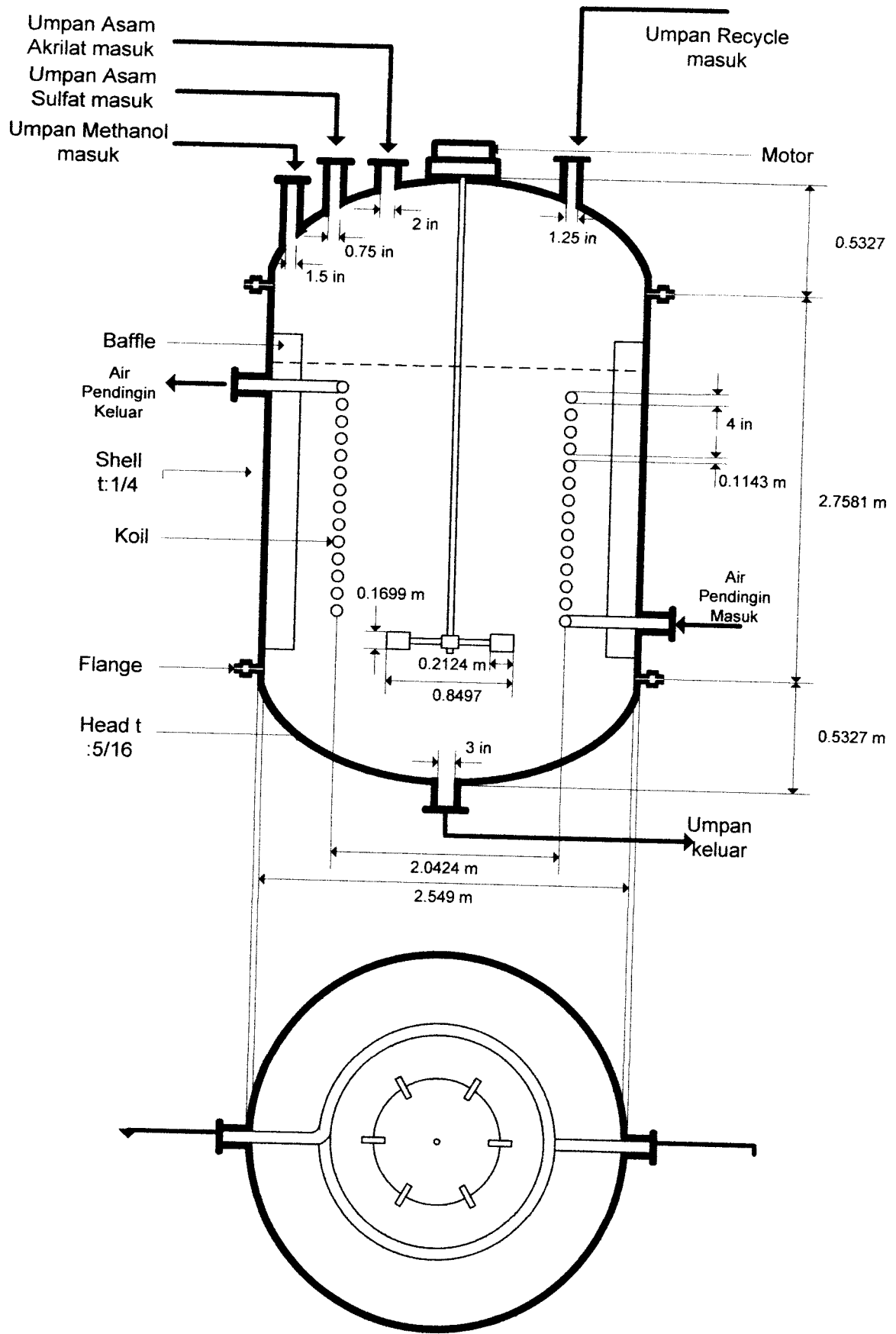
$$\text{No. Sch} = 40$$

$$\begin{aligned} \text{Kecepatan linier (v)} &= \frac{Fv}{A'} \\ &= \frac{0,0228 \text{ ft}^3 / \text{s}}{0,010417 \text{ ft}^2} = 2,1887 \text{ ft/s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{Re} &= \frac{ID \cdot \rho \cdot v}{\mu} \\ &= \frac{0,115 \text{ ft} \times 49,7831 \text{ lb} / \text{ft}^3 \times 2,1887 \text{ ft} / \text{s}}{2,3475 \cdot 10^{-4} \text{ lb} / \text{s} \cdot \text{ft}} \\ &= 76582,9440 \end{aligned}$$

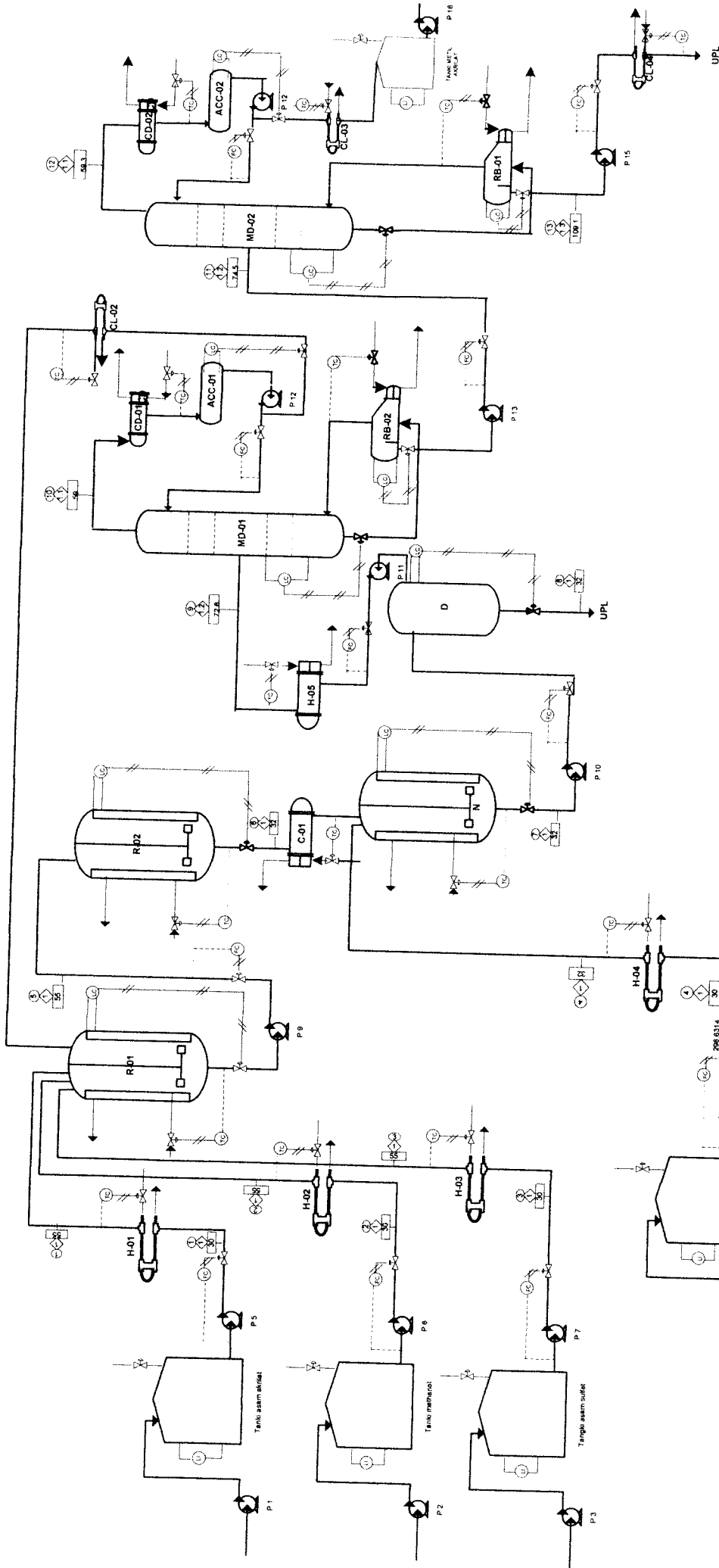
Karena $Re > 2100$, maka asumsi aliran turbulen terpenuhi (benar).





Gambar Reaktor

PRA PERANCANGAN PABRIK METIL AKRILAT DARI ASAM AKRILAT DAN METANOL KAPASITAS 60.000 TON/TAHUN



SYMBOL	KETERANGAN	SYMBOL	KETERANGAN
R	REAKTOR	P	POMPA
N	NETRALISER	LC	LEVEL CONTROL
D	DECANTER	TC	TEMPERATUR CONTROL
MD	MENARA DISTILASI	FC	FLOW CONTROL
H	HEATER	LI	LEVEL INDIKATOR
CL	COOLER	◇	TEKANAN
CD	CONDENSOR	◇	MONITOR ALIR
ACC	ACCUMULATOR	□	SUHU
RB	REBOILER		

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
C ₂ H ₃ COOH	6538,523				1346,464	331,8127	331,8127	33,1813	298,6314	298,6314	298,6314	298,6314	298,6314
C ₃ H ₅ COOH					5301,3078	7575,7808	7575,7808	7575,7808	7575,7808	45,4546	7500,3062	7500,1850	30,1212
CH ₃ OH			4098,4883		3540,7712	3068,9152	3068,9152	1238,7061	1858,1491	1802,4046	55,7445	55,7445	
H ₂ SO ₄		331,8126			331,8126								
H ₂ O					1541,9552	1798,1042	2324,2959	1739,4151	1024,6006	10,2468	10,4,6202	19,8361	884,7958
NaOH				877,1685									
Na ₂ SO ₄													
Totol	9638,2223	331,8126	4098,4883	877,1685	13132,4016	13132,4016	13028,5862	3827,1481	10727,4271	1850,1080	8868,3141	7575,7858	1303,5465

PROSES ENGINEERING FLOW DIAGRAM
 PRA PERANCANGAN PABRIK METIL AKRILAT
 DARI ASAM AKRILAT DAN METANOL
 KAPASITAS 60.000 TON/TAHUN
 DI BUAT OLEH
 ERIK MANEL SAPUTRA (01.82.1142)
 IRAWAN (01.82.0116)
 PEMBIMBING
 DR. IR. FARHAM HM. SALEH MSIE
 JURUSAN TEKNIK KIMIA
 FAKULTAS TEKNIK
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 2007