

**PRARANCANGAN PABRIK METIL AKRILAT DARI
ASAM AKRILAT DAN METANOL
KAPASITAS PRODUKSI 30.000 TON/TAHUN**

PERANCANGAN PABRIK

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



oleh :

Nama : Fakhrizal Firman I.
NIM : 12521018

Nama : Satrioaji Galih Y.
NIM : 12521031

**TEKNIK KIMIA
PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
YOGYAKARTA
2018**

**PRARANCANGAN PABRIK METIL AKRILAT DARI
ASAM AKRILAT DAN METANOL
KAPASITAS PRODUKSI 30.000 TON/TAHUN**

PERANCANGAN PABRIK

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



oleh :

Nama : Fakhrizal Firman I.
NIM : 12521018

Nama : Satrioaji Galih Y.
NIM : 12521031

**TEKNIK KIMIA
PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
YOGYAKARTA
2018**

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL LAPORAN PERANCANGAN PABRIK

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Fakhrizal Firman I. Nama : Satrioaji Galih Y.
NIM : 12521018 NIM : 12521031

Yogyakarta, 07 September 2018

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



Fakhrizal Firman Ikhsan
NIM. 12521030



Satrioaji Galih Yudistira
NIM. 12521031

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING**PRARANCANGAN PABRIK METIL AKRILAT DARI
ASAM AKRILAT DAN METANOL
KAPASITAS PRODUKSI 30.000 TON/TAHUN****PERANCANGAN PABRIK**

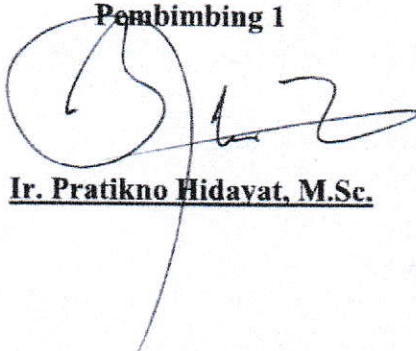
oleh :

Nama : Fakhrizal Firman I.
NIM : 12521018

Nama : Satrioaji Galih Y.
NIM : 12521031

Yogyakarta, 07 September 2018

Pembimbing 1



Ir. Pratikno Hidayat, M.Sc.

Pembimbing 2



Ajeng Yulianti D. L., S.T., M.T.

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

**PRARANCANGAN PABRIK METIL AKRILAT DARI
ASAM AKRILAT DAN METANOL
KAPASITAS PRODUKSI 30.000 TON/TAHUN**

PERANCANGAN PABRIK



Oleh :

Nama : Fakhrizal Firman Ikhsan
NIM : 12521018

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

Yogyakarta, 07 September 2018

Tim Penguji,

Dr. Suharno Rusdi
Ketua

Venitalitya Alethea Sari A. S.T., M.Eng.
Anggota I

Muflih Arisa Adnan, S.T., M.Sc.
Anggota II

Mengetahui :

**Ketua Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia**



Dr. Suharno Rusdi

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr., Wb.

Puji dan syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta hidayah-Nya kepada kita semua. Tak lupa sholawat serta salam semoga selalu tercurahkan kepada Nabi besar kita Muhammad SAW. Berkat rahmat serta karunia-Nya penyusun dapat menyusun dan menyelesaikan naskah tugas akhir dengan judul **“Prarancangan Pabrik Metil Akrilat Dari Asam Akrilat dan Metanol Kapasitas 30.000 Ton/Tahun”**.

Tugas akhir prarancangan pabrik ini disusun sebagai penerapan dari ilmu teknik kimia yang telah didapat selama dibangku kuliah, dan merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Dalam penyusunan naskah ini penyusun banyak sekali mendapatkan bantuan dari berbagai pihak baik yang secara langsung maupun tidak langsung. Dalam kesempatan ini penyusun mengucapkan terima kasih kepada :

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

1. Allah SWT yang menyertai dan meridhoi setiap jalan yang di lalui dan memberikan semua kemudahan yang di hadapi.

2. Nabi Muhammad SAW sebagai panutan dan tauladan serta ajaran-ajaran yang menjadi pedoman dalam setiap langkah kehidupan.
3. Papah, mamah, kakak, dan adik, serta seluruh saudara yang tidak pernah berhenti mendukung dan mendorong penulis untuk tetap berusaha ketika penulis dalam keadaan terpuruk sekalipun, serta do'a yang selalu di berikan.
4. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
5. Bapak Dr. Suharno Rusdi, selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
6. Bapak Ir. Pratikno Hidayat, M.Sc.selaku pembimbing 1 Pra Rancangan Pabrik di Universitas Islam Indonesia.
7. Ibu Ajeng Yulianti Dwi Lestari, S.T., M.T.selaku pembimbing 2 Pra Rancangan Pabrik di Universitas Islam Indonesia.
8. Seluruh staff akademik Jurusan Teknik Kimia.
9. Teman-teman Teknik Kimia 2012 yang selalu memberikan dukungan semangat serta do'a dan selalu mendukung penulis selama mengerjakan tugas akhir ini.
10. Serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu penulis menyelesaikan tugas akhir ini dengan tulus dan ikhlas.

Penulis menyadari bahwa laporan ini jauh dari sempurna dan masih banyak kekurangan mengingat keterbatasan pengalaman dan kemampuan penulis, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan penulis demi hasil yang lebih baik di masa mendatang.

Yogyakarta,10 September 2018

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL	i
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN PERANCANGAN PABRIK	ii
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
ABSTRAK	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tinjauan Pustaka.....	6
BAB II PERANCANGAN PRODUK	
2.1 Spesifikasi Produk	10
2.2 Spesifikasi Bahan Baku	10
2.3 Spesifikasi Bahan Pembantu.....	12
2.4 Pengendalian Kualitas	13
BAB III PERANCANGAN PROSES	
3.1 Uraian Proses	15
3.2 Spesifikasi Alat Proses	17
3.3 Perencanaan Produksi.....	54
BAB IV PERANCANGAN PABRIK	
4.1 Lokasi Pabrik	58

4.2 Tata Letak Pabrik.....	62
4.3 Tata Letak Alat Proses.....	63
4.4 Alir Proses dan Material	67
4.5 Perawatan (<i>Maintenance</i>)	80
4.6 Pelayanan Teknik (Utilitas)	81
4.7 Organisasi Perusahaan	109
4.8 Manajemen Produksi	132
4.9 Evaluasi Ekonomi.....	136
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan.....	153
DAFTAR PUSTAKA	155
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Data <i>Import</i> Metil Akrilat Periode 2008-2017.....	2
Tabel 1.2 Kapasitas produksi berbagai pabrik di dunia	5
Tabel 1.3 Perbandingan Proses Produksi Metil Akrilat	8
Tabel 3.1 Shell tiap course plate tangki (T-01).....	17
Tabel 3.2 Shell tiap course plate tangki (T-02).....	18
Tabel 3.3 Shell tiap course plate tangki (T-03).....	19
Tabel 3.4 Shell tiap course plate tangki (T-04).....	20
Tabel 3.5 Shell tiap course plate tangki (T-05).....	21
Tabel 4.1 Perincian luas tanah dan bangunan pabrik.....	62
Tabel 4.2 Neraca Massa Total.....	67
Tabel 4.3 Neraca Massa Mix Point 1	67
Tabel 4.4 Neraca Massa Mix Pointv2	68
Tabel 4.5 Neraca Massa Reaktor 1	68
Tabel 4.6 Neraca Massa Reaktor 2	68
Tabel 4.7 Neraca Massa Neutralizer	69
Tabel 4.8 Neraca Massa Decanter.....	69
Tabel 4.9 Neraca Massa Menara Destilasi 1	70
Tabel 4.10 Neraca Massa Condensor 1	70
Tabel 4.11 Neraca Massa Reboiler 1	70
Tabel 4.12 Neraca Massa Menara Destilasi 2	71
Tabel 4.13 Neraca Massa Condensor 2.....	71

Tabel 4.14 Neraca Massa Reboiler 2	71
Tabel 4.15 Neraca Massa Menara Destilasi 3	72
Tabel 4.16 Neraca Massa Condensor 3	72
Tabel 4.17 Neraca Massa Reboiler 3	72
Tabel 4.18 Neraca Panas Reaktor 1	73
Tabel 4.19 Neraca Panas Reaktor 2	73
Tabel 4.20 Neraca Panas Neutralizer	74
Tabel 4.21 Neraca Panas Menara Destilasi 1	74
Tabel 4.22 Neraca Panas Menara Destilasi 2	75
Tabel 4.23 Neraca Panas Menara Destilasi 3	75
Tabel 4.24 Neraca Panas Heater 1	76
Tabel 4.25 Neraca Panas Heater 2	76
Tabel 4.26 Neraca Panas Heater 3	76
Tabel 4.27 Neraca Panas Heater 4	77
Tabel 4.28 Neraca Panas Cooler 1	77
Tabel 4.29 Neraca Panas Cooler 2	77
Tabel 4.30 Kebutuhan Air Pembangkit Steam	87
Tabel 4.31 Kebutuhan Air Pendingin	88
Tabel 4.32 Kebutuhan Air Untuk Perkantoran dan Rumah Tangga	89
Tabel 4.33 Jadwal Kerja <i>Shift</i> Tiap Regu	125
Tabel 4.34 Jabatan dan Keahlian	126
Tabel 4.35 Perincian Jumlah Karyawan Proses	128
Tabel 4.36 Jumlah Karyawan	129

Tabel 4.37 Penggolongan Gaji Menurut Jabatan	130
Tabel 4.38 Harga Indeks.....	138
Tabel 4.39 <i>Physical Plant Cost</i>	146
Tabel 4.40 <i>Direct Plant Cost (DPC)</i>	147
Tabel 4.41 <i>Fixed Capital Investment (FCI)</i>	147
Tabel 4.42 <i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>	148
Tabel 4.43 <i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>	148
Tabel 4.44 <i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>	148
Tabel 4.45 <i>Total Manufacturing Cost (MC)</i>	149
Tabel 4.46 <i>Working Capital (WC)</i>	149
Tabel 4.47 <i>General Expense (GE)</i>	149
Tabel 4.48 Total biaya produksi	150
Tabel 4.49 <i>Fixed cost (Fa)</i>	150
Tabel 4.50 <i>Variable cost (Va)</i>	150
Tabel 4.51 <i>Regulated cost (Ra)</i>	151

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Grafik data <i>Import</i> Metil Akrilat di Indonesia	3
Gambar 4.1 Tata Letak Pabrik	65
Gambar 4.2 Tata Letak Alat Proses Pabrik	66
Gambar 4.3 Diagram Alir Kualitatif Pabrik Metil Akrilat.....	78
Gambar 4.4 Diagram Alir Kuantitatif Pabrik Metil Akrilat.....	79
Gambar 4.5 Diagram Alir Utilitas.....	108
Gambar 4.6 Struktur Organisasi Perusahaan	114
Gambar 4.7 Indeks Harga	139
Gambar 4.8 Grafik Hubungan Harga vs Kapasitas Produksi.....	153
Lampiran	
Gambar PEFD	

ABSTRAK

Pabrik Metil Akrilat memiliki prospek yang baik, mengingat kebutuhan Metil Akrilat di Indonesia yang terus meningkat. Bahan utama Asam akrilat diperoleh dari PT. Nippon Shokubai Indonesia, Cilegon dan metanol dari PT. KMI Bontang, Kalimantan Timur. Pabrik ini direncanakan akan dibangun di Cilegon, di atas lahan seluas 10.104 m², di provinsi Banten, Jawa Barat pada tahun 2022. Pabrik kimia ini akan dioperasikan selama 330 hari atau 24 jam sehari dengan total 122 karyawan. Pabrik Metil Akrilat menggunakan proses esterifikasi dengan kapasitas 30.000 ton/tahun, memiliki kemurnian 99,5%. Reaksi terjadi dalam tangki reaktor berpengaduk, Reaktor dioperasikan terus menerus dalam suhu *endotherm* 80 ° C dan tekanan pada 1 atm, sebagai pemanas reaktor digunakan uap. Waktu reaksi dalam reaktor adalah 1 jam, perbandingan antara asam akrilat dan metanol yang digunakan dalam reaksi adalah 1: 2. Pabrik ini menggunakan 269.586.0858 kg / jam air dari sungai Cidanau yang di olah di unit utilitas, 92.179.2953 kg / jam uap, dan 181 kW tenaga listrik yang disediakan oleh PLN dan juga membutuhkan generator sebagai cadangan. Seluruh produk output dari reaktor adalah dalam bentuk cair, kemudian dibawa ke penetral untuk menghilangkan H₂S₄ setelah itu dipisahkan dengan dekanter, dan di murnikan dalam kolom distilasi dan siap di pasarkan. *Parameter* kelayakan menggunakan analisis ekonomi dengan total investasi modal sebesar Rp 569.509.844.259 terdiri dari Rp 473.666.818.692 sebagai investasi modal tetap, dan Rp 98.232.745.552 sebagai modal kerja. Total biaya Rp 569.509.844.259 dan hasil penjualan tahunan Rp 639.000.000.000 sehingga di peroleh laba Rp 69.490.155.741 sebelum pajak, dan Rp 34.745.077.871 setelah pajak. Hasil hitungan parameter adalah persentase *Return On Investment (ROI)* 21% setelah pajak, *Pay Out Time (POT)* 3,46 tahun setelah pajak, *Discounted Cash Flow (DCF)* 21,84%, *Break Event Point (BEP)* 40,95%, sementara *Shut Down Point (SDP)* 26,81%. Dari analisis ekonomi menunjukkan bahwa hasilnya memuaskan sehingga pabrik layak untuk di bangun.

Kata kunci : Metil Akrilat, reaksi, *endotherm*, *output*, *Parameter*, investasi.

ABSTRACT

The Methyl Acrylate plant gives very good prospect, considering the requirement of Methyl Acrylate in Indonesia had increased gradually. The main material of Acrylate Acid obtained from the PT. Nippon Shokubai Indonesia, Cilegon and Methanol from PT. KMI Bontang, East Kalimantan. The factory is planned to built in Cilegon, in the area of land of 10.104 m², at the province of Banten , West Java in 2022. This chemical plant will be operated for 330 days or 24 hours a day with total 122 employees. Methyl Acrylate plant using esterification process with capacity of 30.000 ton/years, has a purity of 99,5%. The reaction happened within a stirred reactor tank, Reactor is operated continuously in an endothermic temperature 80°C and pressure at 1 atm, as a reactor heater is used steam. Time of reaction in the reactors is 1 hour, a comparison between the acrylic acid and methanol used in reaction is 1 : 2. This plant are needed 269,586.0858 kg/hour of water from Cidanau river which proceded in utility unit, 92,179.2953 kg/hour of steam, and 181 kW of electricity power provided by PLN and also need a generator as reserve. An entire ouput product of the reactor is in the form of liquid then, it is brought to neutralizer to eliminating H₂SO₄ after that separated through a decanter, and purified in a column of distillation and ready to market. A parameter of appropriatness uses an economic analysis with total capital investment Rp 569.509.844.259 consisted of Rp 473.666.818.692 as Manufacturing cost, and Rp 98,232,745,552 as a Working Capital. Total Cost Rp Rp 569.509.844.259 and Annual Sales Rp 639,000,000,000 thus it can get profit Rp 69.490.155.741 before taxes, and Rp 34.745.077.871 after taxes. A count result of parameter is percentage of Return On Investment (ROI) 21 % after taxes, Pay Out Time (POT) 3,46 year after taxes, Discounted Cash Flow (DCF) 21,84%, Break Event Point (BEP) 40,95 %, while Shut Down Point (SDP) 26,81 %. From the analyses above it showed that the result was satisfied so the plant are appropriate to build.

Keywords : Methyl Acrylate, reaction, endotherm, output,Parameter, investment.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

1.1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik

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 industry 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, dan 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.

1.1.2 Kapasitas Perancangan

Kapasitas perancangan ditetapkan dengan menggunakan analisis *supply* (pasokan) dan *demand* (permintaan), pasokan berasal dari produksi dalam negeri dan *import* dari luar negeri, sedangkan permintaan adalah nilai konsumsi dalam negeri beserta *eksport* ke luar negeri.

Import

Data Jumlah *import* metil akrilat dari luar negeri di tunjukkan pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Data *import* Metil Akrilat Tahun 2008-2017

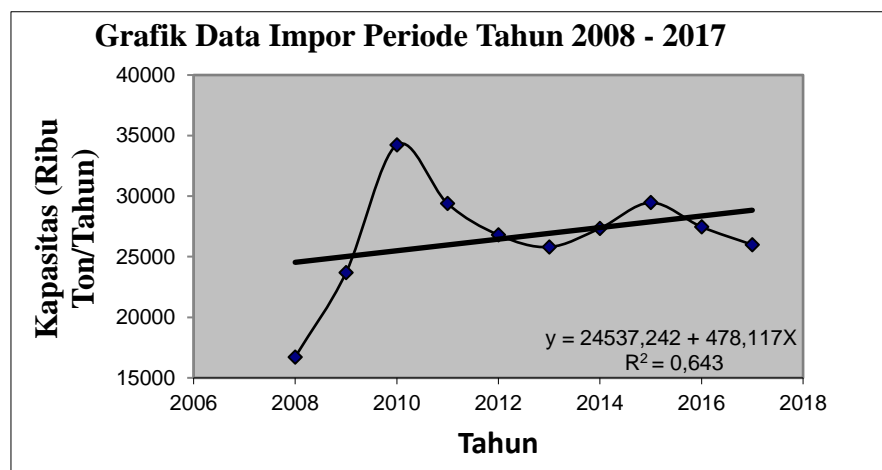
Tahun	Jumlah <i>Import</i> (ton/tahun)
2008	16.725
2009	23.681
2010	34.227
2011	29.387
2012	26.806

Lanjutan Tabel 1.1 Data *Import* Metil Akrilat Tahun 2008-2017

2013	25.800
2014	27.342
2015	29.464
2016	27.465
2017	25.987

(Sumber : Biro Pusat Statistik Indonesia, 2008-2017)

Data import metil akrilat pada Tabel 1.1. dapat digunakan sebagai acuan untuk membuat grafik yang berfungsi untuk memperkirakan *import* Metil Akrilat pada tahun 2022.



Gambar 1.1. Grafik Data *Import* Metil Akrilat di Indonesia

Dari Gambar 1.1. di dapat suatu persamaan regresi linier untuk memprediksi jumlah Metil Akrilat yang akan di *import* pada tahun 2022 atau $x = 14$, dimana:

$$y = 24537,242 + 478,117(x)$$

$$y = 24537,242 + 478,117(14)$$

$$y = 31.230,879 \text{ ton} \approx 31.000 \text{ ton}$$

Dari persamaan diatas dapat di perkirakan bahwa pada tahun 2022 Indonesia akan mengimpor metil akrilat sebanyak $y = 31230,879$ ton.

Produksi Metil Akrilat di Indonesia

Di Indonesia (dalam negeri) belum ada pabrik metil akrilat sehingga tidak ada produksi di dalam negeri.

Eksport

Indonesia tidak mengekspor metil akrilat karena belum ada pabrik metil akrilat yang beroperasi di Indonesia.

Konsumsi Dalam Negeri

Konsumsi metil akrilat dalam negeri dipenuhi hanya dari *import* saja, karena belum ada pabrik metil akrilat yang beroperasi di Indonesia.

Peluang Mendirikan Pabrik Metil Akrilat di Indonesia

Peluang mendirikan pabrik metil akrilat merupakan substitusi (pengganti) dari *Import*, nilai peluang tersebut sebesar 31.000 ton/tahun yang kemudian diambil semua sehingga kapasitas pabrik yang akan didirikan dapat diambil sebesar 30.000 ton/tahun, dan substitusi *import* 100% tersebut dilakukan dengan mengajak importir untuk berkerja sama menjadi distributor produk metil akrilat dari pabrik yang didirikan.

Kapasitas Produksi Pabrik Metil Akrilat Yang Sudah Berdiri

Untuk memproduksi metil akrilat harus memperhitungkan kapasitas produksi yang menguntungkan. sebagai perbandingan kapasitas produksi berbagai pabrik yang telah ada dapat dilihat pada Tabel 1.2.

Tabel 1.2 Kapasitas produksi berbagai pabrik di dunia

Pabrik	Kapasitas	Lokasi
Toa Gosei., Ltd.	22.000 ton/tahun	Singapore
Arkema Inc.	45.000 ton/tahun	Texas, US
Singapore Acrylic Ester Pte.,Ltd.	82.000 ton/tahun	Singapore

(Sumber : www.sumitomo-chem.co.jp)

Dari Tabel 1.2. diketahui bahwa kapasitas produksi metil akrilat terkecil di dunia sebesar 22.000 ton/tahun dan kapasitas pabrik terbesar adalah 82.000 ton/tahun dan dari persamaan regresi linier dari Gambar 1.1, di perkirakan jumlah metil akrilat yang akan di impor pada tahun 2022 adalah 31.230,879 ton, dan berdasarkan pertimbangan dengan menggunakan analisis *supply* (pasokan) dan *demand* (permintaan) maka di tetapkan akan didirikan pabrik metil akrilat dengan kapasitas produksi sebesar 30.000 ton metil akrilat per tahun yang merupakan kapasitas ekonomis yang sesuai dengan kapasitas pabrik yang telah ada. Diharapkan dengan kapasitas tersebut 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 *import* 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 menggunakan *propylene*, 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

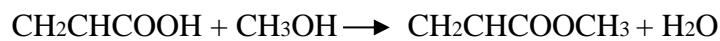
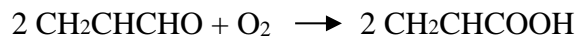
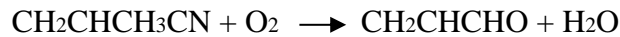
Jenis-jenis proses pembuatan metil akrilat

Ada beberapa cara pembuatan metil akrilat, yaitu :

a. Reaksi oksidasi *Propylene* :

Pada reaksi oksidasi *Propylene* fasa gas dengan katalis *cobalt malybdate-tellurium* pada suhu 250 °C hingga 330 °C dan tekanan mencapai 5 atm.

Reaksi :



(Kirk and Othmer, 1983)

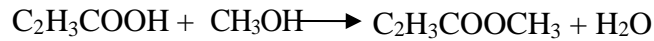
Oksigen yang diperoleh dalam reaksi ini berasal dari udara dan kondisi operasinya berlangsung pada suhu 330 °C dengan tekanan umpan masuk 3,3 atm yang dilakukan di dalam reaktor *fixed bed multitube*. Pemilihan temperatur umpan reaktor yaitu 250-330 °C didasarkan pada pertimbangan bahwa katalis akan mengalami *coke-up* pada suhu diatas 330 °C yang menyebabkan terjadinya deposit karbon yang akhirnya katalis akan mengalami deaktivasi, dan jika berada di bawah 250 °C, kecepatan reaksi akan turun secara drastis. Asam akrilat diperoleh dengan memisahkan pada menara distilasi kemudian diesterifikasi pada suhu 200 °C dengan menambahkan metanol dan katalisator asam mineral sehingga diperoleh metil akrilat.

b. Proses Esterifikasi Asam Akrilat

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 50 - 100 °C menggunakan reaktor alir tangki

berpengaduk.

Reaksi :



Kedua proses produksi metil akrilat tersebut memiliki faktor masing-masing, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.3.

Tabel 1.3 Perbandingan Proses Produksi Metil Akrilat

Faktor	Esterifikasi Asam Akrilat	Oksidasi Propylene
Proses	Esterifikasi	1. Oksidasi 2 tahap 2. Esterifikasi
Suhu	50 °C – 100 °C	1. 250 °C – 330 °C 2. 50 °C – 100 °C
Tekanan	1 atm	1 – 5 atm
Konversi	80-98%	30-75%
Katalis	Cair	Padat
Jenis Reaktor	RATB	<i>fixed bed multitube</i>
Alat proses	Alat proses sederhana	Alat proses kompleks, karena adanya 2 tahap reaksi

Berdasar perbandingan proses produksi metil akrilat pada Tabel 1.3 maka pada perancangan pabrik metil akrilat proses produksi di lakukan dengan cara esterifikasi asam akrilat dengan methanol karena:

1. Nilai konversi yang di dapat lebih tinggi.
2. Proses lebih sederhana.
3. Kondisi operasi (suhu dan tekanan) lebih rendah.

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 polymetil akrilat. Secara presentase kegunaan metil akrilat dalam berbagai bidang adalah: bahan pelapis (44%), *adhesives* (18%), tekstil (15%), *acrylic fiber* (9%), kertas (5%) dan (9%) untuk lain sebagainya.

BAB II

PERANCANGAN PRODUK

2.1 Spesifikasi Produk

1. Metil Akrilat ($C_2H_3COOCH_3$)

- Wujud : Cair
- Kenampakan : Tidak berwarna
- BeratMolekul : 86 gram/gmol
- Titik Didih⁰C : 80
- TitikBeku⁰C : -74
- SpesifikGrafity : 0,956
- Kemurnian : 99,5%
- Impuritis : 0,1% methanol
: 0,4% air

2.2 Spesifikasi Bahan Baku

1. Asam Akrilat (C_2H_3COOH)

- Wujud : Cair
- Kenampakan : Tidak berwarna
- Berat molekul : 72 gram/gmol
- Titik Didih, ⁰C : 141 °C

- Titik lebur, °C : 12 °C
- Spesifik Gravity : 1,062
- Kemurnian : 94%
- Impuritis : 6% air
- Kelarutan : Larut dalam air dan alcohol
- Sifat : Sangat korosif

1. Metanol (CH₃OH)

- Wujud : cair
- Kenampakan : Tidak berwarna
- Berat Molekul : 32 gram/gmol
- Titik Didih, °C : 65 °C
- Titik Lebur, °C : -98 °C
- Spesifik Gravity : 0,792
- Kemurnian : 96%
- Impuritis : 4% air
- Kelarutan : Larut dalam air

2.3 Spesifikasi Bahan Pembantu

1. Natrium Hidroksida (NaOH)

- Wujud : padat
- Berat Molekul : 40 gram/gmol
- Titik Didih, °C : 1390 °C
- Titik Lebur, °C : 318 °C
- Spesifik Gravity : 2,13
- Kemurnian : 50%
- Impuritis : 50% air
- Sifat : Korosif

2. Asam Sulfat (H₂SO₄)

- Wujud : cair
- Kenampakan : Tidak berwarna
- BeratMolekul : 98 gram/gmol
- Titik Didih, °C : 338 °C
- Titik Lebur, °C : 10 °C
- Spesifik Gravity : 1,84
- Kemurnian : 98%
- Impuritis : 2% air

2.4 Pengendalian Kualitas

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 standar yang hampir sama dengan standar 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. Pengendalian Bahan Pembantu

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

aBhan-bahan tersebut antara lain :

- ❖ H_2SO_4 , sebagai katalisator
- ❖ *Staem*, sebagai pemanas di reboiler, heater dan reaktor.
- ❖ Air, untuk keperluan utilitas, pendingin ,dan pemanas.
- ❖ Pasir, sebagai penyaring di Bak Saringan Pasir.

- ❖ Kaporit, sebagai bahan pembuat larutan desinfektan untuk keperluan rumah tangga.
- ❖ Larutan NaCl, untuk meregenerasi kation exchanger.
- ❖ Larutan NaOH, untuk meregenerasi anion exchanger.
- ❖ Residual oil No.4, sebagai bahan bakar boiler.
- ❖ *Diesel oil* (Solar), sebagai bahan bakar diesel (Genzet).

3. Pengendalian Kualitas Bahan selama Proses

Untuk menjaga kelancaran proses, maka perlu diadakan pengendalian/ pengawasan bahan selama proses berlangsung. Pengendalian tersebut meliputi jumlah methanol, kadar udara, dan perbandingan udara/ methanol.

4. Pengendalian Kualitas Produk

Pengendalian kualitas produk dilakukan terhadap produksi metil akrilat. pengendalian kualitas produk pada waktu pemindahan (dari satu tempat ke tempat lain). Pengendalian kualitas yang dimaksud disini adalah pengawasan produk terutama metil akrilat pada saat akan dipindahkan dari *storage tank* ke mobil truk dan ke kapal.

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, methanol dan asam sulfat dari tangki penyimpanan dipanaskan dengan menggunakan alat penukar kalor pipa ganda sampai diperoleh suhu reaktor 80 °C, setelah suhu mencapai 80°C kemudian diumpankan kereaktor.

3.1.2. Reaksi

Reaksi dilaksanakan secara sinambung dengan menggunakan reactor tangki alir berpengaduk sebanyak 2 buah yang dilengkapi dengan sistem pemanas agar suhu reaksi tetap pada 80°C, dan sebagai media pemanas digunakan *steam*.

3.1.3. Pemurnian Produk

Unit pemurnian produk terdiri dari Netraliser, Decanter, dan 3 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 50%, NaOH dari tangki penyimpanan dipompa ke Netraliser. Di dalam Netraliser terjadi reaksi antara NaOH dan H_2SO_4 menjadi sodium sulfat (Na_2SO_4). Larutan sodium sulfat dari Netraliser kemudian dialirkan ke Decanter sampai semua sodium sulfat (Na_2SO_4), terpisah. campuran air, asam akrilat, metil akrilat dan metanol, selanjutnya dipanaskan dan kemudian diumpankan ke Menara Distilasi (MD-01).

Adapun produk bawah Decanter berupa sodium sulfat ditampung ke unit pengolahan lanjut. Menara Distilasi1 (MD-01) bertujuan untuk memisahkan metanol dari metil akrilat dan air, sebagai hasil atas Menara Distilasi 1 (MD-01) di peroleh metanol 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 99,5%. Selanjutnya produk atas Menara Distilasi2 (MD-02) didinginkan dan ditampung ke tangki penyimpanan. Hasil bawah Menara Distilasi 2 (MD-02) di peroleh air dan asam akrilat kemudian di umpankan ke Menara Distilasi 3 (MD-03). Menara Distilasi 3 (MD-03) bertujuan untuk memisahkan air dari asam akrilat dan sebagai hasil bawah didapatkan asam akrilat yang di *recycle* ke reaktor.

3.2 Spesifikasi Alat Proses

3.2.1. Tangki penyimpanan bahan baku, T – 01 (Metanol 96%)

Fungsi	: Menyimpan bahan baku Metanol 96% selama 1 bulan sebanyak 105.992 Kg
Jenis	: Tangki silinder tegak dan beratap cembung
Kondisi Operasi	: Tekanan = 1 atm Suhu = 30°C
Jumlah	: 1 buah.
Spesifikasi	: Volume : 38.538 gallon : 1.459 m ³ Tinggi : 18 ft Diameter : 60 ft

Tabel 3.1 *shell* tiap course *plate* tangki (T-01)

Plat dari bawah	H (ft) dari bawah	ts (in)	
		Hitung	Standar
1	18	0,13154	0,1875
2	12	0,12923	0,1875
3	6	0,12692	0,1875

Bahan	: <i>Stainless steel</i>
Tebal <i>shell</i>	: 0,1875 in
Harga	: \$ 129.149

3.2.2. Tangki penyimpanan, T-02 (H₂SO₄ 98%)

Fungsi	: Menyimpan bahan baku H ₂ SO ₄ 98% sebanyak 244.495 kg selama 1 bulan
Jenis	: Tangki silinder tegak dan beratap kerucut
Kondisi Operasi	: Tekanan = 1 atm Suhu = 30°C
Spesifikasi	: Volume : 40.682 gallon : 154 m ³ Tinggi : 12 ft Diameter : 25 ft

Tabel 3.2 *shell* tiap course *plate* tangki (T-02)

Plat dari bawah	H (ft) dari bawah	ts (in)	
		Hitung	Standar
1	12	0,12782	0,1875
2	6	0,12628	0,1875

Bahan	: <i>Stainless steel</i>
Tebal <i>Shell</i>	: 0,1875 in
Jumlah	: 1 buah

Harga : \$ 58.763

3.2.3. Tangki penyimpanan, T-03 (Asam akrilat 94%)

Fungsi : Menyimpan bahan baku Asam akrilat 94%
sebanyak 2.452.053 kg selama 1 bulan

Jenis : Tangki silinder tegak dan beratap kerucut

Kondisi operasi : Tekanan = 1 atm

Suhu = 30°C

Spesifikasi : Volume : 2.375.223 gallon
: 8991 m³

Tinggi : 36 ft

Diameter : 100 ft

Tabel 3.3 *shell* tiap course *plate* tangki (T-03)

Plat dari bawah	H (ft) dari bawah	ts (in)	
		Hitung	Standar
1	36	0,15196	0,25
2	30	0,14734	0,25
3	24	0,14271	0,25
4	18	0,13809	0,25
5	12	0,13347	0,25
6	6	0,12885	0,25

Bahan : *Stainless steel*
 Tebal *Shell* : 0,25 in
 Jumlah : 1 buah
 Harga : \$ 158.099

3.2.4. Tangki penyimpanan, T-04 (NaOH 50%)

Tujuan : Menyimpan bahan baku NaOH 50%
 sebanyak 391.192 kg selama 1 bulan
 Jenis : Tangki silinder tegak dan beratap kerucut
 Kondisi operasi : Tekanan = 1 atm
 Suhu = 30°C
 Spesifikasi : Volume : 87.581 gallon
 : 332 m³
 Tinggi : 12ft
 Diameter : 35 ft

Tabel 3.4 *shell* tiap course *plate* tangki (T-04)

Plat dari bawah	H (ft) dari bawah	ts (in)	
		Hitung	Standar
1	12	0,12782	0,1875
2	6	0,12628	0,1875

Bahan : *Stainless steel*
 Tebal *Shell* : 0,1875 in
 Jumlah : 1 buah
 Harga : \$ 76.843

3.2.5. Tangki penyimpanan, T-05 (Metil akrilat 99,5%)

Fungsi : Menyimpan produk metil akrilat 99,5%
 sebanyak 2.724.545 kg selama 1 bulan
 Jenis : Tangki silinder tegak dan beratap cembung
 Kondisi operasi : Tekanan = 1 atm
 Suhu = 30°C
 Spesifikasi : Volume : 866.297 gallon
 : 3.279 m³
 Tinggi : 30 ft
 Diameter : 80 ft

Tabel 3.5 *shell* tiap course *plate* tangki (T-05)

Plat dari bawah	H (ft) dari bawah	ts (in)	
		Hitung	Standar
1	30	0,14361	0,3
2	24	0,13976	0,3

3	18	0,13591	0,3
4	12	0,13206	0,3
5	6	0,12820	0,3

Bahan : *Stainless steel*

Tebal *Shell* : 0,3 in

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 120.862

3.2.6. Reaktor (R-01 & R-02)

Fungsi : Mereaksikan Asam Akrilat sebanyak 3.524 kg/jam dengan metanol sebanyak 3.132 kg/jam untuk menghasilkan metil akrilat sebanyak 3.806 kg /jam

Jenis : Reaktor Alir Tangki Berpengaduk

Jumlah alat : 2 buah

Kondisi Operasi : Tekanan : 1 atm

Suhu : 80°C

Dimensi Reaktor

- Tinggi Reaktor : 7,729 ft
- Diameter
 - ID : 7,729 ft

- OD : 8 ft
- Volume reaktor : 2.259 gallons
- Tebal *shell* : 0,250 in
- Tebal *head* : 0,5 in
- Jenis *head* : *Torispherical dishedhead*
- Bahan : *Stainless steel*
- Suhu masuk : 80°C
- Suhu keluar : 80°C
- Jaket pemanas
 - Jaket pemanas Reaktor 1 :
 - Tebal : 0,25 in
 - Tinggi : 6,629 ft
 - Lebar : 0,651 ft
 - Jaket pendingin Reaktor 2 :
 - Tebal : 0,25 in
 - Tinggi : 6,890 ft
 - Lebar : 0,542 ft

Pengaduk

- Jumlah *baffle* : 4 buah
- Lebar *baffle* : 0,258 ft
- Jenis pengaduk : *six flat blade turbine*

- Jumlah pengaduk : 1 buah
- Diameter pengaduk : 2,576 ft
- Tinggi Pengaduk : 0,151 ft
- Lebar Pengaduk : 0,644 ft
- Tenaga pengaduk : 1,5 Hp
- Jumlah putaran : 6000 rph

Harga : \$ 120.862

3.2.7. Netraliser (N-01)

Fungsi : Menetralkan Asam Sulfat (H_2SO_4) sebanyak 333 kg/jam dengan menggunakan Natrium Hidroksida (NaOH) sebanyak 272 kg/jam agar menghasilkan Na_2SO_4 sebanyak 482 kg/jam.

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

Kondisi Operasi : Tekanan : 1 atm
 Temperatur : 30 °C

Dimensi Netraliser

- Volume : 2666 gallons
- Bahan : *Stainless steel*
- Diameter :

- ID : 7,6860 ft
- OD : 7,7270 ft
- Tinggi : 7,686 ft
- Tebal : 0,250 in
- Suhu masuk : 30°C
- Suhu keluar : 30°C
- Jaket pendingin :
 - Tebal : 0,25 in
 - Tinggi : 7,035 ft
 - Lebar : 0,175 ft

Pengaduk

- Jenis : *six flat blade turbine*
- Diameter Pengaduk : 2,562 ft
- Tinggi Pengaduk : 0,512 ft
- Lebar Pengaduk : 0,640 ft
- Jumlah *baffle* : 4 buah
- Lebar *baffle* : 0,256 ft
- Kecepatan putar : 6000 rph
- Power pengaduk : 1,5 Hp
- Jumlah pengaduk : 1 buah

Jumlah alat : 1 buah

Harga : \$ 67.910

3.2.8. *Decanter (DC)*

Fungsi : Memisahkan larutan fase ringan dengan larutan fase berat dari Netraliser.

Jenis : Tangki silinder horizontal

Jumlah alat : 1 buah

Kondisi operasi : Tekanan : 1 atm

Suhu : 30°C

Waktu pemisahan : 0,2263 menit

Dimensi

- Panjang : 3,7183 ft
- Diameter : 0,7437 ft
- Tebal dinding : 0,1315 in

Bahan penggerak : *Stainless steel*

Harga : \$ 231.462

3.2.9. *Menara Distilasi 01 (MD-01)*

Fungsi : Memisahkan metanol dari produk metil akrilat berdasarkan perbedaan titik didihnya dengan kapasitas umpan masuk 7.358 kg/jam.

Jenis : *Sieve Tray*

Jumlah alat : 1

Kondisi operasi

- Umpan : $P = 1 \text{ atm}$; $T = 81 \text{ }^\circ\text{C}$
- Distilat : $P = 0,9 \text{ atm}$; $T = 66 \text{ }^\circ\text{C}$
- *Bottom* : $P = 1,1 \text{ atm}$; $T = 93 \text{ }^\circ\text{C}$

Dimensi Menara Distilasi :

- Jumlah *plate* = 75 buah
- Diameter Kolom = 3,24807 ft
- Tinggi menara = 98 ft
- Tebal dinding = 1,5 in
- Tebal *head* dan *Bottom* = 0,1875 in

Bahan penggerak : *stainless steel*

Harga : \$ 273.705

3.2.10. Menara Distilasi 02 (MD-02)

Fungsi : Memisahkan produk metil akrilat dari air dan Asam Akrilat berdasarkan perbedaan titik didihnya dengan kapasitas umpan masuk 5.568 kg/jam.

Jenis : *Sieve Tray*

Jumlah alat : 1 buah

Kondisi operasi

- Umpan : P = 1 atm ; T = 93 °C
- Distilat : P = 0,9 atm ; T = 78 °C
- *Bottom* : P = 1,1 atm ; T = 104 °C

Dimensi Menara Distilasi :

- Jumlah *plate* = 68 buah
- Diameter kolom = 5,6334 ft
- Tinggi menara = 89 ft
- Tebal dinding = 1,5 in
- Tebal *head* dan *Bottom* = 0,25 in

Bahan penggerak : *Stainless steel*

Harga : \$ 265.995

3.2.11. Menara Distilasi 03 (MD-03)

Fungsi : Memisahkan produk Asam Akrilat dari air dan Metil akrilat berdasarkan perbedaan titik didihnya dengan kapasitas umpan masuk 1.780kg/jam.

Jenis : *Sieve Tray*

Jumlah alat : 1

Kondisi operasi

- Umpan : P = 1 atm ; T = 104 °C

- Distilat : P = 0,9 atm ; T = 97 °C
- *Bottom* : P = 1,1 atm ; T = 129 °C

Dimensi Menara Distilasi :

- Jumlah *plate* = 33 buah
- Diameter Kolom = 1,9919 ft
- Tinggi menara = 43 ft
- Tebal dinding = 1,5 in
- Tebal *head* dan *Bottom* = 0,25 in

Bahan : *Stainless steel*

Harga : \$ 127.218

3.2.12. *Condenser-01 (CD-01)*

Fungsi : Mengembunkan hasil atas MD-01 sebanyak 6.456 kg/jam dengan air pendingin dari 25°C sampai 30°C.

Jenis : *Shell and Tube Exchanger*

Jumlah Alat : 1 buah

Aliran fluida :

◆ *Shell* = Produk > *Tube* = *Cold water*

Spesifikasi *tube* :

- OD : 0,75 in
- ID *tube* : 0,652 in

- BWG : 18
 - Jumlah *tube* : 766 *tube*
 - *Passes* : 6
 - *Flow area* : 0,1963 ft²
- Spesifikasi *shell* :
- IDs : 35 in
 - *Passes* : 6
 - *Baffle* : 26 in
- Bahan penggerak : *Stainless stell*
- Harga : \$ 95.355

3.2.13. *Condenser-02 (CD-02)*

- Fungsi : Mengembunkan hasil atas MD-02 sebanyak 34.525 kg/jam dengan air pendingin dari 25°C sampai 30°C.
- Jenis : *Shell and Tube Exchanger*
- Jumlah Alat : 1 buah
- Aliran fluida :
- ◆ *Shell* = Produk > *Tube* = *Cold water*
- Spesifikasi *tube* :
- OD : 0,75 in
 - ID *tube* : 0,652 in

- BWG : 18
 - Jumlah *tube* : 1049 *tube*
 - *Passes* : 1
 - *Flow area* : 0,1963 ft²
- Spesifikasi *shell* :
- IDs : 39 in
 - *Passes* : 1
 - *Baffle* : 29 in
- Bahan : *Stainless steel*
- Harga : \$ 106.763

3.2.14. *Condenser-03 (CD-03)*

- Fungsi : Mengembunkan hasil atas MD-02 sebanyak 2.188 kg/jam dengan air pendingin dari 25°C sampai 30°C.
- Jenis : *Shell and Tube Exchanger*
- Jumlah Alat : 1 buah
- Aliran fluida :
- ◆ *Shell* = Produk > *Tube* = *Cold water*
- Spesifikasi *tube* :
- OD : 0,75 in
 - ID *tube* : 0,652 in
 - BWG : 18

- Jumlah *tube* : 640 *tube*
- *Passes* : 2
- *Flow area* : 0,1963 ft²

Spesifikasi *shell* :

- IDs : 31 in
- *Passes* : 2
- *Baffle* : 23 in

Bahan : *Stainless steel*

Harga : \$ 83.839

3.2.15. Reboiler-01 (RB-01)

Fungsi : Menguapkan sebagian hasil bawah MD-01 pada suhu 99°C dengan pemanas *steam* jenuh pada suhu 182°C.

Jenis : *Shell and Tube Kettle Reboiler*

Jumlah Alat : 1 buah

Aliran fluida :

◆ *Shell = Produk* > *Tube = Steam*

Spesifikasi *tube* :

- OD : 0,75 in
- ID *tube* : 0,652 in

- BWG : 18
 - Jumlah *tube* : 824 *tube*
 - *Passes* : 6
 - *Flow area* : 0,1963 ft²
- Spesifikasi *shell* :
- IDs : 37 in
 - *Passes* : 6
 - *Baffle* : 28 in
- Bahan : *Stainless steel*
- Harga : \$ 96.000

3.2.16. Reboiler-02 (RB-02)

- Fungsi : Menguapkan sebagian hasil bawah MD-02 pada suhu 104°C dengan pemanas *steam* jenuh pada suhu 182°C.
- Jenis : *Shell and Tube Kettle Reboiler*
- Jumlah Alat : 1 buah
- Aliran fluida :
- ◆ *Shell* = Produk > *Tube* = *Steam*
- Spesifikasi *tube* :
- OD : 0,75 in

- ID *tube* : 0,652 in
- BWG : 18
- Jumlah *tube* : 1024 *tube*
- *Passes* : 2
- *Flow area* : 0,1963 ft²

Spesifikasi *shell* :

- IDs : 39 in
- *Passes* : 2
- *Baffle* : 29 in

Bahan : *Stainless steel*

Harga : \$ 108.270

3.2.17. Reboiler-03 (RB-03)

Fungsi : Menguapkan sebagian hasil bawah MD-03 pada suhu 135°C dengan pemanas *steam* jenuh pada suhu 182°C.

Jenis : *Shell and Tube Kettle Reboiler*

Jumlah Alat : 1 buah

Aliran fluida :

◆ *Shell* = Produk > *Tube* = *Steam*

Spesifikasi *tube* :

- OD : 0,75 in

- ID *tube* : 0,652 in
- BWG : 18
- Jumlah *tube* : 553 *tube*
- *Passes* : 1
- *Flow area* : 0,1963 ft²

Spesifikasi *shell* :

- IDs : 29 in
- *Passes* : 1
- *Baffle* : 22 in

Bahan : *Stainless steel*

Harga : \$ 77.166

3.2.18. Heater-01 (H-01)

Fungsi : Memanaskan Metanol sebagai umpan masuk reaktor dari suhu 51°C sampai 80°C dengan *steam* pada suhu 127°C.

Jenis : *Double pipe exchanger*.

Pemanas : *Steam* sebanyak 337 lb/jam.

Jumlah Alat : 1 buah

Aliran fluida :

◆ *Annulus = Steam* > *Inner pipe = Cold fluid*

Spesifikasi *Annulus* :

- Ukuran pipa (NPS) : 3
- OD *Inner pipe* (Do) : 3,5 in
- ID *outer pipe* (D) : 3,068 in

Spesifikasi *Inner pipe* :

- Ukuran pipa (NPS) : 2
- OD *Inner pipe* (Do) : 2,38 in
- ID *outer pipe* (D) : 2,067 in

Bahan : *Stainless steel*

Harga : \$ 19.803

3.2.19. Heater-02 (H-02)

Fungsi : Memanaskan Asam Sulfat sebagai umpan masuk reaktor dari suhu 30°C sampai 80°C dengan *steam* pada suhu 127°C.

Jenis : *Double pipe exchanger*.

Pemanas : *Steam* sebanyak 26 lb/jam.

Jumlah Alat : 1 buah

Aliran fluida :

◆ *Annulus = Steam* > *Inner pipe = Cold fluid*

Spesifikasi *Annulus* :

- Ukuran pipa (NPS) : 3
- OD *Inner pipe* (Do) : 3,5 in
- ID *outer pipe* (D) : 3,068 in

Spesifikasi *Inner pipe* :

- Ukuran pipa (NPS) : 2
- OD *Inner pipe* (Do) : 2,38 in
- ID *outer pipe* (D) : 2,067 in

Bahan : *Stainless steel*

Harga : \$ 1.722

3.2.20. *Heater-03 (H-03)*

Fungsi : Memanaskan Asam Akrilat sebagai umpan masuk reaktor dari suhu 36°C sampai 80°C dengan *steam* pada suhu 127°C.

Jenis : *Double pipe exchanger*.

Pemanas : *Steam* sebanyak 377 lb/jam.

Jumlah Alat : 1 buah

Aliran fluida :

◆ *Annulus = Steam* > *Inner pipe = Cold fluid*

Spesifikasi *Annulus* :

- Ukuran pipa (NPS) : 3

- OD *Inner pipe* (Do) : 3,5 in
- ID *outer pipe* (D) : 3,068 in

Spesifikasi *Inner pipe* :

- Ukuran pipa (NPS) : 2
- OD *Inner pipe* (Do) : 2,38 in
- ID *outer pipe* (D) : 2,067 in

Bahan : *Stainless steel*

Harga : \$ 19.049

3.2.21. *Heater-04 (H-04)*

Fungsi : Memanaskan hasil dari Dekanter sebelum masuk Menara Distilasi dari suhu 30°C sampai 81°C dengan *steam* pada suhu 127°C.

Jenis : *Double pipe exchanger*.

Pemanas : *Steam* sebanyak 1.115 lb/jam.

Jumlah Alat : 1 buah

Aliran fluida :

◆ *Annulus = Steam* > *Inner pipe = Cold fluid*

Spesifikasi *Annulus* :

- Ukuran pipa (NPS) : 4
- OD *Inner pipe* (Do) : 4,5 in

- ID *outer pipe* (D) : 4,026 in

Spesifikasi *Inner pipe* :

- Ukuran pipa (NPS) : 3
- OD *Inner pipe* (Do) : 3,5 in
- ID *outer pipe* (D) : 3,068 in

Bahan : *Stainless steel*

Harga : \$ 21.094

3.2.22. Cooler-01 (CL-01)

Fungsi : Mendinginkan umpan reaktor dari suhu 80°C sampai 30°C dengan kecepatan umpan 7.351 kg/jam.

Jenis : *Shell & Tube Exchanger*.

Pendingin : Air sebanyak 105.847 lb/jam.

Jumlah Alat : 1 buah

Aliran fluida :

- ◆ *Shell* = Produk > *Tube* = Air

Spesifikasi *tube* :

- OD : 0,75 in
- ID *tube* : 0,652 in
- BWG : 18
- Jumlah *tube* : 640 *tube*

- *Passes* : 2
- *Flow area* : 0,1963 ft²

Spesifikasi *shell* :

- *IDs* : 31 in
- *Passes* : 2
- *Baffle* : 6,2 in

Bahan : *Stainless steel*

Harga : \$ 87.391

3.2.23. Cooler-02 (CL-02)

Fungsi : Mendinginkan umpan reaktor dari suhu 100°C sampai 30°C dengan kecepatan umpan 3788 kg/jam.

Jenis : *Shell & Tube Exchanger*.

Pendingin : Air sebanyak 63.956 lb/jam.

Jumlah Alat : 1 buah

Aliran fluida :

◆ *Shell* = Produk > *Tube* = Air

Spesifikasi *tube* :

- *OD* : 0,75 in
- *ID tube* : 0,652 in
- *BWG* : 18

- Jumlah *tube* : 234 *tube*
- *Passes* : 8
- *Flow area* : 0,1963 ft²

Spesifikasi *shell* :

- IDs : 21,25
- *Passes* : 8
- *Baffle* : 4,25 in

Bahan : *Stainless steel*

Harga : \$ 69.955

3.2.24. *Accumulator-01 (ACC-01)*

Fungsi : Menampung sementara embunan dari Condensor-01 sebanyak 6.456 kg/jam selama 5 menit.

Jenis : Tangki silinder horizontal.

Jumlah Alat : 1 buah

Spesifikasi :

- Diameter : 0,5993 m
- Panjang : 3,5956 m
- Tebal *shell* : 3/16 in = 0,1875 in
- Tebal *head* : 3/16 in = 0,1875 in

Bahan konstruksi : *Stainless steel*

Harga : \$ 3.874

3.2.25. Accumulator-02 (ACC-02)

Fungsi : Menampung sementara embunan dari Condensor-02 sebanyak 34.525 kg/jam selama 5 menit.

Jenis : Tangki silinder horizontal.

Jumlah Alat : 1 buah

Spesifikasi :

- Diameter : 1,0061 m
- Panjang : 6,0367 m
- Tebal *shell* : 3/16 in = 0,1875 in
- Tebal *head* : 3/16 in = 0,1875 in

Bahan konstruksi : *Stainless steel*

Harga : \$ 9.363

3.2.26. Accumulator-03 (ACC-03)

Fungsi : Menampung sementara embunan dari Condensor-03 sebanyak 2.188 kg/jam selama 5 menit.

Jenis : Tangki silinder horizontal.

Jumlah Alat : 1 buah

Spesifikasi :

- Diameter : 0,3865 m
- Panjang : 2,3190 m
- Tebal *shell* : 3/16 in = 0,1875 in
- Tebal *head* : 3/16 in = 0,1875 in

Bahan konstruksi : *Stainless steel*

Harga : \$ 2.125

3.2.27. Pompa-01 (P-01)

Fungsi : Mengalirkan umpan dari truk pengangkut menuju tangki penyimpanan (T-01) sebanyak 1.472 kg/jam.

Jenis : Pompa sentrifugal

Jumlah : 2 buah

Spesifikasi :

- Volume : 8,188 gpm
- *Head* : 17 ft
- Tenaga pompa : 0,0908 Hp
- Tenaga motor : 0,1300 Hp Standar

Harga : \$ 19

3.2.28. Pompa-02 (P-02)

Fungsi	: Mengalirkan umpan dari truk pengangkut menuju tangki penyimpanan (T-02) sebanyak 340kg/jam.
Jenis	: Pompa sentrifugal
Jumlah	: 2 buah
Spesifikasi	:
• Volume	: 0,856 gpm
• <i>Head</i>	: 9,6799 ft
• Tenaga pompa	: 0,0122 Hp
• Tenaga motor	: 0,0500 Hp Standar
Harga	: \$ 35

3.2.29. Pompa-03 (P-03)

Fungsi	: Mengalirkan umpan dari truk pengangkut menuju tangki penyimpanan (T-03) sebanyak 3.406kg/jam.
Jenis	: Pompa sentrifugal
Jumlah	: 2 buah
Spesifikasi	:
• Volume	: 14 gpm
• <i>Head</i>	: 35 ft
• Tenaga pompa	: 0,4445 Hp

- Tenaga motor : 0,0500 Hp Standar
- Harga : \$ 101

3.2.30. Pompa-04 (P-04)

Fungsi : Mengalirkan umpan dari truk pengangkut menuju tangki penyimpanan (T-04) sebanyak 543 kg/jam.

Jenis : Pompa sentrifugal

Jumlah : 2 buah

Spesifikasi :

- Volume : 1,843 gpm
- *Head* : 11 ft
- Tenaga pompa : 0,0224 Hp
- Tenaga motor : 0,0500 Hp Standar

Harga : \$ 55

3.2.31. Pompa-05 (P-05)

Fungsi : Mengalirkan umpan dari tangki penyimpanan (T-01) menuju ke reaktor (R-01) sebanyak 3.263 kg/jam.

Jenis : Pompa sentrifugal

Jumlah : 2 buah

Spesifikasi	:
• Volume	: 18 gpm
• <i>Head</i>	: 17 ft
• Tenaga pompa	: 0,2114 Hp
• Tenaga motor	: 0,0500 Hp Standar
Harga	: \$ 218

3.2.32. Pompa-06 (P-06)

Fungsi	: Mengalirkan umpan dari tangki penyimpanan (T-02) menuju ke reaktor (R-01) sebanyak 340 kg/jam.
Jenis	: Pompa sentrifugal
Jumlah	: 2 buah
Spesifikasi	:
• Volume	: 0,856 gpm
• <i>Head</i>	: 15 ft
• Tenaga pompa	: 0,0191 Hp
• Tenaga motor	: 0,0500 Hp Standar
Harga	: \$ 35

3.2.33. Pompa-07 (P-07)

Fungsi	: Mengalirkan umpan dari tangki penyimpanan (T-03) menuju ke reaktor (R-01) sebanyak 3.749kg/jam.
Jenis	: Pompa sentrifugal
Jumlah	: 2 buah
Spesifikasi	:
• Volume	: 16 gpm
• <i>Head</i>	: 17 ft
• Tenaga pompa	: 0,2406 Hp
• Tenaga motor	: 0,5000 Hp Standar
Harga	: \$ 200

3.2.34. Pompa-08 (P-08)

Fungsi	: Mengalirkan hasil reaktor 1 (R-01) menuju ke reaktor 2 (R-01) sebanyak 7.351 kg/jam.
Jenis	: Pompa sentrifugal
Jumlah	: 2 buah
Spesifikasi	:
• Volume	: 37 gpm
• <i>Head</i>	: 17 ft
• Tenaga pompa	: 0,4564 Hp

- Tenaga motor : 0,7500 Hp Standar
- Harga : \$ 331

3.2.35. Pompa-09 (P-09)

Fungsi : Mengalirkan hasil reaktor 2 (R-02) menuju ke Netraliser sebanyak 7.351 kg/jam.

Jenis : Pompa sentrifugal

Jumlah : 2 buah

Spesifikasi :

- Volume : 37 gpm
- *Head* : 17 ft
- Tenaga pompa : 0,4655 Hp
- Tenaga motor : 0,7500 Hp Standar

Harga : \$ 330

3.2.36. Pompa-10 (P-10)

Fungsi : Mengalirkan umpan dari tanki (T-04) menuju ke Netraliser sebanyak 543 kg/jam.

Jenis : Pompa sentrifugal

Jumlah : 2 buah

Spesifikasi :

- Volume : 1,843 gpm
- *Head* : 16 ft
- Tenaga pompa : 0,0333 Hp
- Tenaga motor : 0,0500 Hp Standar

Harga : \$ 55

3.2.37. Pompa-11(P-11)

Fungsi : Mengalirkan hasil Netraliser menuju ke Dekanter sebanyak 7.894kg/jam.

Jenis : Pompa sentrifugal

Jumlah : 2 buah

Spesifikasi :

- Volume : 36 gpm
- *Head* : 5,7858 ft
- Tenaga pompa : 0,1697 Hp
- Tenaga motor : 0,2500 Hp Standar

Harga : \$ 327

3.2.38. Pompa-12(P-12)

Fungsi : Mengalirkan hasil atas Dekanter menuju ke Menara Distilasi (MD-01) sebanyak 7.358 kg/jam.

Jenis	: Pompa sentrifugal
Jumlah	: 2 buah
Spesifikasi	:
• Volume	: 28 gpm
• <i>Head</i>	: 37 ft
• Tenaga pompa	: 1,0210 Hp
• Tenaga motor	: 1,5000 Hp Standar
Harga	: \$ 271

3.2.39. Pompa-13 (P-13)

Fungsi	: Mengalirkan hasil atas dari Menara Destilasi (MD-01) sebagai <i>recycle</i> ke reaktor (R-01) sebanyak 3.263 kg/jam.
Jenis	: Pompa sentrifugal
Jumlah	: 2 buah
Spesifikasi	:
• Volume	: 19 gpm
• <i>Head</i>	: 69 ft
• Tenaga pompa	: 0,8396 Hp
• Tenaga motor	: 1,0000 Hp Standar
Harga	: \$ 221

3.2.40. Pompa-14 (P-14)

Fungsi : Mengalirkan hasil bawah dari Menara Destilasi (MD-01) menuju Menara Destilasi (MD-02) sebanyak 5.568 kg/jam.

Jenis : Pompa sentrifugal

Jumlah : 2 buah

Spesifikasi :

- Volume : 27 gpm
- *Head* : 37 ft
- Tenaga pompa : 0,7714 Hp
- Tenaga motor : 1,0000 Hp Standar

Harga : \$ 271

3.2.41. Pompa-15 (P-15)

Fungsi : Mengalirkan hasil atas dari Menara Destilasi (MD-02) sebagai produk menuju ke Tangki (TP-05) sebanyak 3.788 kg/jam.

Jenis : Pompa sentrifugal

Jumlah : 2 buah

Spesifikasi :

- Volume : 19 gpm
- *Head* : 11 ft
- Tenaga pompa : 0,1514 Hp
- Tenaga motor : 0,2500 Hp Standar

Harga : \$ 225

3.2.42. Pompa-16 (P-16)

Fungsi : Mengalirkan hasil bawah dari Menara Destilasi (MD-02) menuju ke Menara Destilasi (MD-03) sebanyak 1.780 kg/jam.

Jenis : Pompa sentrifugal

Jumlah : 2 buah

Spesifikasi :

- Volume : 8,212 gpm
- *Head* : 22 ft
- Tenaga pompa : 0,1428 Hp
- Tenaga motor : 0,2500 Hp Standar

Harga : \$ 133

3.2.43. Pompa-17 (P-17)

Fungsi	: Mengalirkan hasil atas dari Menara Destilasi (MD-03) menuju UPL sebanyak 1.437 kg/jam.
Jenis	: Pompa sentrifugal
Jumlah	: 2 buah
Spesifikasi	:
• Volume	: 6,495 gpm
• <i>Head</i>	: 37 ft
• Tenaga pompa	: 0,1994 Hp
• Tenaga motor	: 0,2500 Hp Standar
Harga	: \$ 116

3.2.44. Pompa-18 (P-18)

Fungsi	: Mengalirkan hasil bawah dari Menara Destilasi (MD-03) sebagai <i>recycle</i> menuju ke Reaktor (R-01) sebanyak 343 kg/jam.
Jenis	: Pompa sentrifugal
Jumlah	: 2 buah
Spesifikasi	:
• Volume	: 1,542 gpm
• <i>Head</i>	: 1,9376 ft

- Tenaga pompa : 0,0025 Hp
- Tenaga motor : 0,0500 Hp Standar

Harga : \$ 484

3.2.45. Pompa-19 (P-19)

Fungsi : Mengalirkan produk dari tangka penyimpanan (T-05) menuju ke truk pengangkut sebanyak 3.788 kg/jam.

Jenis : Pompa sentrifugal

Jumlah : 2 buah

Spesifikasi :

- Volume : 18 gpm
- *Head* : 13 ft
- Tenaga pompa : 0,1815 Hp
- Tenaga motor : 0,3300 Hp Standar

Harga : \$ 221

3.3 Perencanaan Produksi

3.3.1 Kapasitas Perancangan

Pemilihan kapasitas perancangan didasarkan pada kebutuhan metil akrilat di Indonesia, tersedianya bahan baku serta ketentuan kapasitas

minimal. Kebutuhan metil akrilat dari tahun ke tahun mengalami peningkatan. Hal ini menunjukkan pesatnya perkembangan industri kimia di Indonesia. Diperkirakan kebutuhan metil akrilat akan terus meningkat di tahun yang akan datang, sejalan dengan berkembangnya industri - industri yang menggunakan metil akrilat sebagai bahan baku maupun bahan tambahan. Untuk mengantisipasi hal tersebut, maka ditetapkan kapasitas pabrik yang akan didirikan adalah 30.000 ton/ tahun.

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

1. Proyeksi kebutuhan dalam negeri

Berdasarkan data statistik yang diterbitkan oleh BPS dalam “Statistik Perdagangan Indonesia” tentang kebutuhan metil akrilat di Indonesia dari tahun ke tahun cenderung meningkat.

Dengan kapasitas tersebut diharapkan :

- a. Dapat membantu memenuhi kebutuhan dalam negeri.
- b. Dapat menghemat devisa negara yang cukup besar karena laju import metil akrilat dapat ditekan seminimal mungkin.

2. Ketersediaan bahan baku

Kontinuitas ketersediaan bahan baku dalam pembuatan metil akrilat adalah penting dan mutlak yang harus diperhatikan pada

penentuan kapasitas produksi suatu pabrik. Bahan baku metil akrilat termasuk mudah untuk di dapat di Indonesia.

3.3.2 Perencanaan Bahan Baku dan Alat Proses

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

1. Kemampuan Pasar

Dapat dibagi menjadi 2 kemungkinan, yaitu :

- a. Kemampuan pasar lebih besar dibandingkan kemampuan pabrik, maka rencana produksi disusun secara maksimal.
- b. Kemampuan pasar lebih kecil dibandingkan kemampuan pabrik.

Oleh karena itu perlu dicari alternatif untuk menyusun rencana produksi, misalnya :

- 1) Rencana produksi sesuai dengan kemampuan pasar atau produksi diturunkan sesuai kemampuan pasar dengan mempertimbangkan untung dan rugi.
- 2) Mencari daerah pemasaran.

2. Kemampuan Pabrik

Pada umumnya pabrik ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain :

a. Material (bahan baku)

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

b. Manusia (tenaga kerja)

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

c. Mesin (peralatan)

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

BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

4.1 Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi merupakan hal yang sangat penting dalam perancangan suatu pabrik, karena berhubungan langsung dengan nilai ekonomis dari pabrik yang akan didirikan. Pabrik metil akrilat dengan kapasitas produksi 30.000 ton/tahun direncanakan akan didirikan di Kota Cilegon, Provinsi Banten, yang merupakan kawasan industri terpadu.

Pertimbangan dalam pemilihan lokasi pabrik adalah sebagai berikut :

4.1.1 Faktor Utama Penentuan Lokasi Pabrik

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

1. **Ketersediaan Bahan Baku**

Lokasi pabrik sebaiknya dekat dengan penyediaan bahan baku dan pemasaran produk untuk menghemat biaya transportasi. Pabrik juga sebaiknya dekat dengan pelabuhan laut jika ada bahan baku atau produk yang dikirim dari atau ke luar negeri.

Bahan baku pabrik metil akrilat ini adalah asam akrilat diperoleh dari PT. Nippon Shokubai Indonesia, Cilegon dan metanol yang diperoleh dari PT. Kaltim Methanol Industri (KMI), Bontang.

2. Pemasaran

Pemasaran merupakan salah satu hal yang sangat mempengaruhi studi kelayakan proses. Dengan pemasaran yang tepat akan menghasilkan keuntungan dan menjamin kelangsungan proyek. Lokasi di kawasan Bontang relatif strategis untuk pemasaran produk terutama bagi pabrik - pabrik yang menggunakan metil akrilat.

3. Utilitas

Utilitas yang diperlukan adalah air, bahan bakar dan listrik. Kebutuhan air dapat dipenuhi dengan baik dan murah karena kawasan industri ini dekat dengan aliran sungai, yaitu sungai Cidanau. Serta kebutuhan akan bahan bakar dan listrik dapat diperoleh dengan mudah.

4. Tenaga Kerja

Tenaga kerja merupakan modal utama pendirian suatu pabrik. Sebagian besar tenaga kerja yang dibutuhkan adalah tenaga kerja yang berpendidikan kejuruan atau menengah dan sebagian sarjana. Untuk memenuhinya dapat diperoleh dari daerah sekitar lokasi pabrik. Selain itu faktor kedisiplinan dan pengalaman kerja juga menjadi prioritas dalam perekrutan tenaga kerja, sehingga diperoleh tenaga kerja yang berkualitas.

5. Transportasi

Untuk mempermudah lalu lintas produk dan pemasarannya, pabrik didirikan di Cilegon karena lokasi pabrik dekat dengan pelabuhan industri, serta dilengkapi jalan raya yang memadai dan dekat dengan akses jalan tol Jakarta-Merak, sehingga diharapkan pemasaran Metil akrilat baik ke daerah - daerah di pulau Jawa atau ke pulau - pulau lain di Indonesia maupun keluar negeri dapat berjalan dengan baik.

6. Letak Geografis

Cilegon merupakan suatu daerah yang terletak di daerah kawasan industri dan pesisir pantai yang memiliki daerah alam yang sangat menunjang. Daerah Cilegon sendiri terletak di ujung barat pulau Jawa dan lokasi yang dekat dengan Ibukota Indonesia, Jakarta, serta dekat dengan kawasan industri lainnya yang berdiri di Provinsi Jawa Barat dan Provinsi Banten.

Penentuan lokasi pabrik merupakan hal yang sangat penting yang akan menentukan kelancaran perusahaan dalam menjalankan operasinya. Dari pertimbangan tersebut maka area tanah yang tersedia memenuhi persyaratan untuk pembangunan sebuah pabrik.

4.1.2 Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik

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

1. Perluasan *Areal Unit*.

Pemilihan lokasi pabrik berada di kawasan Industri Cilegon, Baten, sehingga memungkinkan adanya perluasan areal pabrik dengan tidak mengganggu pemukiman penduduk.

2. Perizinan

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

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

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

3. Prasarana dan Fasilitas Sosial

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

4.2 Tata Letak Pabrik

Tata letak pabrik adalah tempat kedudukan dari bagian-bagian pabrik yang meliputi tempat bekerjanya karyawan, tempat peralatan, tempat penyimpanan bahan baku dan produk, dan sarana lain seperti utilitas, taman dan tempat parkir. Secara garis besar lay out pabrik dibagi menjadi beberapa daerah utama, yaitu :

1. Daerah administrasi/ perkantoran dan laboratorium

Daerah administrasi merupakan pusat kegiatan administrasi pabrik yang mengatur kelancaran operasi. Laboratorium sebagai pusat pengendalian kualitas dan kuantitas bahan yang akan diproses serta produk yang akan yang dijual.

2. Daerah Proses dan Ruang Kontrol

Merupakan daerah tempat alat-alat proses diletakkan dan proses berlangsung. Ruang control sebagai pusat pengendalian berlangsungnya proses.

3. Daerah pergudangan, umum, bengkel, dan garasi

4. Daerah Utilitas dan *Power Station*

Merupakan daerah dimana kegiatan penyediaan air dan tenaga listrik dipusatkan.

Adapun perincian luas tanah sebagai bangunan pabrik dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.1. Perincian luas tanah dan bangunan pabrik

Lokasi	panjang, m	lebar, m	luas, m ²
Kantor utama	44	14	616
Pos Keamanan/satpam	8	4	32

Lanjutan Tabel 4.1. Perincian luas tanah dan bangunan pabrik

Mess	16	36	576
Parkir Tamu	12	22	264
Parkir Truk	20	12	240
Ruang timbang truk	12	6	72
Kantor teknik dan produksi	20	14	280
Kantin	16	12	192
Bengkel	12	24	288
Unit pemadam kebakaran	16	14	224
Gudang alat	22	10	220
Laboratorium	12	16	192
Utilitas	24	10	240
Area proses	40	35	1400
<i>Control Room</i>	28	10	280
Control Utilitas	10	10	100
Jalan dan taman	60	40	2400
Perluasan pabrik	110	20	2200
Luas Bangunan			5000
Luas Tanah			10104
Total	533	331	

4.3. Tata Letak Alat Proses

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

1. Aliran bahan baku dan produk

Jalannya aliran bahan baku dan produk yang tepat akan memberikan keuntungan ekonomis yang besar, serta menunjang kelancaran dan keamanan produksi.

2. Aliran udara

Aliran udara di dalam dan sekitar area proses perlu diperhatikan kelancarannya. Hal ini bertujuan untuk menghindari terjadinya stagnasi

udara pada suatu tempat berupa penumpukan atau akumulasi bahan kimia berbahaya yang dapat membahayakan keselamatan pekerja, selain itu perlu memperhatikan arah hembusan angin.

3. Pencahayaan

Penerangan seluruh pabrik harus memadai. Pada tempat-tempat proses yang berbahaya atau beresiko tinggi harus diberi penerangan tambahan.

4. Lalu lintas manusia dan kendaraan

Dalam perancangan lay out peralatan, perlu diperhatikan agar pekerja dapat mencapai seluruh alat proses dengan cepat dan mudah agar apabila terjadi gangguan pada alat proses dapat segera diperbaiki, selain itu keamanan pekerja selama menjalankan tugasnya perlu diprioritaskan.

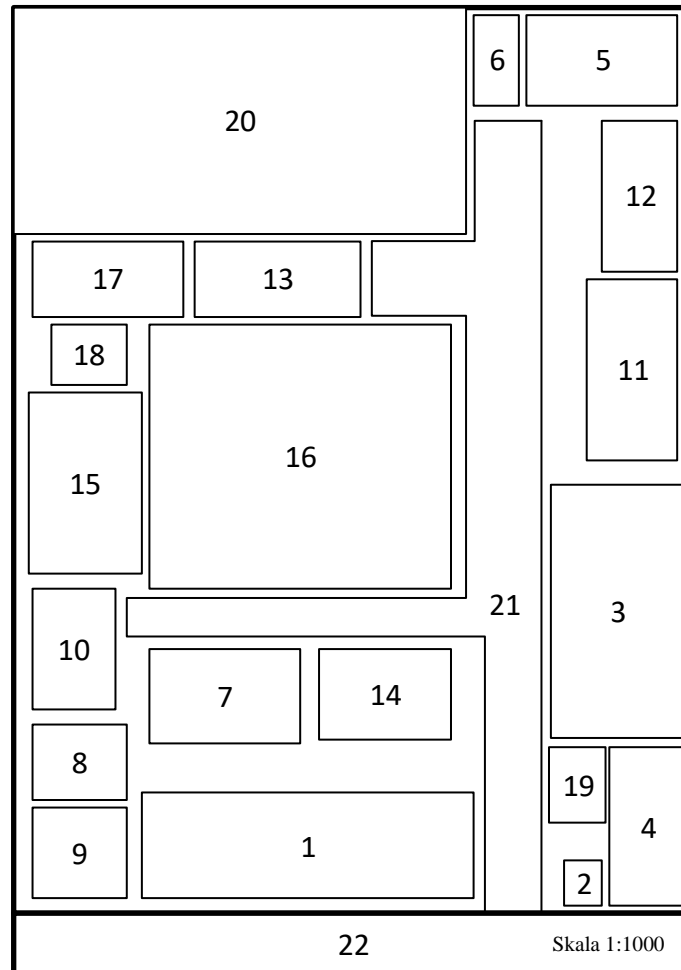
5. Pertimbangan Ekonomi

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

6. Jarak antar 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.

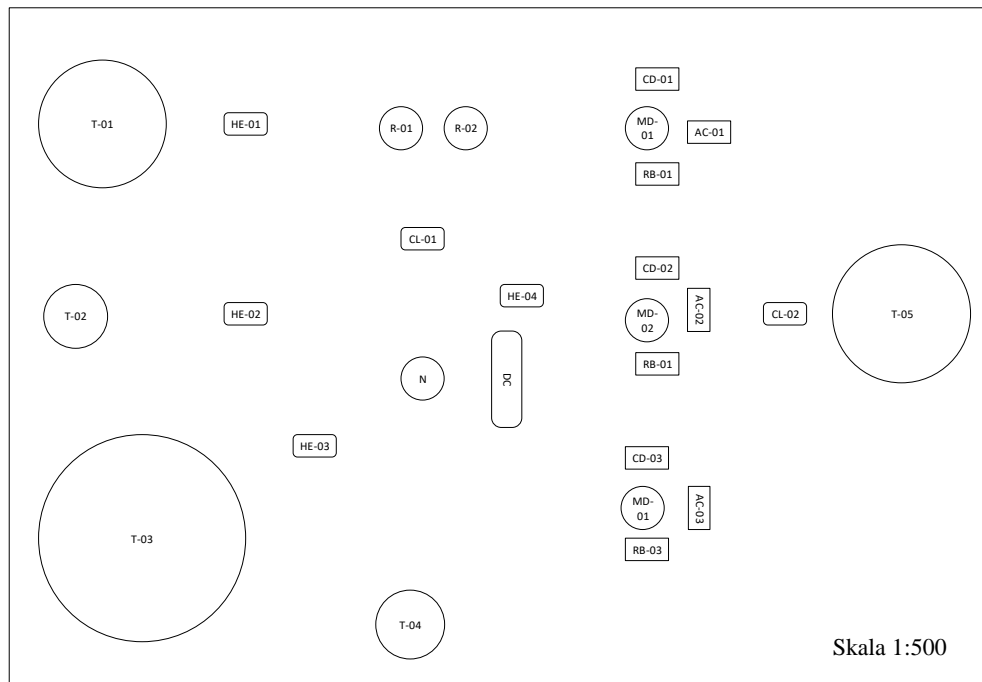
LAY OUT PABRIK METIL AKRILAT



Gambar 4.1 Tata letak Pabrik

Keterangan gambar :

- | | | |
|-------------------------------|------------------|-------------------------|
| 1. Kantor Utama | 8. Klinik | 16. Area Proses |
| 2. Pos Keamanan | 9. Masjid | 17. Kontrol <i>room</i> |
| 3. Mess | 10. Kantin | 18. Kontrol Utilitas |
| 4. Parkir Tamu | 11. Bengkel | 19. Taman |
| 5. Parkir truk | 12. Unit pemadam | 20. Perluasan pabrik |
| 6. Ruang timbang truk | kebakaran | 21. Jalan Pabrik |
| 7. Kantor teknik dan produksi | 13. Gudang alat | 22. Jalan raya |
| | 14. Laboratorium | |
| | 15. Utilitas | |



Gambar 4.2 Tata letak alat proses Pabrik

Keterangan :

T : Tangki

HE : *Heater*

DC : *Decanter*

N : *Neutralizer*

CL : *Cooler*

MD : Menara Destilasi

CD : *Condensor*

AC : *Accumulator*

RB : *Reboiler*

4.4. Alir Proses dan Material

4.4.1 Neraca Massa

4.4.1.1 Neraca Massa Total

Tabel 4.2 Neraca Massa Total

Alat	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)
R-01	7.351	7.351
N-01	7.894	7.894
D-01	7.894	7.894
MD-01	7.358	7.358
MD-02	5.568	5.568
MD-03	1.780	1.780

4.4.1.2 Neraca Massa Setiap Alat

4.4.1.2.1 Mix Point 1

Tabel 4.3 Neraca Massa Mix Point 1

Komponen	Masuk (kg/jam)		Keluar (kg/jam)
	Arus 1	Arus 14 <i>Recycle</i>	Arus 2
Metanol	1.413	1.719	3.132
Metil Akrilat		18	18
Air (H ₂ O)	59	54	113
TOTAL	1.472	1.790	3.263
	3.263		

4.4.1.2.2 Mix Point 2

Tabel 4.4 Neraca Massa Mix Point

Komponen	Masuk (Kg/jam)		Keluar (Kg/jam)
	Arus 3	Arus 29	Arus 5
Asam Akrilat	3.201	322	3.523
Air (H ₂ O)	204	21	225
TOTAL	3.406	343	3.749
	3.749		

4.4.1.2.3 Reaktor (R-01)

Tabel 4.5 Neraca Massa Reaktor 1

Komponen	Masuk (Kg/jam)			Keluar (Kg/jam)
	Arus 2	Arus 4	Arus 5	Arus 6
Asam Akrilat			3.524	1.057
Metanol	3.132			2.036
Metil Akrilat	18			2.964
Air (H ₂ O)	113	6,7915	225	961
H ₂ SO ₄		333		333
TOTAL	3.263	340	3.748	7.351
	7.351			

4.4.1.2.4 Reaktor (R-02)

Tabel 4.6 Neraca Massa Reaktor 2

Komponen	Masuk (Kg/jam)	Keluar (Kg/jam)
	Arus 6	Arus 7
Asam Akrilat	1.057	352
Metanol	2.036	1.723
Metil Akrilat	2964	3.806
Air (H ₂ O)	961	1.137
H ₂ SO ₄	333	333
TOTAL	7.351	7.351

4.4.1.2.5 Neutralizer

Tabel 4.7 Neraca Massa *Neutralizer*

Komponen	Masuk (kg/jam)		Keluar (kg/jam)
	Arus 7	Arus 8	Arus 9
Asam Akrilat	352	-	352
Metanol	1.723	-	1.723
Metil Akrilat	3.806	-	3.806
Air (H ₂ O)	1.137	271	1.531
H ₂ SO ₄	333	-	-
NaOH	-	272	-
Na ₂ SO ₄	-	-	482
TOTAL	7.351	543	7.894
	7.894		

4.4.1.2.6 Decanter

Tabel 4.8 Neraca Massa *Decanter*

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)	
	Arus 9	Arus 10	Arus 11
Asam Akrilat	352	326	27
Metanol	1.723	1.723	
Metil Akrilat	3.806	3.806	
Air (H ₂ O)	1.531	1.504	27
Na ₂ SO ₄	482		482
TOTAL	7.894	7.358	536
		7.894	

4.4.1.2.7 Menara Destilasi 1 (MD-01)

Tabel 4.9 Neraca Massa Menara Destilasi 1

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)	
	Arus 10	Arus 14	Arus 17
Asam Akrilat	326		326
Metanol	1.723	1.719	3.788

Lanjutan Tabel 4.9 Neraca Massa Menara Destilasi 1

Metil Akrilat	3.806	18	3.788
Air (H ₂ O)	1.504	54	1.450
TOTAL	7.358	1.790	5.568
		7.358	

4.4.1.2.8 Condensor 1 (CD-01)Tabel 4.10 Neraca Massa *Condensor 1*

Komponen	Masuk (Kg/jam)	Keluar (Kg/jam)	
	Arus 12	Arus 13	Arus 14
Metanol	6.198	4.479	1.719
Metil Akrilat	65	47	18
Air (H ₂ O)	194	140	54
TOTAL	6.456	4.665	1.791
		6.455,9137	

4.4.1.2.9 Reboiler 1 (RB-01)Tabel 4.11 Neraca Massa *Reboiler 1*

Komponen	Masuk (Kg/jam)	Keluar (Kg/jam)	
	Arus 15	Arus 16	Arus 17
Asam Akrilat	842	517	326
Metanol	9,8027	6,0139	3,7888
Metil Akrilat	9.800	6.012	3.788
Air (H ₂ O)	3.753	2.302	1.451
TOTAL	14.405	8.837	5.568
		14.405	

4.4.1.2.10 Menara Destilasi 2 (MD-02)

Tabel 4.12 Neraca Massa Menara Destilasi 2

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)	
	Arus 17	Arus 20	Arus 23
Asam Akrilat	326		326
Metanol	3,7888	3,7879	
Metil Akrilat	3.788	3.769	19
Air (H ₂ O)	1.450	15	1.435
TOTAL	5.564	3.788	1.780
		5.568	

4.4.1.2.11 Condensor 2 (CD-02)

Tabel 4.13 Neraca Massa Condensor 2

Komponen	Masuk	Keluar	
	(Kg/jam)	(Kg/jam)	
	Arus 18	Arus 19	Arus 20
Metanol	34	30	4
Metil Akrilat	34.352	30.583	3.769
Air (H ₂ O)	138	123	15
TOTAL	34.525	30.737	3.788
		34.525	

4.4.1.2.12 Reboiler 2 (RB-02)

Tabel 4.14 Neraca Massa Reboiler 2

Komponen	Masuk	Keluar	
	(Kg/jam)	(Kg/jam)	
	Arus 21	Arus 22	Arus 23
Asam Akrilat	2.011	1.661	326
Metil Akrilat	110	91	19
Air (H ₂ O)	8.370	6.935	1.435
TOTAL	10.492	8.693	1.780
		10.473	

4.4.1.2.13 Menara Destilasi 3 (MD-03)

Tabel 4.15 Neraca Massa Menara Destilasi 3

Komponen	Masuk	Keluar	
	(Kg/jam)	(Kg/jam)	
	Arus 23	Arus 26	Arus 29
Asam Akrilat	325	3,2557	322
Metil Akrilat	19	19	
Air (H ₂ O)	1.435	1.415	20
TOTAL	1.780	1.437	343
		1.780	

4.4.1.2.14 Condensor 3 (CD-03)

Tabel 4.16 Neraca Massa Condensor 3

Komponen	Masuk	Keluar	
	(Kg/jam)	(Kg/jam)	
	Arus 24	Arus 25	Arus 26
Asam Akrilat	4,9582	1,7025	3,2557
Metil Akrilat	29	9,9039	19
Air (H ₂ O)	2.155	740	1.415
TOTAL	2.188	751	1.437
		2.188	

4.4.1.2.15 Reboiler 3 (RB-03)

Tabel 4.17 Neraca Massa Reboiler 3

Komponen	Masuk	Keluar	
	(Kg/jam)	(Kg/jam)	
	Arus 27	Arus 28	Arus 29
Asam Akrilat	7.211	6.889	322
Air (H ₂ O)	460	440	20
TOTAL	7.671	7.328	343
		7.671	

4.4.2 Neraca Panas

4.4.2.1 Neraca Panas Reaktor 1 (R-01)

Tabel 4.18 Neraca Panas Reaktor 1

Komponen	Masuk, Kj/ jam	Keluar, Kj/ Jam
Asam Akrilat	414.519	124.356
Metanol	391.004	333.516
Metil Akrilat	1.877	415.776
H ₂ O	79.120	234.477
H ₂ SO ₄	26.845	325.49
Beban panas	318.220	
Pemanas		90.912
TOTAL	1.231.585	1.231.585

4.4.2.2 Neraca Panas Reaktor 2 (R-02)

Tabel 4.19 Neraca Panas Reaktor 2

Komponen	Masuk, Kj/ jam	Keluar, Kj/ Jam
Asam Akrilat	124.356	41.452
Metanol	333516	282.206
Metil Akrilat	415.776	533.851
H ₂ O	234.477	277.467
H ₂ SO ₄	32.549	32.549
Beban panas	256.413	
Pemanas		25771
TOTAL	1.193.296	1.193.296

4.4.2.3 Neraca Panas *Neutralizer*

Tabel 4.20 Neraca Panas *Neutralizer*

Komponen	Masuk, Kj/ jam	Keluar, Kj/ Jam
Asam Akrilat	3.656	3.656
Metanol	18.880	18.880
Metil Akrilat	35.095	35.095
H ₂ O	29.544	32.108
H ₂ SO ₄	2.383	
NaOH	696	
Na ₂ SO ₄		24.542
Beban panas	2.485	
Pendingin		3.000
TOTAL	92.739	92.739

4.4.2.4 Neraca Panas Menara Destilasi 1 (MD-01)

Tabel 4.21 Neraca Panas Menara Destilasi 1

Komponen	Masuk Kj/ jam	Keluar	
		Atas, Kj/ Jam	Bawah, Kj/ Jam
Asam Akrilat	39.145		50.105
Metanol	219.836	276.785	621
Metil Akrilat	407.793	1.329	520.761
H ₂ O	353.034	19.440	432.001
Beban kondensor		7.510.243	
Beban <i>Reboiler</i>	7.661.790		
TOTAL	8.681.597	8.681.597	

4.4.2.5 Neraca Panas Menara Destilasi 2 (MD-02)

Tabel 4.22 Neraca Panas Menara Destilasi 2

Komponen	Masuk Kj/ jam	Keluar	
		Atas, Kj/ Jam	Bawah, Kj/ Jam
Asam Akrilat	48.013	36.997	
Metanol	595		691
Metil Akrilat	498.775	1.917	576.583
H ₂ O	414.628	318.971	4.993
Beban kondensor		13.738.437	
Beban <i>Reboiler</i>	13.716.580		
TOTAL	14.678.591	14.678.591	

4.4.2.6 Neraca Panas Menara Destilasi 3 (MD-03)

Tabel 4.23 Neraca Panas Menara Destilasi 3

Komponen	Masuk Kj/ jam	Keluar	
		Atas, Kj/ Jam	Bawah, Kj/ Jam
Asam Akrilat	53.770	507	74.135
Metil Akrilat	2.797	1.169	
H ₂ O	457.507	940.886	20.347
Beban kondensor			
Beban <i>Reboiler</i>	3.846.542	3.323.570	
TOTAL	4.360.615	4.360.615	

4.4.2.7 Neraca Panas *Heater* (HE-01)

Tabel 4.24 Neraca Panas *Heater*

Komponen	Masuk Kj/jam	Keluar Kj/jam
Enthalpi Umpan	294.471	
Enthalpi Keluar		628.181
Beban Panas	333.710	
TOTAL	628.181	628.181

4.4.2.8 Neraca Panas *Heater* (HE-02)

Tabel 4.25 Neraca Panas *Heater*

Komponen	Masuk Kj/jam	Keluar Kj/jam
Enthalpi Umpan	2.525	
Enthalpi Keluar		28.406
Beban Panas	25.881	
TOTAL	28.406	28.406

4.4.2.9 Neraca Panas *Heater* (HE-03)

Tabel 4.26 Neraca Panas *Heater*

Komponen	Masuk Kj/jam	Keluar Kj/jam
Enthalpi Umpan	92.636	
Enthalpi Keluar		466.203
Beban Panas	373.567	
TOTAL	466.203	466.203

4.4.2.10 Neraca Panas *Heater* (HE-04)

Tabel 4.27 Neraca Panas *Heater*

Komponen	Masuk Kj/jam	Keluar Kj/jam
Enthalpi Umpan	105.414	
Enthalpi Keluar		1.209.522
Beban Panas	1.104.107	
TOTAL	1.209.522	1.209.522

4.4.2.11 Neraca Panas *Cooler* (CL-01)

Tabel 4.28 Neraca Panas *Cooler*

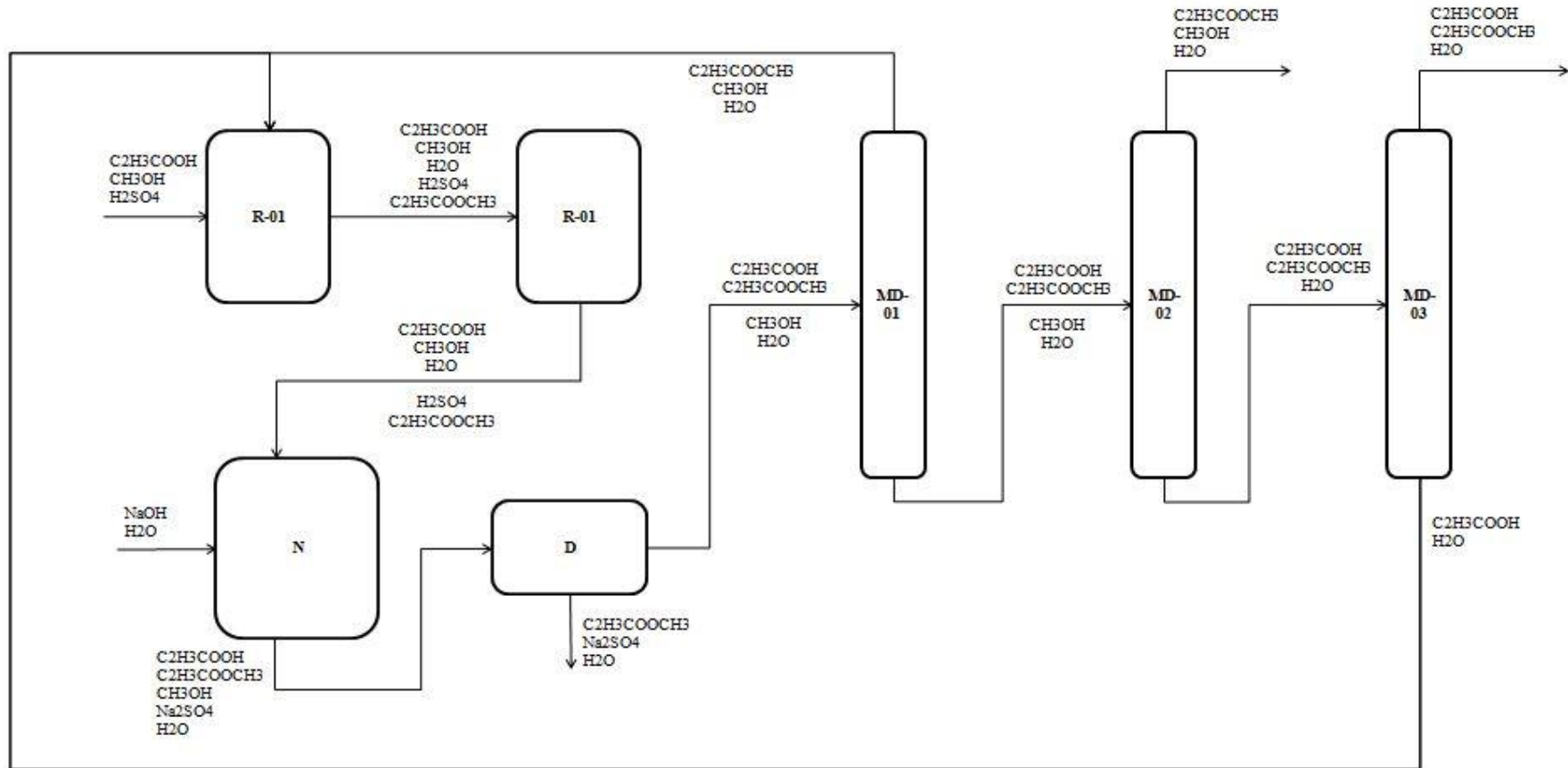
Komponen	Masuk Kj/jam	Keluar Kj/jam
Enthalpi Umpan	1.102.412	
Enthalpi Keluar		97.994
Beban Panas		1.004.418
TOTAL	1.102.412	1.102.412

4.4.2.12 Neraca Panas *Cooler* (CL-02)

Tabel 4.29 Neraca Panas *Cooler*

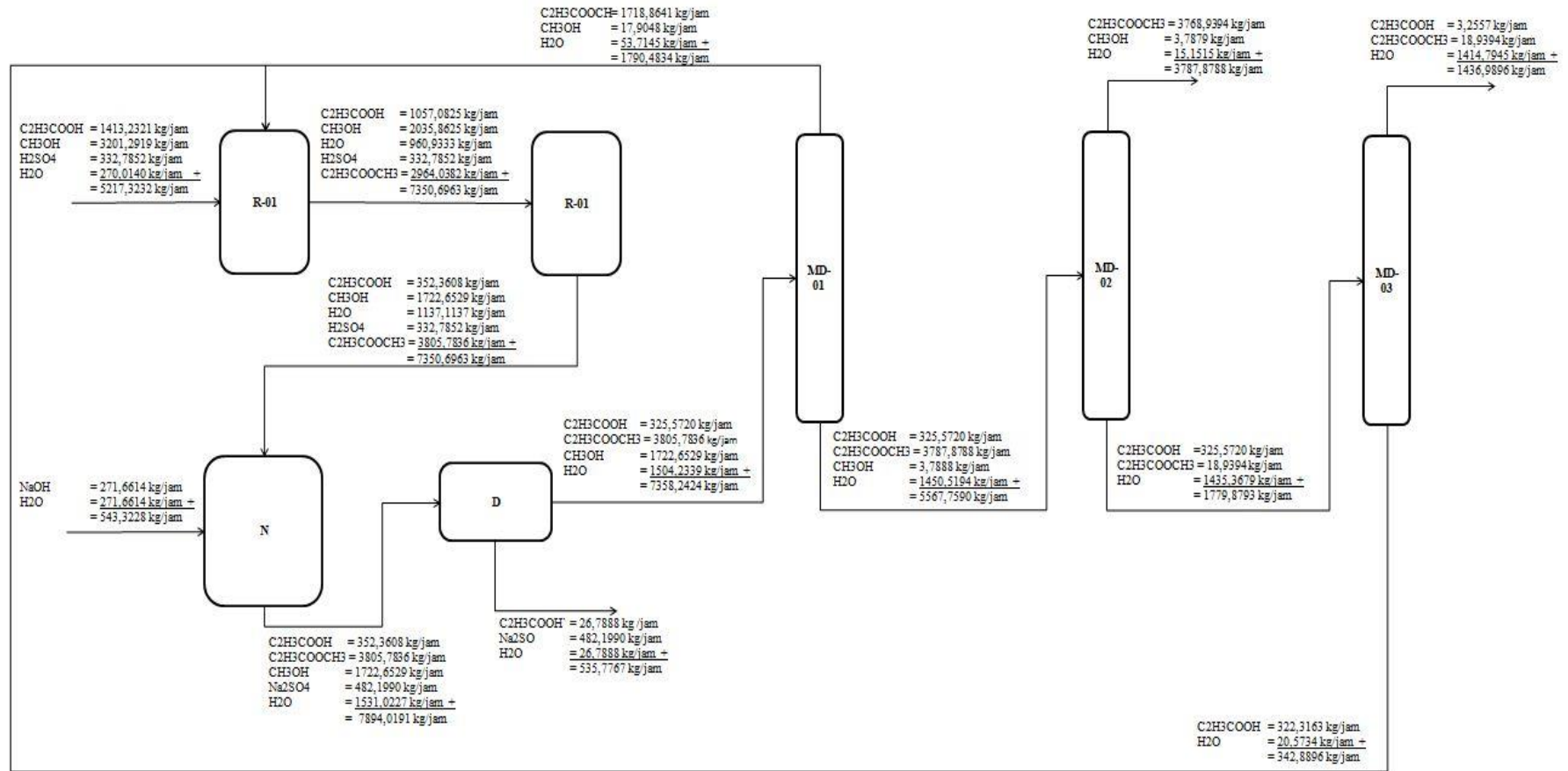
Komponen	Masuk Kj/jam	Keluar Kj/jam
Enthalpi Umpan	648.295	
Enthalpi Keluar		41.401
Beban Panas		606.894
TOTAL	648.295	648.295

4.4.3 Diagram Alir Kualitatif



Gambar 4.3 Diagram Alir Kualitatif Pabrik Metil Akrilat

4.4.4 Diagram Alir Kuantitatif



Gambar 4.4 Diagram Alir Kuantitatif Pabrik Metil Akrilat

4.5. Perawatan (*Maintenance*)

Maintenance berguna untuk menjaga saran 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 terjadwal sesuai dengan buku petunjuk yang ada. Penjadwalan 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 penjadwalan yang dilakukan pada setiap alat. Perawatan mesin tiap-tiap alat meliputi :

1) *Over head* 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.

2) *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.

4.6 Pelayanan Teknik (Utilitas)

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

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

- 1) Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (*Water Treatment System*)
- 2) Unit Pembangkit *Steam* (*Steam Generation System*)
- 3) Unit Pembangkit Listrik (*Power Plant System*)
- 4) Unit Penyedia Udara Instrumen (*Instrument Air System*)
- 5) Unit Penyediaan Bahan Bakar

4.6.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (*Water Treatment System*)

4.6.1.1 Unit Penyediaan Air

Untuk memenuhi kebutuhan air suatu pabrik pada umumnya menggunakan air sumur, air sungai, air danau maupun air laut sebagai sumbernya. Dalam perancangan pabrik metil akrilat ini, sumber air yang digunakan berasal dari daerah aliran sungai Cidanau. Adapun penggunaan air sungai sebagai sumber air dengan pertimbangan sebagai berikut:

- Pengolahan air sungai relatif lebih mudah, sederhana dan biaya pengolahan relatif murah dibandingkan dengan proses pengolahan air laut yang lebih rumit dan biaya pengolahannya umumnya lebih besar.
- Air sungai merupakan sumber air yang kontinuitasnya relatif tinggi, sehingga kendala kekurangan air dapat dihindari.
- 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 temperatur 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 silika.

c) Zat yang menyebabkan *foaming*.

Air yang diambil kembali dari proses pemanasan bisa menyebabkan *foaming* pada *boiler* karena adanya zat-zat organik yang tak larut dalam jumlah besar. Efek pembusaan terutama terjadi pada 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 : Di bawah suhu udara
- Warna : Jernih

- Rasa : Tidak berasa
 - Bau : Tidak berbau
- b) Syarat kimia, meliputi:
- Tidak mengandung zat organik dan anorganik yang terlarut dalam air.
 - Tidak mengandung bakteri.

4.6.1.2 Unit Pengolahan Air

Tahapan - tahapan pengolahan air adalah sebagai berikut :

1) 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 gravitasi dan di *blowdown*

secara berkala dalam waktu yang telah ditentukan. Air baku yang mempunyai *turbidity* sekitar 42 ppm diharapkan setelah keluar *clarifier turbidity*nya akan turun menjadi lebih kecil dari 10 ppm.

2) 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*.

3) 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 :

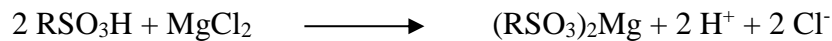
a) *Cation Exchanger*

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⁺*.

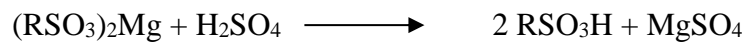
Sehingga air yang keluar dari *cation tower* adalah air yang mengandung *anion* dan *ion H⁺*.

Reaksi:



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

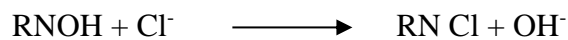
Reaksi:



b) *Anion Exchanger*

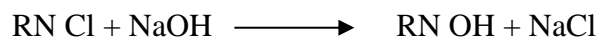
Anion exchanger berfungsi untuk mengikat ion-ion negatif (*anion*) yang terlarut dalam air, dengan resin yang bersifat basa, sehingga *anion-anion* seperti Cl^- akan membantu garam resin tersebut.

Reaksi:



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

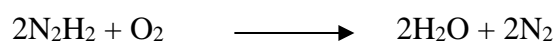
Reaksi:



c) Deaerasi

Dearasi adalah proses pembebasan air umpan ketel dari oksigen (O₂). Air yang telah mengalami demineralisasi (*polish water*) dipompakan ke dalam *deaerator* dan diinjeksikan *hidrazin* (N₂H₄) untuk mengikat oksigen yang terkandung dalam air sehingga dapat mencegah terbentuknya kerak (*scale*) pada *tube boiler*.

Reaksi:



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

4.6.1.3 Kebutuhan Air

1. Kebutuhan Air Pembangkit *Steam*

Tabel 4.30 Kebutuhan Air Pembangkit *Steam*

Nama alat	Jumlah (Kg/jam)
HE-01	153
HE-02	12
HE-03	171
HE-05	506
<i>REBOILER</i> -01	80.641
<i>REBOILER</i> -02	3.794
<i>REBOILER</i> -03	6.878
REAKTOR-01	19
REAKTOR-02	5
Jumlah	92.179

Diperkirakan sebanyak 20% *steam* hilang selama di dalam alat proses, maka Air pembangkit *steam* yang dapat dimanfaatkan kembali sebesar 80%, sehingga

dibutuhkan *make up* air sebesar 20%, maka *make up steam* 20% dari 92.179 kg/jam adalah 6.145 kg/jam.

2. Air Pendingin

Tabel 4.31 Kebutuhan Air Pendingin

Nama alat	Jumlah (kg/jam)
CD-01	357.930
CD-02	660.127
CD-03	155.150
<i>Neutralizer</i>	239
HE-04	48.012
HE-06	29.010
Jumlah	1.250.469

Diperkirakan sebanyak 20% air pendingin hilang selama di dalam alat proses, maka air pendingin yang dapat dimanfaatkan kembali sebesar 80%, sehingga dibutuhkan *make up* air sebesar 20%, maka *make up* air pendingin 20% dari 1.250.469 kg/jam adalah 250.093 kg/jam.

3. Air Untuk Perkantoran dan Rumah Tangga

Dianggap 1 orang membutuhkan air = 150 lt/hari (Sularso,2000)
 Jumlah karyawan = 122 orang

Tabel 4.32 Kebutuhan air untuk perkantoran dan rumah tangga

Penggunaan	Kebutuhan (kg/hari)
Karyawan	812
Perumahan	81
Laboratorium	81
Bengkel	81
Jumlah	1.056

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan air total} &= (6.145,2864 + 250093,9769 + 1056,2500) \text{ kg/jam} \\ &= 269.586\text{kg/jam} \end{aligned}$$

$$\text{Diambil angka keamanan 10\%} = 1,1 \times 269631,4045 = 296.544 \text{ kg/jam}$$

4.6.2 Unit Pembangkit *Steam* (*Steam Generation System*)

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

- Kapasitas : 110.615 kg/jam
- Jenis : *Fire Tube Boiler*
- Jumlah : 3 buah

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

Air dari *water treatment plant* yang akan digunakan sebagai umpan *boiler* terlebih dahulu diatur kadar silika, O₂, Ca dan Mg yang mungkin masih terikut dengan jalan menambahkan bahan - bahan kimia ke dalam *boiler feed water tank*. Selain itu juga perlu diatur pHnya yaitu sekitar 10,5 – 11,5 karena pada pH yang terlalu tinggi korosivitasnya tinggi.

Sebelum masuk ke *boiler*, umpan dimasukkan dahulu ke dalam *economizer*, yaitu alat penukar panas yang memanfaatkan panas dari gas sisa pembakaran minyak residu yang keluar dari *boiler*. Di dalam alat ini air dinaikkan temperaturnya hingga 150°C, kemudian diumpankan ke *boiler*.

Di dalam *boiler*, api yang keluar dari alat pembakaran (*burner*) bertugas untuk memanaskan lorong api dan pipa - pipa api. Gas sisa pembakaran ini masuk ke *economizer* sebelum dibuang melalui cerobong asap, sehingga air di dalam *boiler* menyerap panas dari dinding - dinding dan pipa - pipa api maka air menjadi mendidih. Uap air yang terbentuk terkumpul sampai mencapai tekanan 10 bar, baru kemudian dialirkan ke *steam header* untuk didistribusikan ke area-area proses.

4.6.3 Unit Pembangkit Listrik (*Power Plant System*)

Kebutuhan listrik pada pabrik ini dipenuhi oleh 2 sumber, yaitu PLN dan generator diesel. Selain sebagai tenaga cadangan apabila PLN mengalami gangguan, diesel juga dimanfaatkan untuk menggerakkan power - power yang dinilai penting antara lain *boiler*, kompresor, pompa. Spesifikasi diesel yang digunakan adalah :

- Kapasitas : 300 KW
- Jenis : Generator Diesel
- Jumlah : 1 buah

Prinsip kerja dari generator diesel ini adalah solar dan udara yang terbakar secara kompresi akan menghasilkan panas. Panas ini digunakan untuk memutar poros engkol sehingga dapat menghidupkan generator yang mampu menghasilkan

tenaga listrik. Listrik ini didistribusikan ke panel yang selanjutnya akan dialirkan ke unit pemakai. Pada operasi sehari - hari digunakan listrik PLN 100%. Tetapi apabila listrik padam, operasinya akan menggunakan tenaga listrik dari diesel 100%.

Daftar alat yang membutuhkan listrik contohnya pompa, pengaduk reaktor 1, pengaduk reaktor 2, neutralizer, decanter dan menara destilasi.

4.6.4 Unit Penyediaan Udara Tekan

Udara tekan diperlukan untuk pemakaian alat *pneumatic control*. Total kebutuhan udara tekan diperkirakan 70 m³/jam. Daftar alat yang membutuhkan udara tekan contohnya pompa, reaktor 1, reaktor 2, neutralizer, decanter, accumulator, dan reboiler.

4.6.5 Unit Penyediaan Bahan Bakar

Unit ini bertujuan untuk menyediakan bahan bakar yang digunakan pada generator dan *boiler*. Bahan bakar yang digunakan untuk generator adalah solar (*Industrial Diesel Oil*) yang diperoleh dari PT. Badak, Bontang. Sedangkan bahan bakar yang dipakai pada *boiler* adalah *Residual Oil* no. 6 yang juga diperoleh dari PT. Badak, Bontang.

4.6.6 Peralatan Utilitas

4.6.6.1 Pompa-01 (PU-01)

Fungsi : Mengalirkan air dari sungai menuju bak pengendap awal.

Tipe : *Centrifugal Pump*

Kapasitas : 1.305 gpm

Power Pompa : 1,847 hp

Power Motor : 2 hp

Jumlah : 2 buah

Pemilihan Pipa :

- D nominal : 10 in

- Sch : 40

- ID : 10 in

- *Flow Area per Pipe (at)* : 79 in²

4.6.6.2 Bak Pengendap Awal (BU-01)

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

Tipe : Bak berbentuk empat persegi panjang

Kapasitas : 296.544 kg/jam

Volume Bak : 1.423 m³

Panjang Bak	: 31 m
Lebar	: 15 m
Tinggi	: 3 m
Waktu Tinggal	: 4 jam

4.6.6.3 Pompa – 02 (PU-02)

Fungsi	: Mengalirkan air dari bak pengendap awal (BU-01) menuju tangki flokulator (TF-01)
Tipe	: <i>Centrifugal Pump</i>
Kapasitas	: 1.305 gpm
<i>Power Pompa</i>	: 1,750 hp
<i>Power Motor</i>	: 2 hp
Jumlah	: 2 buah

Pemilihan Pipa :

- D nominal	: 10 in
- Sch	: 40
- ID	: 10 in
- <i>Flow Area per Pipe (at)</i>	: 79 in ²

4.6.6.4 Tangki Flokulator (TFU-01)

Fungsi	: Melarutkan dan membuat campuran yang akan diumpankan ke dalam clarifier (CL-01)
--------	---

Tipe	: Tangki Silinder Vertical
Waktu Tinggal	: ¼ jam
Volume Tangki	: 87 m ³
Diameter Tangki	: 3,813 m
Tinggi Tangki	: 7,626 m

4.6.6.5 Pompa-03 (PU-03)

Fungsi	: Mengalirkan air dari tangki flokulator (TF-01) menuju clarifier (CL-01)
Tipe	: <i>Centrifugal Pump</i>
Kapasitas	: 1.305 gpm
<i>Power Pompa</i>	: 16 hp
<i>Power Motor</i>	: 20 hp
Jumlah	: 2 buah

Pemilihan Pipa :

- D nominal	: 10 in
- Sch	: 40
- ID	: 10 in
- <i>Flow Area per Pipe (at)</i>	: 79 in ²

4.6.6.6 Clarifier (CLU-01)

Fungsi	: Menggumpalkan dan mengendapkan kotoran yang bersifat koloid yang berasal
--------	--

dari bak penampung awal (BU-01)

Tipe	: Tangki Silinder <i>Vertical</i>
Waktu Tinggal	: 4 jam
Volume Tangki	: 1.186 m ³
Diameter Tangki	: 14 m
Kedalaman Tangki	: 6,867 m
Tinggi <i>Cone</i>	: 1,717 m

4.6.6.7 Tangki Tawas

Fungsi	: Menyiapkan dan menyimpan larutan alum 5% untuk 1 minggu operasi
Tipe	: Tangki Silinder <i>Vertical</i>
Jumlah Alat	: 1 buah
Volume Tangki	: 36 m ³
Diameter Tangki	: 2,838 m
Lebari Tangki	: 5,675 m

4.6.6.8 Tangki Larutan Soda Abu [Na₂CO₃]

Fungsi	: Menyiapkan dan menyimpan larutan soda abu 5% untuk 1 minggu operasi
Tipe	: Tangki Silinder <i>Vertical</i>
Jumlah Alat	: 1 buah
Volume Tangki	: 36 m ³

Diameter Tangki	: 1,5580 m
Lebar Tangki	: 3,1161 m

4.6.6.9 Saringan Pasir (SPU-01)

Fungsi	: Menyaring partikel-partikel halus yang belum terendapkan
Tipe	: Bak berbentuk persegi panjang
Jumlah Alat	: 1 buah
Kapasitas	: 1.306gpm
Luas Penampang Saringan	: 52 ft ²
Diameter Tangki	: 2,486 m
- Tinggi Tangki :	
Tumpukan Pasir	: 0,508 m
Tumpukan krikil	: 1,020 m

4.6.6.9 Bak Penampung Air Bersih (BU-02)

Fungsi	: Menampung air bersih berasal dari saringan pasir (SPU-01) dgn waktu tinggal 12 jam.
Tipe	: Bak Berbentuk Empat Persegi Panjang
Jumlah Alat	: 1 buah
Volume Bak	: 4.270 m ³
Panjang Bak	: 53 m

Lebar Bak	: 26 m
Kedalaman Bak	: 3 m
Waktu Tinggal	: 12 jam

4.6.6.10 Pompa-04 (PU-04)

Fungsi : Mengalirkan air dari bak penampung bersih (BU-02) menuju proses pemanasan dan pendinginan dan untuk kebutuhan kantor dan rumah

Tipe : *Centrifugal Pump*

Kapasitas : 1.305 gpm

Power Pompa : 18 hp

Power Motor : 20 hp

Jumlah : 2 buah

Pemilihan Pipa :

- D nominal : 10 in

- Sch : 40

- ID : 10 in

- *Flow Area per Pipe (at)* : 79 in²

4.6.6.11 Tangki Air Rumah Tangga dan Kantor (TU-03)

Fungsi : Menampung air kebutuhan rumah tangga

dan kantor dari bak penampung air bersih (BU-02) dengan waktu tinggal 24 jam.

Tipe	: Tangki Silinder Vertical
Jumlah Alat	: 1 buah
Kapasitas	: 1,056 m ³ /jam
Volume Tangki	: 30 m ³
Diameter Tangki	: 3,382 m
Tinggi Tangki	: 3,382 m

4.6.6.12 Pompa-05 (PU-05)

Fungsi : Mengalirkan air dari bak cooling tower (CT-01) menuju system pendinginan proses kecepatan 5.053 kg/jam.

Tipe	: <i>Centrifugal Pump</i>
Kapasitas	: 1.101 gpm
<i>Power Pompa</i>	: 18,409 hp
<i>Power Motor</i>	: 20 hp
Jumlah	: 2 buah

Pemilihan Pipa :

- D nominal	: 10 in
- Sch	: 40
- ID	: 10,020 in
- <i>Flow Area per Pipe (at)</i>	: 79 in ²

4.6.6.13 Pompa-06 (PU-06)

Fungsi : Mengalirkan air dari alat proses menuju bak cooling tower (CT-01)

Tipe : *Centrifugal Pump*

Kapasitas : 1.101 gpm

Power Pompa : 18,414 hp

Power Motor : 20 hp

Jumlah : 2 buah

Pemilihan Pipa :

- D nominal : 10 in

- Sch : 40

- ID : 10 in

- *Flow Area per Pipe (at)* : 79 in²

4.6.6.14 *Kation Exchanger* (KE-01)

Fungsi : Mengikat *ion* positif yang ada dalam air

Tipe : Tangki silinder tegak yang berisi tumpukan butir-butir resin penukar ion.

Jumlah : 2 buah

Jenis Resin : C-300 dengan notasi RH₂

Kebutuhan H₂SO₄ : 835 kg/tahun

Volume Resin : 2,389 gallon

Diameter Bed Resin	: 1,386 m
Tinggi Bed Resin	: 0,0019 m
Luas Penampang	: 16 ft ²

4.6.6.15 Tangki Larutan H₂SO₄ (TU-05)

Fungsi	: Menyiapkan dan menyimpan larutan H ₂ SO ₄ untuk regenerasi <i>ion exchanger</i>
Tipe	: Tangki Silinder Vertical
Jumlah Alat	: 1 buah
Volume Tangki	: 0,0029 m ³
Diameter Tangki	: 0,306 m
Tinggi Tangki	: 0,619 m

4.6.6.16 Pompa-07 (PU-07)

Fungsi	: Mengalirkan air dari kation <i>exchanger</i> (KE-01) menuju <i>anion exchanger</i> (AN-01)
Tipe	: <i>Centrifugal Pump</i>
Kapasitas	: 81 gpm
<i>Power</i> Pompa	: 0,893 hp
<i>Power</i> Motor	: 1 hp
Jumlah	: 2 buah
Pemilihan Pipa :	
- D nominal	: 3 in

- Sch	: 40
- ID	: 3,068 in
- <i>Flow Area per Pipe (at)</i>	: 7,380 in ²

4.6.6.17 Anion Exchanger (AN-01)

Fungsi	: Mengikat <i>ion</i> negatif yang ada dalam air
Tipe	: Tangki silinder tegak yang berisi tumpukan butir-butir resin penukar ion.
Jenis Resin	: C-500 dengan notasi R(OH) ₂
Kebutuhan NaOH	: 7.593 kg/tahun
Volume Tangki	: 843 gallon
Diameter Bed Resin	: 1.47 m
Tinggi Bed Resin	: 1,270 m
Luas Penampang	: 27 ft
Jumlah	: 2 buah

4.6.6.18 Tangki Larutan NaOH (TU-06)

Fungsi	: Menyiapkan dan menyimpan larutan NaOH untuk regenerasi <i>ion exchanger</i>
Tipe	: Tangki Silinder Vertical
Jumlah Alat	: 1 buah
Volume Tangki	: 0,356 m ³
Diameter Tangki	: 0,61 m

Tinggi Tangki : 1,22 m

4.6.6.19 Pompa-08 (PU-08)

Fungsi : Mengalirkan air dari *anion exchanger* (AE-01) menuju daerator

Tipe : *Centrifugal Pump*

Jumlah Alat : 1 buah

Kapasitas : 81 gpm

Power Pompa : 2,439 hp

Power Motor : 3 hp

Jumlah : 2 buah

Pemilihan Pipa :

- D nominal : 3 in
- Sch : 40
- ID : 3,068 in
- *Flow Area per Pipe (at)* : 7,380 in²

4.6.6.20 Deaerator (DU-01)

Fungsi : Melepaskan gas-gas yang terlarut dalam air seperti O₂, CO₂ dan lain-lain.

Tipe : Tangki silinder tegak yang berisi bahan isian, dimana air disemprotkan dari atas dan udara panas dialirkan dari bawah secara counter current.

Tipe Bahan Isian	: <i>Rascing Ring</i>
Jumlah Alat	: 1 buah
Jenis Bahan Isian	: <i>Stone Ware</i>
Ukuran Bahan Isian	: 0,25 in
Volume Bahan Isian	: 11.704 gallon
Diameter Tangki	: 1,791 m
Tinggi Tangki	: 18 m
Luas Penampang	: 2,517 m ²

4.6.6.21 Pompa-09 (PU-09)

Fungsi	: Mengalirkan air dari daerator menuju
Tipe	: <i>Centrifugal Pump</i>
Kapasitas	: 81 gpm
<i>Power</i> Pompa	: 1,760 hp
<i>Power</i> Motor	: 3 hp
Pemilihan Pipa :	
Jumlah	: 2 buah
- D nominal	: 3 in
- Sch	: 40
- ID	: 3,068 in
- <i>Flow Area per Pipe (at)</i>	: 7,380 in ²

4.6.6.22 Tangki Air Umpan *Boiler* (TU-07)

Fungsi	: Menampung air umpan <i>boiler</i> sebagai air pembuat <i>steam</i> di dalam <i>boiler</i> dengan waktu tinggal 24 jam.
Tipe	: Tangki silinder tegak, dengan penambahan zat hidrazin (N_2H_2) dan NaH_2PO_4 .
Jumlah Alat	: 1 buah
Waktu Tinggal	: 720 jam
Kebutuhan	: 18.435 kg/jam
Volume Tangki	: 529 m ³
Diameter Tangki	: 8,772 m
Tinggi Tangki	: 8,772 m

4.6.6.23 Tangki Larutan Hidrazine (TU-08)

• Hidrazine :	
- Fungsi	: Untuk menghilangkan sisa gas yang terlarut sehingga tidak terjadi korosi.
- Kadar	: 5 ppm
- Kebutuhan	: 61 kg/bulan
Volume Tangki	: 0,724 m ³
Diameter Tangki	: 0,773 m
Tinggi Tangki	: 1,545 m

Jumlah Alat : 1 buah

4.6.6.23 Tangki Larutan NaH₂PO (TU-09)

- NaH₂PO :

- Fungsi : Untuk mencegah timbulnya kerak di *boiler*.

- Kadar : 12-17 ppm, diambil 15 ppm

- Kebutuhan : 182 kg/bulan

Volume Tangki : 1,454 m³

Diameter Tangki : 0,975 m

Tinggi Tangki : 1,950 m

Jumlah Alat : 1 buah

4.6.6.23 Tangki Bahan Bakar (TU-10)

Fungsi : Menyimpan bahan bakar untuk persediaan
1 bulan sebagai bahan bakar *boiler*.

Tipe : Tangki Silinder Vertikal

Jumlah Alat : 1 buah

Waktu Tinggal : 720 jam

Kebutuhan : 7.549 lb/jam

Volume Tangki : 1170 m³

Diameter Tangki : 11 m

Tinggi Tangki : 11 m

4.6.6.24 Cooling Tower (CTU-01)

Fungsi	: Mendinginkan kembali air pendingin yang telah digunakan untuk disirkulasi kembali.
Tipe	: <i>Deck Tower</i>
Jumlah Alat	: 1 buah
Kapasitas	: 1.101 gpm
Area Tower	: 786 ft ²
Tinggi Tower	: 8 m
Power untuk Fan	: 30 hp
Pump hp	: 13 hp

4.6.6.25 Tangki kondensat 1 (TU-11)

Fungsi	: Menampung air hasil <i>recycle</i> pada proses pemanasan
Tipe	: Tangki Silinder Vertikal
Jumlah Alat	: 1 buah
Waktu Tinggal	: 1 jam
Volume Tangki	: 7,793 m ³
Diameter Tangki	: 2,194 m
Tinggi Tangki	: 2,194 m

4.6.6.26 Tangki kondensat 2 (TU-12)

Fungsi	: Menampung air hasil <i>recycle</i> pada proses pemanasan
Tipe	: Tangki Silinder Vertikal
Jumlah Alat	: 1 buah
Waktu Tinggal	: 1 jam
Volume Tangki	: 8,825 m ³
Diameter Tangki	: 2,240 m
Tinggi Tangki	: 2,240 m

4.6.6.27 Tangki kondensat 3 (TU-13)

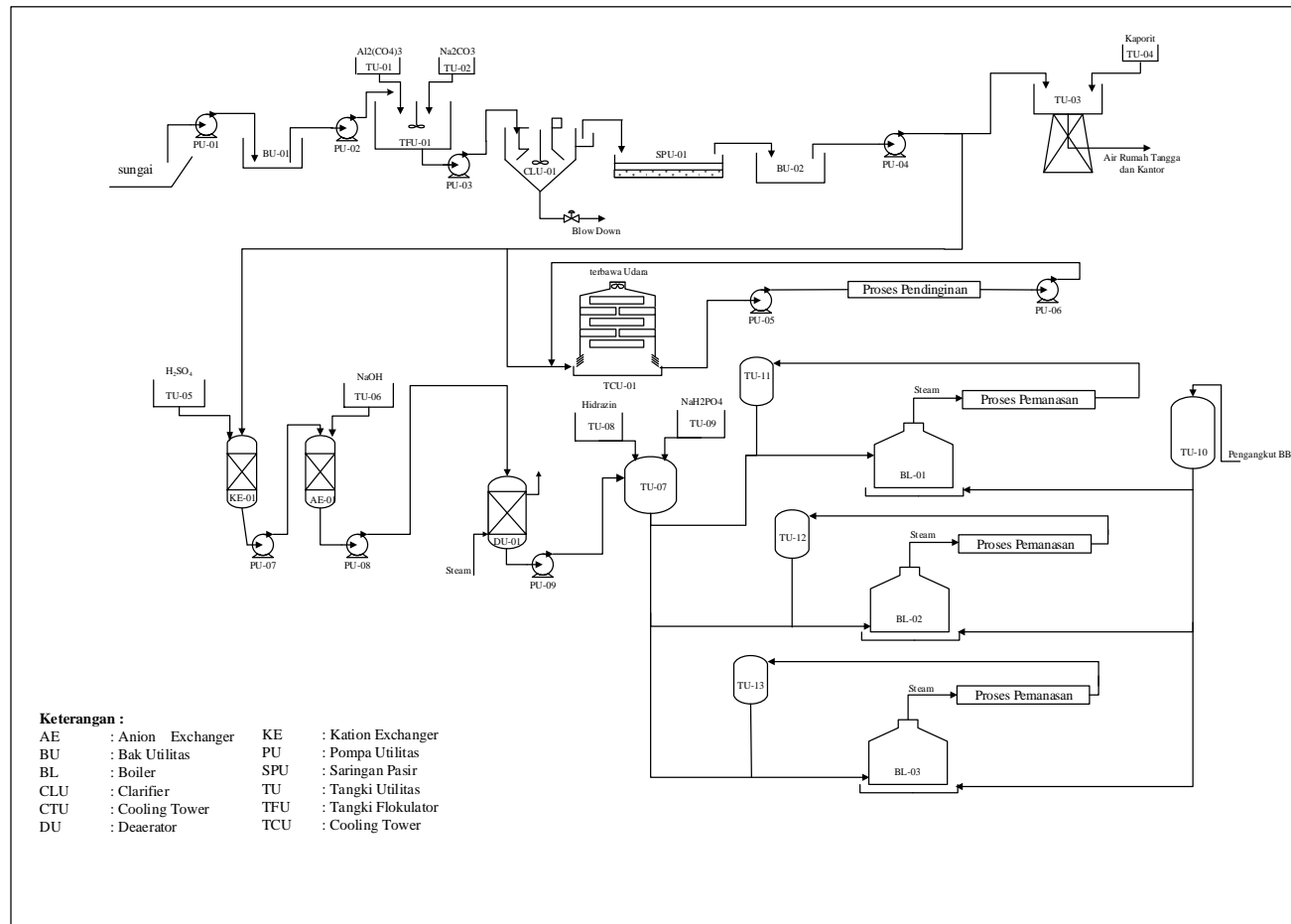
Fungsi	: Menampung air hasil <i>recycle</i> pada proses pemanasan
Tipe	: Tangki Silinder Vertikal
Jumlah Alat	: 1 buah
Waktu Tinggal	: 1 jam
Volume Tangki	: 123 m ³
Diameter Tangki	: 5,393 m
Tinggi Tangki	: 5,393 m

4.6.6.28 Generator

Fungsi	: Menyediakan energi listrik sebagai
--------	--------------------------------------

cadangan apabila listrik PLN padam.

Tipe	: <i>AC Generator</i>
Kapasitas	: 300 Kw
Kebutuhan Bahan Bakar	: 31.396 gallon/tahun
Tegangan	: 220/360 volt
Effisiensi	: 80%
Bahan Bakar	: solar



Gambar 4.5. Diagram Alir Utilitas

4.7 Organisasi Perusahaan

4.7.1 Bentuk Organisasi Perusahaan

Pabrik metil akrilat yang akan didirikan ini direncanakan berbentuk Perseroan Terbatas (PT). Perseroan Terbatas (PT) merupakan bentuk perusahaan yang mendapatkan modalnya dari penjualan saham dimana tiap sekutu turut mengambil bagian sebanyak satu saham atau lebih. Dalam Perseroan Terbatas (PT) pemegang saham hanya bertanggung jawab menyetor penuh jumlah yang disebutkan dalam tiap saham.

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

Alasan dipilihnya bentuk perusahaan (PT) ini adalah didasarkan atas beberapa faktor sebagai berikut :

1. Mudah mendapatkan modal, yaitu dengan menjual saham perusahaan.
2. Tanggung jawab pemegang saham terbatas, sehingga kelancaran produksi hanya dipegang oleh pimpinan perusahaan.
3. Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin, karena tidak terpengaruh berhentinya pemegang saham, direksi beserta stafnya atau karyawan perusahaan.
4. Efisiensi dari manajemen

Para pemegang saham dapat memilih orang yang ahli sebagai dewan komisaris dan direktur yang cukup cakap dan berpengalaman.

5. Lapangan usaha lebih luas

Suatu PT dapat menarik modal yang sangat besar dari masyarakat, sehingga dengan modal ini PT dapat memperluas usahanya.

6. Merupakan badan usaha yang memiliki kekayaan tersendiri yang terpisah dari kekayaan pribadi.

7. Mudah mendapatkan kredit dari bank dengan jaminan perusahaan.

8. Mudah bergerak di pasar global.

Ciri-ciri Perseroan Terbatas (PT) adalah :

1. Perusahaan didirikan dengan akta notaris berdasarkan kitab undang - undang hukum dagang.

2. Pemilik perusahaan adalah pemilik pemegang saham.

3. Biasanya modal ditentukan dalam akta pendirian dan terdiri dari saham - saham.

4. Perusahaan dipimpin oleh direksi yang dipilih oleh para pemegang saham.

5. Pembinaan personalia sepenuhnya diserahkan kepada direksi dengan memperhatikan undang - undang pemburuhan.

4.7.2 Struktur Organisasi Perusahaan

Untuk menjalankan segala aktivitas di dalam perusahaan secara efisien dan efektif, diperlukan adanya struktur organisasi. Struktur organisasi merupakan salah satu unsur yang sangat diperlukan dalam suatu perusahaan. Dengan adanya struktur yang baik maka para atasan dan para karyawan dapat memahami posisi masing - masing. Dengan demikian struktur organisasi suatu perusahaan dapat

menggambarkan bagian, posisi, tugas, kedudukan, wewenang dan tanggung jawab dari masing - masing personil dalam perusahaan tersebut.

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

- a) Perumusan tujuan perusahaan dengan jelas
- b) Pendelegasian wewenang
- c) Pembagian tugas kerja yang jelas
- d) Kesatuan perintah dan tanggung jawab
- e) Sistem pengontrol atas pekerjaan yang telah dilaksanakan
- f) Organisasi perusahaan yang fleksibel.

Dengan berpedoman terhadap azas - azas tersebut, maka diperoleh bentuk struktur organisasi yang baik, yaitu : sistem *line* dan staf. Pada sistem ini, garis kekuasaan sederhana dan praktis. Demikian pula kebaikan dalam pembagian tugas kerja seperti yang terdapat dalam sistem organisasi fungsional, sehingga seorang karyawan hanya bertanggung jawab pada seorang atasan saja. Sedangkan untuk mencapai kelancaran produksi maka perlu dibentuk staf ahli yang terdiri atas orang-orang yang ahli dalam bidangnya. Staf ahli akan memberi bantuan pemikiran dan nasehat pada tingkat pengawas demi tercapainya tujuan perusahaan.

Ada dua kelompok orang-orang yang berpengaruh dalam menjalankan organisasi garis dan staf ini, yaitu :

- 1) Sebagai garis atau *line* yaitu orang-orang yang menjalankan tugas pokok organisasi dalam rangka mencapai tujuan.

- 2) Sebagai staf yaitu orang - orang yang melakukan tugasnya dengan keahlian yang dimilikinya, dalam hal ini berfungsi untuk memberikan saran-saran kepada unit operasional.

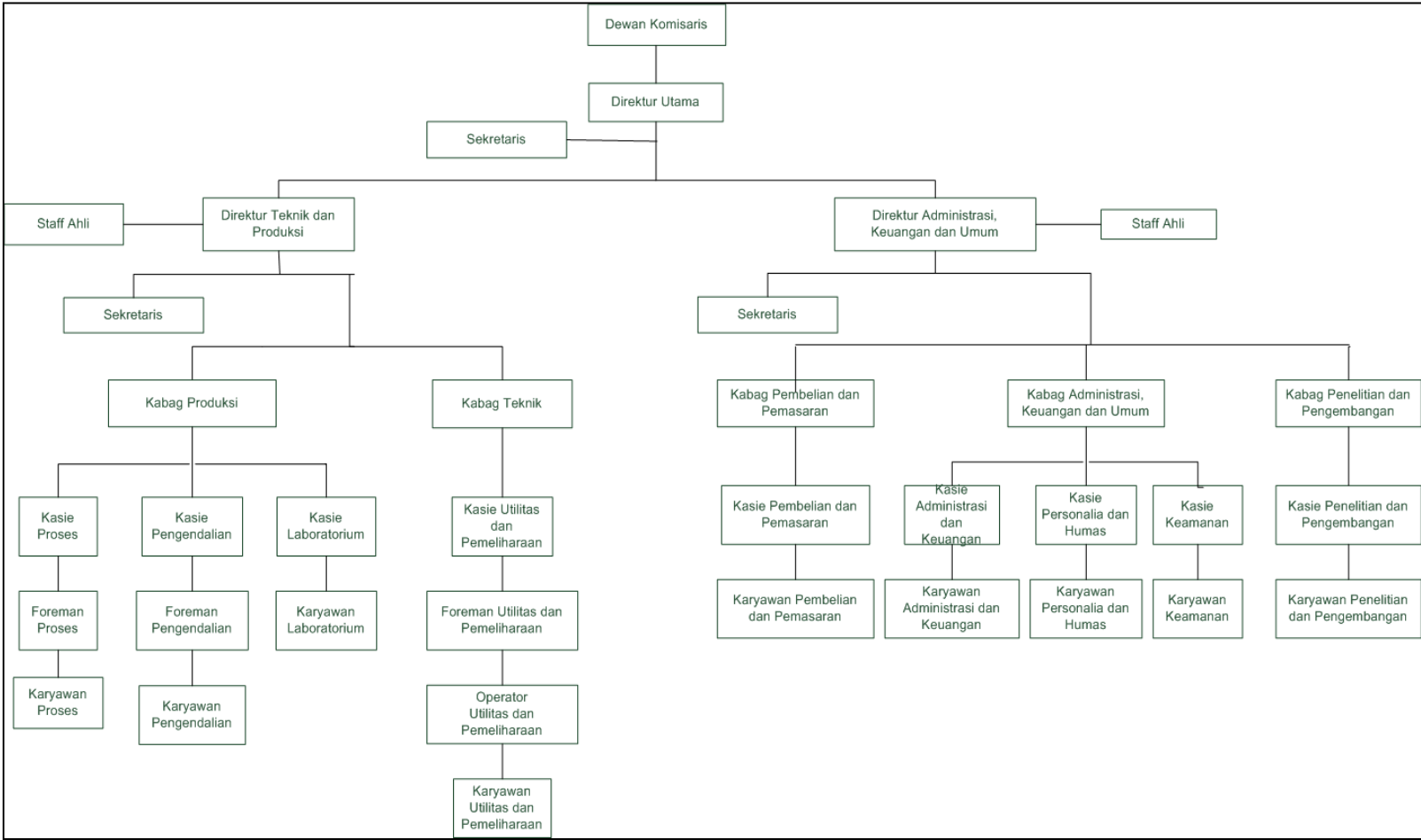
Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan, dalam pelaksanaan tugas sehari-harinya diwakili oleh seorang Dewan Komisaris, sedangkan tugas menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh seorang Direktur Utama yang dibantu oleh Direktur Teknik dan Produksi serta Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum. Dimana Direktur Teknik dan Produksi membawahi bidang produksi, pengendalian, utilitas dan pemeliharaan. Sedangkan Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum membawahi bidang pembelian dan pemasaran, administrasi, keuangan dan umum, serta penelitian dan pengembangan. Direktur ini membawahi beberapa kepala bagian yang bertanggung jawab atas bawahannya sebagai bagian dari pendelegasian wewenang dan tanggung jawab. Masing-masing kepala bagian akan membawahi beberapa seksi yang dikepalai oleh kepala seksi dan masing-masing seksi akan membawahi dan mengawasi para karyawan perusahaan pada masing-masing bidangnya. Karyawan perusahaan akan dibagi dalam beberapa kelompok regu yang dipimpin oleh masing-masing kepala regu, dimana kepala regu akan bertanggung jawab kepada pengawas pada masing-masing seksi.

Sedangkan untuk mencapai kelancaran produksi maka perlu dibentuk staf ahli yang terdiri dari orang-orang yang ahli di bidangnya. Staf ahli akan memberikan bantuan pemikiran dan nasehat kepada tingkat pengawas, demi tercapainya tujuan perusahaan.

Manfaat adanya struktur organisasi tersebut adalah sebagai berikut :

- a) Menjelaskan mengenai pembatasan tugas, tanggung jawab dan wewenang.
- b) Sebagai bahan orientasi untuk pejabat.
- c) Penempatan pegawai yang lebih tepat.
- d) Penyusunan program pengembangan manajemen.
- e) Mengatur kembali langkah kerja dan prosedur kerja yang berlaku bila terbukti kurang lancar.

Berikut gambar struktur organisasi pabrik metil akrilat dari asam akrilat dan Metanol dengan kapasitas 30.000 ton/tahun.



Gambar 4.6 Struktur organisasi perusahaan

4.7.3 Tugas dan Wewenang

4.7.3.1 Pemegang Saham

Pemegang saham adalah beberapa orang yang mengumpulkan dana modal untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi perusahaan yang mempunyai bentuk Perseroan Terbatas (PT) dan menyelenggarakan Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS). Pada RUPS tersebut para pemegang saham berwenang:

- a) Mengangkat dan memberhentikan Dewan Komisaris
- b) Mengangkat dan memberhentikan direktur
- c) Mengesahkan hasil-hasil usaha serta neraca perhitungan untung rugi tahunan dari perusahaan.

4.7.3.2 Dewan Komisaris

Dewan Komisaris merupakan pelaksana tugas sehari - hari daripada pemilik saham, sehingga dewan komisaris akan bertanggung jawab terhadap pemilik saham. Tugas-tugas Dewan Komisaris meliputi :

- a. Menilai dan menyetujui rencana direksi tentang kebijaksanaan umum, target perusahaan, alokasi sumber – sumber dana dan pengarah pemasaran.
- b. Mengawasi tugas - tugas direktur.
- c. Membantu direktur dalam tugas - tugas penting.

4.7.3.3 Dewan Direksi

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

Utama bertanggung jawab kepada Dewan Komisaris atas segala tindakan dan kebijaksanaan yang diambil sebagai pimpinan perusahaan. Direktur Utama membawahi Direktur Teknik dan Produksi serta Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum.

Tugas Direktur Utama antara lain:

- a) Tugas kebijakan perusahaan dan mempertanggungjawabkan pekerjaannya pada pemegang saham pada akhir masa jabatannya.
- b) Menjaga stabilitas organisasi perusahaan dan membuat kontinuitas hubungan yang baik antara pemilik saham, pimpinan, konsumen dan karyawan.
- c) Mengangkat dan memberhentikan kepala bagian dengan persetujuan rapat pemegang saham.
- d) Mengkoordinir kerjasama dengan Direktur Teknik dan Produksi serta Administrasi, Keuangan dan Umum.

Tugas Direktur Teknik dan Produksi antara lain:

- a) Bertanggung jawab kepada Direktur Utama dalam bidang produksi dan teknik.
- b) Mengkoordinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala - kepala bagian yang menjadi bawahannya.

Tugas Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum antara lain:

- a) Bertanggung jawab kepada Direktur Utama dalam bidang administrasi, keuangan dan umum, pembelian dan pemasaran, serta penelitian dan pengembangan.

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

4.7.3.4 Staf Ahli

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

Tugas dan wewenang:

- a) Memberikan nasehat dan saran dalam perencanaan pengembangan perusahaan.
- b) Memperbaiki proses dari pabrik atau perencanaan alat dan pengembangan produksi.
- c) Mempertinggi efisiensi kerja.

4.7.3.5 Kepala Bagian

a. Kepala Bagian Produksi

Bertanggung jawab kepada Direktur Teknik dan Produksi dalam bidang mutu dan kelancaran produksi.

Kepala Bagian Produksi membawahi:

- Seksi Proses

Tugas Seksi Proses meliputi :

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

Tugas Seksi Pengendalian meliputi:

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

- Seksi Laboratorium

Tugas Seksi Laboratorium meliputi:

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

b. Kepala Bagian Teknik

Tugas Kepala Bagian Teknik antara lain:

- Bertanggung jawab kepada Direktur Teknik dan Produksi dalam bidang utilitas dan pemeliharaan.
- Mengkoordinir kepala - kepala seksi yang menjadi bawahannya.

Kepala Bagian Teknik membawahi:

- Seksi Pemeliharaan

Tugas Seksi Pemeliharaan antara lain:

- Melaksanakan pemeliharaan fasilitas gedung dan peralatan *table* pabrik.
- Memperbaiki kerusakan peralatan pabrik .
- Seksi Utilitas
Tugas Seksi Utilitas antara lain:
 - Melaksanakan dan mengatur sarana utilitas memenuhi kebutuhan proses, air, *steam*, dan tenaga listrik.

c. Kepala Bagian Pembelian dan Pemasaran

Tugas Kepala Bagian Pembelian dan Pemasaran antara lain:

- Bertanggung jawab kepada Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum dalam bidang pengadaan bahan baku dan pemasaran hasil produksi.
- Mengkoordinir kepala - kepala seksi yang menjadi bawahannya.

Kepala bagian pembelian dan pemasaran membawahi:

- Seksi Pembelian
Tugas Seksi Pembelian antara lain:
 - Melaksanakan pembelian barang dan peralatan yang dibutuhkan perusahaan.
 - Mengetahui harga pemasaran dan mutu bahan baku serta mengatur keluar masuknya bahan dan alat dari gudang.
- Seksi Pemasaran
Tugas Seksi Pemasaran antara lain:

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

d. Kepala Bagian Administrasi, Keuangan dan Umum

Tugas Kepala Bagian Administrasi, Keuangan dan Umum antara lain:

- Bertanggung jawab kepada Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum dalam bidang administrasi dan keuangan, personalia dan humas, serta keamanan.
- Mengkoordinir kepala - kepala seksi yang menjadi bawahannya.

Kepala bagian administrasi, keuangan dan umum membawahi:

- Seksi Administrasi dan Keuangan

Tugas Seksi Administrasi dan Keuangan antara lain:

- Menyelenggarakan pencatatan hutang piutang, administrasi persediaan kantor dan pembukuan serta masalah pajak.

- Seksi Personalia

Tugas Seksi Personalia antara lain:

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

- Seksi Humas

Tugas Seksi Humas antara lain:

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

- Seksi Keamanan

Tugas Seksi Keamanan antara lain:

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

e. Kepala Bagian Penelitian dan Pengembangan

Tugas Kepala Bagian Penelitian dan Pengembangan antara lain:

- Bertanggung jawab kepada Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum dalam bidang penelitian dan pengembangan produksi.
- Mengkoordinir kepala - kepala seksi yang menjadi bawahannya.

Kepala Bagian Penelitian dan Pengembangan membawahi:

- Seksi Penelitian
- Seksi Pengembangan

4.7.3.6 Kepala Seksi

Kepala seksi adalah pelaksana pekerjaan dalam lingkungan bidangnya sesuai dengan rencana yang telah diatur oleh kepala bagian masing-masing agar diperoleh hasil yang maksimum dan efektif selama berlangsungnya proses produksi. Setiap kepala seksi bertanggung jawab terhadap kepala bagiannya masing-masing sesuai dengan seksinya.

4.7.3.7 Status Karyawan

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

a) Karyawan Tetap

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 yang diangkat dan diberhentikan tanpa Surat Keputusan Direksi dan mendapat upah harian yang dibayar tiap akhir pekan.

c) Karyawan Borongan

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

4.7.3.8 Pembagian Jam Kerja Karyawan

Pabrik ini direncanakan beroperasi 330 hari dalam 1 tahun dan 24 jam per hari. Sisa hari yang bukan hari libur digunakan untuk perbaikan atau perawatan dan *shut down*. Sedangkan pembagian jam kerja karyawan digolongkan dalam dua golongan, yaitu :

a) Karyawan *Non Shift*

Karyawan *non shift* adalah para karyawan yang tidak menangani proses produksi secara langsung. Yang termasuk para karyawan *non shift* adalah : Direktur Utama, Direktur Teknik dan Produksi, Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum, Kepala Bagian serta bawahan yang berada di kantor. Karyawan *non shift* dalam satu minggu bekerja selama 6 hari dengan jam kerja sebagai berikut :

Jam kerja	: Senin – Jumat	: jam 07.00 – 16.00
	Jumat	: jam 07.00 – 17.00
Jam istirahat	: Senin – Kamis	: jam 12.00 – 13.00
	Jumat	: jam 11.00 – 13.00

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. Yang termasuk karyawan *shift* ini adalah operator produksi, bagian teknik, bagian gudang dan bagian-bagian yang harus siaga untuk menjaga keselamatan serta keamanan pabrik. Para karyawan akan bekerja secara bergantian sehari

semalam. Karyawan *shift* dibagi dalam 3 *shift* dengan pengaturan sebagai berikut :

- *Shift* pagi : jam 07.00 – 15.00
- *Shift* siang : jam 15.00 – 23.00
- *Shift* malam : jam 23.00 – 07.00

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

Tabel 4.33 Jadwal kerja *shift* tiap regu

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

Keterangan : P = *shift* pagi

S = *shift* siang

M = *shift* malam

L = libur

Kelancaran produksi dari suatu pabrik sangat dipengaruhi oleh faktor kedisiplinan karyawannya. Untuk itu kepada seluruh karyawan diberlakukan presensi dan masalah presensi ini akan digunakan pimpinan perusahaan sebagai dasar dalam mengembangkan karier para karyawan dalam perusahaan.

4.7.4 Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji

4.7.4.1 Jabatan dan Keahlian

Masing-masing jabatan dalam struktur organisasi diisi oleh orang-orang dengan spesifikasi pendidikan yang sesuai dengan jabatan dan tanggung jawab. Jenjang pendidikan karyawan yang diperlukan berkisar dari Sarjana S-1 sampai lulusan SMP. Perinciannya sebagai berikut :

Tabel 4.34 Jabatan dan keahlian

No.	Jabatan	Keahlian
1	Direktur Utama	Magister Teknik Kimia
2	Direktur Teknik dan Produksi	Sarjana Teknik Kimia
3	Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum	Sarjana Ekonomi
4	Staf Ahli	Sarjana Teknik Kimia dan Ekonomi
5	Kepala Bagian Produksi	Sarjana Teknik Kimia
6	Kepala Bagian Teknik	Sarjana Teknik Mesin
7	Kepala Bagian Pembelian dan Pemasaran	Sarjana Ekonomi
8	Kepala Bagian Administrasi, Keuangan dan Umum	Sarjana Ekonomi
9	Kepala Bagian Penelitian dan Pengembangan	Sarjana Teknik Kimia
10	Kepala Seksi Personalia dan Humas	Sarjana Sosial

Lanjutan Tabel 4.34 Jabatan dan keahlian

11	Kepala Seksi Keamanan	Ahli Madya
12	Kepala Seksi Pembelian dan Pemasaran	Sarjana Industri/Ekonomi
13	Kepala Seksi Administrasi dan Keuangan	Sarjana Industri/Ekonomi
14	Kepala Seksi Proses	Sarjana Teknik Kimia
15	Kepala Seksi Pengendalian	Sarjana Teknik Kimia
16	Kepala Seksi Laboratorium	Sarjana Teknik Kimia
17	Kepala Seksi Utilitas dan Pemeliharaan	Sarjana Teknik Kimia
18	Kepala Seksi Penelitian dan Pengembangan	Sarjana Teknik Kimia
19	<i>Foreman</i> Proses	Ahli Madya Teknik Kimia
20	Operator Proses	Ahli Madya Teknik Kimia
21	<i>Foreman</i> Teknik	Ahli Madya Teknik Mesin
22	Operator Teknik	Ahli Madya Teknik Mesin
23	<i>Foreman</i> Utilitas	Ahli Madya Teknik Kimia
24	Operator Utilitas	Ahli Madya Teknik Kimia
25	Karyawan Pembelian dan Pemasaran	Ahli Madya Teknik Industri / Ekonomi
26	Karyawan Administrasi dan Keuangan	Ahli Madya Ekonomi
27	Karyawan Penelitian dan Pengembangan	Ahli Madya Teknik Kimia
28	Karyawan Personalia dan Humas	Ahli Madya Sosial
29	Karyawan Keamanan	Lulusan SMA
30	Karyawan Proses	Ahli Madya Teknik Kimia
31	Karyawan Pengendalian	Ahli Madya Teknik Kimia
32	Karyawan Laboratorium	Ahli Madya Teknik Kimia
33	Karyawan Utilitas dan Pemeliharaan	Ahli Madya Teknik Kimia
34	Sekretaris	Ahli Madya Sekretaris
35	Medis	Dokter
36	Paramedis	Sarjana Keperawatan
37	Sopir	Lulusan SMP
38	<i>Cleaning Service</i>	Lulusan SMP

4.7.4.2 Perincian Jumlah Karyawan

Jumlah karyawan harus disesuaikan secara tepat sehingga semua pekerjaan yang ada dapat diselesaikan dengan baik dan efisien. Penentuan jumlah karyawan dapat dilakukan dengan melihat jenis proses ataupun jumlah unit proses yang ada. Penentuan jumlah karyawan yang berkaitan pada proses produksi dapat dilihat pada tabel 4.35 berikut :

Tabel 4.35 Perincian Jumlah Karyawan Proses

Nama Alat	Σ Unit	Orang/Unit.Shift	Orang/shift
Reaktor	2	0,5	1
<i>Neutralizer</i>	1	0,5	0,5
<i>Decanter</i>	1	0,25	0,25
<i>Heater</i>	4	0,2	0,8
<i>Cooler</i>	2	0,2	0,4
Tangki	5	0,1	0,5
Pompa	19	0,05	0,95
<i>Condensor</i>	1	0,2	0,2
<i>Reboiler</i>	1	0,2	0,2
Menara Destilasi	1	0,5	0,5
Total			5,3

- Jumlah operator untuk alat proses = $5,3 \times 4$ Shift
= 22 Orang
- Jumlah operator utilitas = $0,5 \times$ Jumlah operator produksi
= $0,5 \times 22$ Orang
= 11 Orang

Sehingga total keseluruhan operator lapangan = 22 Orang + 11 Orang
= 33 Orang

Tabel 4.36 Jumlah karyawan

Jabatan	Jmlh
Direktur Utama	1
Direktur Teknik dan Produksi	1
Direktur Keuangan dan Umum	1
Staff Ahli	2
Ka. Bag. Pembelian dan Pemasaran	1
Ka. Bag. Administrasi, Keuangan dan umum	1
Ka. Bag. Teknik	1
Ka. Bag. Produksi	1
Ka. Sek. Personalia dan Humas	1
Ka. Sek. Keamanan	1
Ka. Sek. Pembelian dan Pemasaran	1
Ka. Sek. Administrasi dan Keuangan	1
Ka. Sek. Proses	1
Ka. Sek. Pengendalian	1
Ka. Sek. Laboratorium	1
Ka. Sek. Utilitas dan Pemeliharaan	1
Ka. Sek. Penelitian dan Pengembangan	1
Karyawan Personalia dan Humas	3
Karyawan Keamanan	12
Karyawan Pembelian dan Pemasaran	4
Karyawan Administrasi dan Keuangan	3
Foremen Proses	4
Karyawan Proses	18
Foreman Teknik	2
Karyawan Teknik	8
Foreman Utilitas	2
Karyawan Utilitas	9
Karyawan Pengendalian	5

Lanjutan Tabel 4.36 Jumlah karyawan

Karyawan Laboratorium	4
Karyawan Pemeliharaan	4
Karyawan KKK	6
Sekretaris	3
Medis	1
Paramedis	3
Sopir	6
Cleaning Service	7
Total	122

4.7.4.3 Penggolongan Gaji

Sistem gaji perusahaan ini dibagi menjadi tiga golongan yaitu :

a) Gaji bulanan

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

b) Gaji harian

Gaji ini diberikan kepada karyawan tidak tetap atau buruh harian.

c) Gaji lembur

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

Tabel 4.37 Penggolongan gaji menurut jabatan

Jabatan	Jumlah	Gaji per Bulan (Rp)	Total Gaji (Rp)
Direktur Utama	1	20.000.000,00	20.000.000,00
Direktur Teknik dan Produksi	1	15.000.000,00	15.000.000,00

Lanjutan Tabel 4.37 Penggolongan gaji menurut jabatan

Ka. Bag. Pembelian dan Pemasaran	1	6.000.000,00	6.000.000,00
Ka. Bag. Administrasi, Keuangan dan umum	1	6.000.000,00	6.000.000,00
Ka. Bag. Teknik	1	6.000.000,00	6.000.000,00
Ka. Bag. Produksi	1	6.000.000,00	6.000.000,00
Ka. Sek. Personalia dan Humas	1	4.500.000,00	4.500.000,00
Ka. Sek. Keamanan	1	4.500.000,00	4.500.000,00
Ka. Sek. Pembelian dan Pemasaran	1	4.500.000,00	4.500.000,00
Ka. Sek. Administrasi dan Keuangan	1	4.500.000,00	4.500.000,00
Ka. Sek. Proses	1	4.500.000,00	4.500.000,00
Ka. Sek. Pengendalian	1	4.500.000,00	4.500.000,00
Ka. Sek. Laboratorium	1	4.500.000,00	4.500.000,00
Ka. Sek. Utilitas dan Pemeliharaan	1	4.500.000,00	4.500.000,00
Ka. Sek. Penelitian dan Pengembangan	1	4.500.000,00	4.500.000,00
Karyawan Personalia dan Humas	3	3.500.000,00	10.500.000,00
Karyawan Keamanan	12	3.000.000,00	36.000.000,00
Karyawan Pembelian dan Pemasaran	4	3.500.000,00	14.000.000,00
Karyawan Administrasi dan Keuangan	3	3.500.000,00	10.500.000,00
Foremen Proses	4	3.000.000,00	12.000.000,00
Karyawan Proses	18	3.500.000,00	63.000.000,00
Foreman Utilitas	2	3.000.000,00	6.000.000,00
Karyawan Utilitas	8	3.500.000,00	28.000.000,00
Foreman Teknik	2	3.000.000,00	6.000.000,00
Karyawan Teknik	8	3.500.000,00	28.000.000,00
Karyawan Pengendalian	5	3.500.000,00	17.500.000,00
Karyawan Laboratorium	4	3.500.000,00	14.000.000,00
Karyawan Pemeliharaan	4	3.500.000,00	14.000.000,00
Karyawan KKK	6	3.500.000,00	21.000.000,00
Sekretaris	3	3.500.000,00	10.500.000,00
Medis	1	3.000.000,00	3.000.000,00
Paramedis	3	3.500.000,00	10.500.000,00
Sopir	6	2.800.000,00	16.800.000,00
Cleaning Service	7	2.800.000,00	19.600.000,00
Total	122		465.900.000,00

4.7.5 Kesejahteraan Sosial Karyawan

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

1) Tunjangan

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

2) Cuti

- a) Cuti tahunan diberikan kepada setiap karyawan selama 12 hari kerja dalam satu (1) tahun.
- b) Cuti sakit diberikan kepada setiap karyawan yang menderita sakit berdasarkan keterangan dokter.

3) Pakaian Kerja

Pakaian kerja diberikan kepada setiap karyawan sejumlah 3 pasang untuk setiap tahunnya.

4) Pengobatan

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

- b) Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit yang tidak diakibatkan oleh kecelakaan kerja diatur berdasarkan kebijaksanaan perusahaan.

5) Asuransi Tenaga Kerja

Asuransi diberikan oleh perusahaan bila jumlah karyawan lebih dari 10 orang dengan gaji karyawan Rp 3.000.000,00 per bulan.

Fasilitas untuk kemudahan bagi karyawan dalam melaksanakan aktivitas selama di pabrik antara lain:

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

4.8 Manajemen Produksi

Manajemen produksi merupakan salah satu bagian dari manajemen perusahaan yang fungsi utamanya adalah menyelenggarakan semua kegiatan untuk memroses 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 ke arah yang sesuai.

a. Perencanaan Produksi

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

1. Kemampuan Pasar

Dapat dibagi dua kemungkinan :

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

Ada tiga alternatif yang dapat diambil :

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

2. Kemampuan Pabrik

Pada umumnya kemampuan pabrik ditentukan oleh beberapa faktor antara lain :

a. Material (Bahan Baku)

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

b. Manusia (Tenaga Kerja)

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

c. 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.

b. 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 standard dan jumlah produksi yang sesuai dengan rencana serta waktu yang tepat sesuai jadwal. Untuk itu perlu dilaksanakan pengendalian produksi sebagai berikut :

1. 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.

2. Pengendalian kuantitas

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

3. Pengendalian waktu

Untuk mencapai kuantitas tertentu perlu adanya waktu tertentu pula.

4. Pengendalian bahan proses

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

4.9 Evaluasi Ekonomi

Dalam pra rancangan pabrik diperlukan analisa ekonomi untuk mendapatkan perkiraan (*estimation*) tentang kelayakan investasi modal dalam suatu kegiatan produksi suatu pabrik, dengan meninjau kebutuhan modal investasi, besarnya laba yang diperoleh, lamanya modal investasi dapat dikembalikan dan terjadinya titik impas dimana total biaya produksi sama dengan keuntungan yang diperoleh. Selain itu analisa ekonomi dimaksudkan untuk mengetahui apakah pabrik yang akan didirikan dapat menguntungkan dan layak atau tidak untuk didirikan. Dalam evaluasi ekonomi ini faktor - faktor yang ditinjau adalah :

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

Sebelum dilakukan analisa terhadap kelima faktor tersebut, maka perlu dilakukan perkiraan terhadap beberapa hal sebagai berikut :

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

Meliputi :

- a. Modal tetap (*Fixed Capital Investment*)
- b. Modal kerja (*Working Capital Investment*)

2. Penentuan biaya produksi total (*Total Production Cost*)

Meliputi :

- a. Biaya pembuatan (*Manufacturing Cost*)

- b. Biaya pengeluaran umum (*General Expenses*)
3. Pendapatan modal

Untuk mengetahui titik impas, maka perlu dilakukan perkiraan terhadap :

- a. Biaya tetap (*Fixed Cost*)
- b. Biaya variabel (*Variable Cost*)
- c. Biaya mengambang (*Regulated Cost*)

4.9.1 Penaksiran Harga Peralatan

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

Pabrik metil akrilat beroperasi selama satu tahun produksi yaitu 330 hari, dan tahun evaluasi pada tahun 2014. Di dalam analisa ekonomi harga – harga alat maupun harga – harga lain di perhitungkan pada tahun analisa. Untuk mencari harga pada tahun analisa, maka dicari index pada tahun analisa.

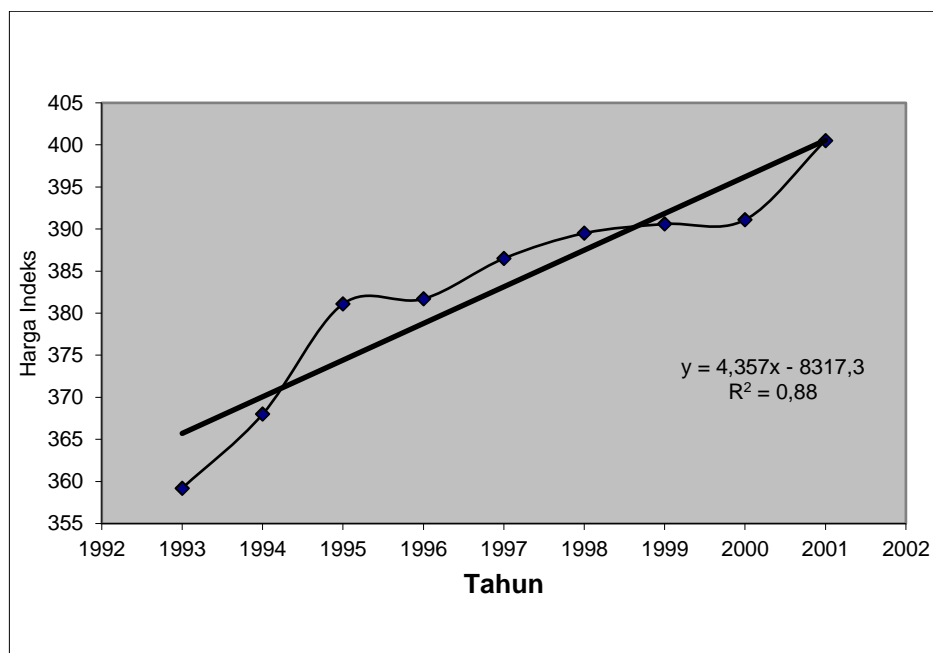
Harga indeks tahun 2014 diperkirakan secara garis besar dengan menggunakan data indeks dari tahun 1993 sampai 2001, dicari dengan persamaan regresi linier.

Tabel 4.38 Harga indeks

Tahun	Y (indeks)	X (tahun-ke)
1993	359,20	1
1994	368,00	2
1995	381,10	3
1996	381,70	4
1997	386,50	5
1998	389,50	6
1999	390,60	7
2000	394,10	8
2001	400,53	9
TOTAL	3451,23	45

Dari data pada Tabel 4.38 di buat data grafik indeks harga yang., yang di mana

:



Gambar 4.7. Indeks harga

Dengan menggunakan Gambar 4.7. Di buat persamaan regresi linier, sehingga diperoleh persamaan:

$$y = 11.99 x + 183.6$$

Dengan menggunakan persamaan di atas dapat di cari harga indeks pada tahun perancangan, dalam hal ini indeks pada tahun 2022 = 492,05

Harga – harga alat dan lainnya di perhitungkan pada tahun evaluasi. Selain itu, harga alat dan lainnya di tentukan juga dengan referensi Peters & Timmerhaus, pada tahun 1990 dan Aries & Newton, pada tahun 1955. Maka harga alat pada tahun evaluasi dapat di cari dengan persamaan :

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

Dalam hubungan ini:

E_x : Harga pembelian pada tahun 2022

E_y : Harga pembelian pada tahun referensi 2014

N_x : Index harga pada tahun 2022

N_y : Index harga pada tahun referensi 2014

4.9.2 Dasar Perhitungan

Kapasitas produksi metil akrilat	= 30.000 ton/tahun
Satu tahun operasi	= 330 hari
Umur pabrik	= 10 tahun
Pabrik didirikan pada tahun	= 2022
Kurs mata uang	= 1 US\$ = Rp 10.000,-
Harga bahan baku (asam akrilat)	= Rp 269.725.872.409
Harga bahan baku (Metanol)	= Rp 46.636.658.456

Harga bahan pembantu :

- Katalis (Asam sulfat) = Rp 5.378.895.762
- NaOH (Sodium Hidroksida) = Rp 6.454.674.914

Harga Jual = Rp 639.000.000.000

4.9.3 Perhitungan Biaya

4.9.3.1 *Capital Investment*

Capital Investment adalah banyaknya pengeluaran – pengeluaran yang di perlukan untuk mendirikan fasilitas – fasilitas pabrik dan untuk mengoperasikannya.

Capital investment terdiri dari:

a. *Fixed Capital Investment*

Fixed Capital Investment adalah biaya yang di perlukan untuk mendirikan fasilitas – fasilitas pabrik.

b. *Working Capital Investment*

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

4.9.3.2 *Manufacturing Cost*

Manufacturing Cost merupakan jumlah *Direct*, *Indirect* dan *Fixed Manufacturing Cost*, yang bersangkutan dalam pembuatan produk.

Menurut Aries & Newton (Tabel 23), *Manufacturing Cost* meliputi :

a. *Direct Cost*

Direct Cost adalah pengeluaran yang berkaitan langsung dengan pembuatan produk.

b. *Indirect Cost*

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

c. *Fixed Cost*

Fixed Cost adalah biaya – biaya tertentu yang selalu di keluarkan baik pada saat pabrik beroperasi maupun tidak atau pengeluaran yang bersifat tetap tidak tergantung waktu dan tingkat produksi.

4.9.3.3 *General Expense*

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

4.9.4 Analisa Kelayakan

Untuk dapat mengetahui keuntungan yang diperoleh tergolong besar atau tidak, sehingga dapat di kategorikan apakah pabrik tersebut potensial atau tidak, maka di lakukan suatu analisa atau evaluasi kelayakan.

Beberapa cara yang di gunakan untuk menyatakan kelayakan adalah:

4.9.4.1 *Percent Return On Investment*

Return On Investment adalah tingkat keuntungan yang dapat di hasilkan dari tingkat investasi yang di keluarkan.

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

4.9.4.2. *Pay Out Time (POT)*

Pay Out Time (POT) adalah :

- Jumlah tahun yang telah berselang, sebelum di dapatkan suatu penerimaan yang melebihi investasi awal atau jumlah tahun yang diperlukan untuk kembalinya *Capital Investment* dengan *profit* sebelum di kurangi depresiasi.
- Waktu minimum teoritis yang di butuhkan untuk pengembalian modal tetap yang di tanamkan atas dasar keuntungan setiap tahun di tambah dengan penyusutan.
- Waktu pengembalian modal yang di hasilkan berdasarkan keuntungan yang di peroleh. Perhitungan ini di perlukan untuk mengetahui dalam berapa tahun investasi yang telah di lakukan akan kembali.

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

4.9.4.3 *Break Even Point (BEP)*

Break Even Point (BEP) adalah :

- Titik impas produksi (suatu kondisi di mana pabrik tidak mendapatkan keuntungan maupun kerugian).
- Titik yang menunjukkan pada tingkat berapa biaya dan penghasilan jumlahnya sama. Dengan BEP kita dapat menentukan harga jual dan jumlah unit yang di jual secara minimum dan berapa harga serta unit penjualan yang harus di capai agar mendapat keuntungan.
- Kapasitas produksi pada saat *sales* sama dengan *total cost*. Pabrik akan rugi jika beroperasi di bawah BEP dan akan untung jika beroperasi diatas BEP.

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

Dalam hal ini:

Fa : *Annual Fixed Manufacturing Cost* pada produksi maksimum

Ra : *Annual Regulated Expenses* pada produksi maksimum

Va : *Annual Variable Value* pada produksi maksimum

Sa : *Annual Sales Value* pada produksi maksimum

4.9.4.4 Shut Down Point (SDP)

Shut Down Point (SDP) adalah :

- Suatu titik atau saat penentuan suatu aktivitas produksi di hentikan. Penyebabnya antara lain *Variable Cost* yang terlalu tinggi, atau bisa

juga karena keputusan manajemen akibat tidak ekonomisnya suatu aktivitas produksi (tidak menghasilkan *profit*).

- Persen kapasitas minimal suatu pabrik dapat mencapai kapasitas produk yang diharapkan dalam setahun. Apabila tidak mampu mencapai persen minimal kapasitas tersebut dalam satu tahun maka pabrik harus berhenti beroperasi atau tutup.
- Level produksi di mana biaya untuk melanjutkan operasi pabrik akan lebih mahal daripada biaya untuk menutup pabrik dan membayar *Fixed Cost*.
- Merupakan titik produksi dimana pabrik mengalami kebangkrutan sehingga pabrik harus berhenti atau tutup.

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

4.9.4.5 Discounted Cash Flow Rate Of Return (DCFR)

Discounted Cash Flow Rate Of Return (DCFR) adalah:

- Analisa kelayakan ekonomi dengan menggunakan DCFR dibuat dengan menggunakan nilai uang yang berubah terhadap waktu dan dirasakan atau investasi yang tidak kembali pada akhir tahun selama umur pabrik.
- Laju bunga maksimal dimana suatu proyek dapat membayar pinjaman beserta bunganya kepada bank selama umur pabrik.
- Merupakan besarnya perkiraan keuntungan yang diperoleh setiap tahun, didasarkan atas investasi yang tidak kembali pada setiap akhir tahun selama umur pabrik.

Persamaan untuk menentukan DCFR :

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

Dimana:

FC : *Fixed capital*

WC : *Working capital*

SV : *Salvage value*

C : *Cash flow*

: *profit after taxes + depresiasi + finance*

n : Umur pabrik = 10 tahun

i : Nilai DCFR

4.9.5 Hasil Perhitungan

Perhitungan rencana pendirian pabrik metil akrilat memerlukan rencana PPC, PC, MC, serta *General Expense*. Hasil rancangan masing-masing disajikan pada tabel sebagai berikut :

Tabel 4.39 *Physical Plant Cost*

No	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Harga alat	40.572.426.131	4.057.242
2	Biaya pemasangan	7.578.929.201	757.892

Lanjutan Tabel 4.39 *Physical Plant Cost*

3	Biaya pemipaan	22.996.451.131	2.299.645
4	Biaya instrumentasi	10.321.625.208	1.032.163
5	Biaya listrik	4.462.966.874	446.297
6	Biaya isolasi	1.622.897.045	162.290
7	Biaya bangunan	3.980.800.000	398.080
8	Biaya tanah	7.078.500.000	707.850
9	Utilitas	7.578.929.201	757.893
Physical Plant Cost (PPC)		106.193.524.793	10.619.352

Tabel 4.40 *Direct Plant Cost (DPC)*

No	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Construction Cost</i> (20%.PEC)	21.238.704.95	2.123.870
Total (DPC + PPC)		127.432.229.752	12.743.223

Tabel 4.41 *Fixed Capital Investment (FCI)*

No	Komponen	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	Direct Plant Cost	127.432.229.752	12.743.223
2	Cotractor's fee	8.920.256.083	892.027
3	Contingency	25.486.445.950	2.548.645
4	Enviromental cost	4.057.242.613	405.724
5	Plant Start Up	446.012.804	44.601
Jumlah		166.342.187.202	16.634.219

Tabel 4.42 *Direct Manufacturing Cost (DMC)*

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1.	<i>Raw Material</i>	328.196.101.540	32.819.610
2.	<i>Labor</i>	2.695.200.000	269.520
3.	<i>Supervisor</i>	774.000.000	77.400
4.	<i>Maintenance</i>	3.326.843.744	332.684
5.	<i>Plant Suplies</i>	499.026.562	49.903
6.	<i>Royalty and Patent</i>	6.390.000.000	639.000
7.	<i>Bahan utilitas</i>	49.229.865.034	49.229.865
	Total	391.111.036.880	39.111.103

Tabel 4.43 *Indirect Manufacturing Cost (IMC)*

No	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Payroll Overhead</i>	404.280.000	40.428
2	<i>Laboratory</i>	269.520.000	26.952
3	<i>Plant Overhead</i>	1.347.600.000	134.760
4	<i>Packaging & Shipping</i>	63.900.000.000	6.390.000
	Total IMC	65.921.400.000	6.592.140

Tabel 4.44 *Fixed Manufacturing Cost (FMC)*

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1.	Depresiasi	13.307.374.976	1.330.737
2.	<i>Propertay tax</i>	1.663.421.872	166.342
3.	Asuransi	1.663.421.872	166.342
	Total	16.634.218.720	1.663.422

Tabel 4.45 *Total Manufacturing Cost (MC)*

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1.	<i>Direct Manufacturing Cost</i>	391.111.036.880	39.111.103
2.	<i>Indirect Manufacturing Cost</i>	65.921.400.000	6.592.140
3.	<i>Fixed Manufacturing Cost</i>	16.634.218.720	1.663.422
	Total	473.666.655.600	47.366.665

Tabel 4.46 *Working Capital (WC)*

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1.	<i>Raw Material Inventory</i>	6.837.418.782	6.837.418
2.	<i>Inproses Inventory</i>	179.419.188	17.941
3.	<i>Product Inventory</i>	21.530.302.527	2.153.030
4.	<i>Extended credit</i>	26.625.000.000	2.662.500
5.	<i>Available cash</i>	43.060.605.055	4.306.060
	<i>Total</i>	98.232.745.552	9.823.274

Tabel 4.47 *General Expense (GE)*

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1.	Administrasi	14.209.999.668	\$1.420.999
2.	<i>Sales expense</i>	52.103.332.116	5.210.333,
3.	<i>Research</i>	18.946.666.224	1.894.667
4.	<i>Finance</i>	10.582.997.310	1.058.300
	<i>Total</i>	95.842.995.318	9.584.300

Tabel 4.48 Total biaya produksi

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1.	<i>Manufacturing Cost</i>	473.666.655.600	47.366.665
2.	<i>General Expense</i>	95.842.995.318	9.584.299
	Total	569.509.650.918	56.950.965

Tabel 4.49 *Fixed cost (Fa)*

No.	Komponen	Harga (Rp)
1.	Depresiasi	13.307.374.976
2.	<i>Property tax</i>	1.663.421.872
3.	Asuransi	1.663.421.872
	Total	16.634.218.720

Tabel 4.50 *Variable cost (Va)*

No	Komponen	Harga (Rp)
1	<i>Raw Material</i>	328.196.101.540
2	<i>Packing n Shipping</i>	63.900.000.000
3	Utilitas	49.229.865.034
4	<i>Royalties & patents</i>	6.390.000.000
	Total Va	447.715.966.574

Tabel 4.51 *Regulated cost (Ra)*

No.	Komponen	Harga (Rp)
1	Gaji karyawan	2.695.200.000
2	<i>Payroll overhead</i>	404.280.000
3	<i>Plant overhead</i>	1.347.600.000

Lanjutan Tabel 4.51 *Regulated cost (Ra)*

4	<i>Supervisi</i>	774.000.000
5	<i>Laboratorium</i>	242.520.000
6	<i>Maintenance</i>	3.326.843.744
7	<i>General expense</i>	91.106.328.762
8	<i>Plant supplies</i>	499.026.562
	<i>Total</i>	100.422.799.068

4.9.6 Analisa Keuntungan

Harga jual produk metil akrilat	= Rp 21.300,00 /kg
<i>Annual Sales (Sa)</i>	= Rp 639.000.000.000
<i>Total Cost</i>	= <u>Rp 569.509.650.918</u>
Keuntungan sebelum pajak	= Rp 69.490.349.082
Pajak Pendapatan	= 50%
Keuntungan setelah pajak	= Rp 34.745.174.541

4.9.7 Hasil Kelayakan Ekonomi

4.9.7.1 Percent Return On Investment (ROI)

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

ROI sebelum pajak = 42 %

ROI sesudah pajak = 21 %

4.9.7.2 Pay Out Time (POT)

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

$$POT \text{ sebelum pajak} = 2,01 \text{ tahun}$$

$$POT \text{ sesudah pajak} = 3,46 \text{ tahun}$$

4.9.7.3 Break Even Point (BEP)

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

$$BEP = 41 \%$$

4.9.7.4 Shut Down Point (SDP)

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

$$SDP = 27 \%$$

4.9.7.5 Discounted Cash Flow Rate (DCFR)

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

$$\text{Fixed Capital Investment} = \text{Rp } 166.342.187.202$$

$$\text{Working Capital} = \text{Rp } 98.232.745.552$$

$$\text{Salvage Value (SV)} = \text{Rp } 13.307.374.976$$

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

$$CF = \text{Rp } 61.003.880.105$$

Discounted cash flow dihitung secara *trial & error*

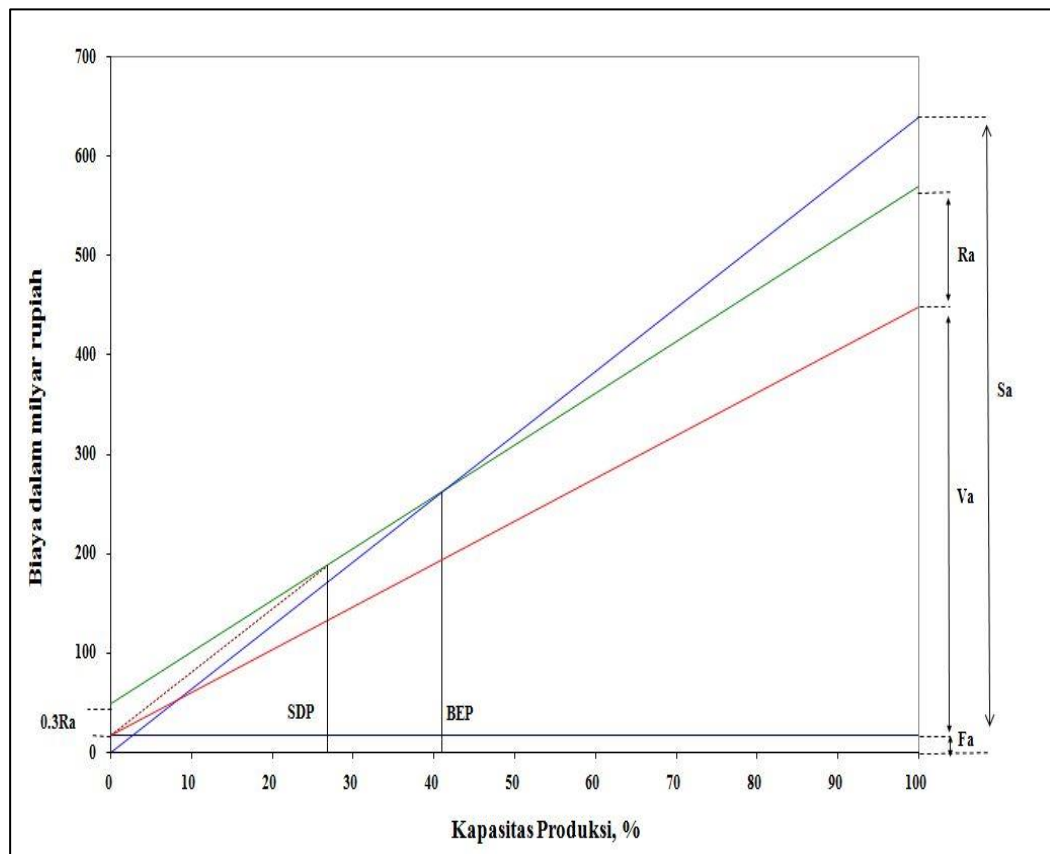
$$R = (FC+WC)(1+i)^N$$

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

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

$$R = S$$

Dengan *trial & error* diperoleh nilai $i = 21,84 \%$



Gambar 4.7 Grafik Hubungan BEP dan SDP Terhadap Kapasitas Produksi

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dalam perancangan pabrik metil akrilat dari asam Akrilat dan methanoldengan kapasitas 30.000 ton/tahun dapat diambil kesimpulan:

1. Berdasarkan tinjauan proses, kondisi operasi, sifat-sifat bahan baku dan produk, serta lokasi pabrik, maka pabrik metil akrilat ini tergolong pabrik beresiko rendah.
2. Pabrik metil akrilat berbentuk didirikan didaerah kawasan industri Cilegon, Jawa Barat dengan luas tanah sebesar10.104 m²dengan jumlah karyawan 122 orang dan beroperasi selama 330 hari/tahun.
3. Pendirian pabrik metil akrilat dengan kapasitas 30.000 ton/tahun dilatarbelakangi 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 eraglobalisasi.
4. Berdasarkan hasil analisis ekonomi adalah sebagai berikut :
 - 1) *Return On Investment* (ROI) :

Presentase ROI sebelum pajak sebesar 42%, dan ROI setelah pajak sebesar 21%. Syarat ROI sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan resiko rendah minimum adalah 11% (Aries & Newton, 1955).

2) *Pay Out Time* (POT) :

POT sebelum pajak selama 2,01 tahun dan POT setelah pajak selama 3,46 tahun. Syarat POT sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan resiko rendah maksimum adalah 5 tahun (Aries & Newton, 1955).

3) *Break Event Point* (BEP) pada 43 %, dan *Shut Down Point* (SDP) pada 27 %. BEP untuk pabrik kimia pada umumnya adalah 40–60%.

4) *Discounted Cash FlowRate* (DCFR) besarnya 22 %. Suku bunga bank saat ini adalah 5,50 % (www.bi.go.id, edisi 15 agustus 2018), syarat minimum DCFR adalah 1,5 dikali suku bunga pinjaman yaitu 8,25% jadi DCFR lebih besar dari suku bunga pinjaman di bank.

Dari hasil analisis ekonomi di atas dapat disimpulkan bahwa pabrik metil akrilat dengan kapasitas 30.000 ton/tahun ini layak dan dapat didirikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aries, R.S., and Newton, R.D., "*Chemical Engineering Cost Estimation*", McGraw Hill Handbook Co., Inc., New York, 1955.
- Biro Pusat Statistik, 2008-2017, "*Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia*", Indonesia foreign, Trade Statistic Import, Yogyakarta
- Brown, G.G., Donal Katz, Foust, A.S., and Schneidewind, R., "*Unit Operation*", Modern Asia Edition, John Wiley and Sons, Inc., New York, 1978.
- Brownell, L.E., and Young, E.H., "*Process Equipment Design*", John Wiley and Sons, Inc., New York, 1959.
- Coulson, J.M., and Richardson, J.F., "*Chemical Engineering*", Vol 1-6, Pergamon Internasional Library, New York, 1983.
- Evans, F.L., "*Equipment Design Handbook for Refineries and Chemical Plants*", Gulf Publishing Company, Book Division, Houston, 1979.
- Faith, W.L., and Keyes, D.B., "*Industrial chemical*", John Wiley and Sons, Inc., New York, 1961.
- Ferlazzo, N., Buzzi, B., dan Ghirga, M., "*Process for The Production Of Methyl Acrylate*", Italia, 1973, <http://google.com/patent.>, Diakses tanggal 9 Maret 2018.
- Fromment, F.G., and Bischoff, B.K., "*Chemical Reactor Analysis and Design*", John Wiley and Sons, Inc., New York, 1979.
- Geankoplis, C.J., "*Transport Process and Unit Operation*", 2nd ed., Allyn and Bacon Inc., Boston, 1983.

- Groggins, P.H., "*Unit Processes in Organics Synthesis*", 5th ed., Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York, 1958.
- Holman, J., "*Heat Transfer*", Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York, 1981.
- Kern, D.Q., "*Process Heat Transfer*", Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York, 1983.
- Kirk, R.E., and Othmer, D.F., "*Encyclopedia of Chemical Technology*", 3rd ed., John Wiley and Sons, Inc., New York, 1983.
- Levenspiel, O., "*Chemical Reaction Engineering*", 2nd ed., John Wiely and Sons, Inc., New York, 1972.
- Ludwig, E.E., "*Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plants*", Gulf Publishing, Co., Houston, 1964.
- Mc Cabe, Smith, J.C., and Harriot, "*Unit Operation of Chemical Engineering*", 4th ed., Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York, 1985.
- Organization for Economic Cooperation and Development, 2002, October. *Screening Information Data Set for n-Butyl acrylate*. Hlm 12.
- Ohrui, T., Yasuhito, Yukinaga, Michio and Tsunejiro, K., "*Process for Continuosly Synthesizing Acrylic Acid Ester*", Osaka, 1975, <http://google.com/patent.>, Diakses tanggal 10 Maret 2018.
- Perry, R.H., and Green, D.W., "*Perry's Chemical Engineer's Handbook*", 8th ed., Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York, 1986.
- Peters, M.S., and Timmerhaus, K.D., 1980, "*Plant Design and Economics for Chemical Engineers*", 3rd ed., Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York, 1980.

Rase, F.H., "*Chemical Reactor Design for Process Plants*", John Wiley and Sons, Inc., New York, 1977.

R.K.Sinnot, "*An Introduction to Chemical Engineering Design*", Pergamon Press, 1983.

Smith, J.M., and H.C. Van Ness, "*Introduction of Chemical Engineering Thermodynamic*", 3rd ed., Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York, 1975.

Treyball, R.L., "*Mass Transfer Operation*", 3rd ed., Mc Graw Hill International BookCo., Kogakusya, Tokyo, 1980.

Yaws, C.L., "*Chemical Properties Handbook*". Mc Graw Hill Company., New York, 1998.

https://en.wikipedia.org/wiki/Methyl_acrylate#cite_note-8, Diakses tanggal 10 Maret 2018.

<http://www.matche.com/equipcost/EquipmentIndex.html>, Diakses tanggal 6 Agustus 2018.

https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/methyl_acrylate#section=Non-Human-Toxicity-Excerpts, Diakses tanggal 5 maret 2018.

LAMPIRAN

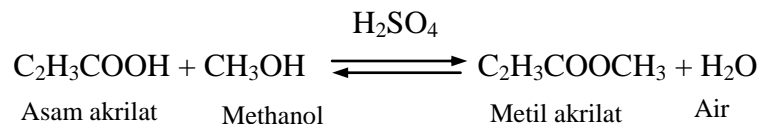
REAKTOR

Fungsi :

Tempat berlangsungnya reaksi esterifikasi antara asam akrilat (C_2H_3COOH) sebanyak 3.523,6082 Kg/jam dan methanol (CH_3OH) sebanyak 3.132,0,962 Kg/jam membentuk metil akrilat ($C_2H_3COOCH_3$) sebanyak 3.805,7836 Kg/jam dengan bantuan katalisator asam sulfat (H_2SO_4)

Reaksi yang terjadi :

Reaksi esterifikasi merupakan reaksi reversible, reaksi ke kanan adalah reaksi pembentukan ester sedangkan reaksi ke kiri adalah reaksi hidrolisis.



Kondisi Operasi :

Temperatur = 80°C

Tekanan = 1 atm

Reaktor yang digunakan :

Reaktor Alir Tanki Berpengaduk (RATB). Reaktor dilengkapi dengan jaket pemanas sebagai sumber pemanas dalam reaktor.

Asumsi :

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

Konstanta kesetimbangan

$$K = \frac{k_1}{k_2} = \frac{[C_2H_3COOH][H_2O]}{[C_2H_3COOC_3][CH_3OH]}$$

Dari persamaan kesetimbangan diatas, untuk memperoleh konversi reaksi yang tinggi, reaksi harus diusahakan bergeser ke kanan (ke arah pembentukan metil akrilat). Usaha yang dilakukan antara lain :

1. Memperbanyak salah satu reaktan, dalam hal ini dipakai perbandingan mol methanol dengan asam akrilat 2:1.
2. Karena reaksi diatas memerlukan panas (endotermis), diusahakan umpan masuk pada suhu reaksi dan reaktor ditambah panas melalui jaket pemanas.

Umpan reaktor

1. Asam akrilat (CH_3COOH)
yang digunakan sebagai umpan segar adalah larutan dengan komposisi 98% berat asam akrilat dan 2% H_2O .
2. Methanol
Methanol yang digunakan sebagai umpan segar adalah larutan methanol dengan komposisi 98% berat methanol dan 2% berat air, sebanyak 2 kali lebih banyak dari mol umpan asam akrilat.
3. Katalisator Asam Sulfat

Katalisator yang digunakan adalah larutan H_2SO_4 sebanyak 5% dari jumlah mol MAA umpan dengan komposisi 98% berat H_2SO_4 dan 2% air.

4. Metil akrilat

Metil akrilat yang masuk menjadi umpan merupakan recycle dari hasil atas MD-02.

Komposisi Umpan Masuk Reaktor

Tabel 1. Umpan Masuk Reaktor

Komponen	Massa, kg/jam	Fraksi, X_i
Asam Akrilat	3.523,6082	0,4794
Methanol	3.132,0962	0,4261
Metil Alkriat	17,9048	0,0024
H ₂ O	344,3019	0,0468
H ₂ SO ₄	332,7852	0,0453
Total	7.350,6963	1,0000

Komposisi Umpan Keluar Reaktor

Tabel 1. Umpan Keluar Reaktor

Komponen	Massa, kg/jam	Fraksi, X_i
Asam Akrilat	3.523,6082	0,4794
Methanol	3.132,0962	0,4261
Metil Alkriat	17,9048	0,0024
H ₂ O	344,3019	0,0468
H ₂ SO ₄	332,7852	0,0453
Total	7.350,6963	1,0000

Sifat Fisis Umpan Reaktor

Tabel 2. Sifat Fisis Umpan

komponen	F (Kg/Jam)	Fraksi massa, X_i	ρ (kg/m ³)	x. ρ (Kg/m ³)	cp	K
Asam Akrilat	3.523,6082	0,4794	981,8773	470,6698	2,3789	0,0682127
Methanol	3.132,0962	0,4261	732,4620	312,0985	1,0073	0,0782818
Metil Alkriilat	17,9048	0,0024	853,3501	2,0786	0,0130	0,0003387
H ₂ O	344,3019	0,0468	975,4938	45,6915	0,1099	0,0310132
H ₂ SO ₄	332,7852	0,0453	1.764,4989	79,8835	0,2079	0,0168766
Total	7.350,6963	1,0000		910,4219	3,7169	0,1947

Menentukan Harga Konstanta Kecepatan Reaksi (k)

Reaksi :



(A) (B) (C) (D)

Data:

- Reaksi berorder 2
- Waktu tinggal 1 jam
- Suhu reaksi 80°C
- Konversi reaksi 90%
- Perbandingan mol A : B = 1:2

$$(-r_A) = \frac{-dC_A}{dt} = k \times C_A \times C_B = k \times \{C_{A0} - (C_{A0} \times X_A)\} \times \{C_{B0} - (C_{A0} \times X_A)\}$$

$$\frac{-d[(C_{A0}(1 - X_A))]}{dt} = k \times \{C_{A0} \times (1 - X_A)\} \times \{C_{B0} - (C_{A0} \times X_A)\}$$

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

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

$$\int \frac{1}{(1-X_A)(2-X_A)} dt = \int \frac{A}{(1-X_A)} dX_A + \int \frac{B}{(2-X_A)} dX_A$$

$$\frac{1}{(1-X_A)(2-X_A)} = \frac{A}{(1-X_A)} + \frac{B}{(2-X_A)}$$

$$= \frac{A(2-X_A) + B(1-X_A)}{(1-X_A)(2-X_A)}$$

$$1 = A(2-X_A) + B(1-X_A)$$

$$X_A = 1 \longrightarrow 1 = A(2-1) + B(1-1)$$

$$A = 1$$

$$X_A = 2 \longrightarrow 1 = A(2-2) + B(1-2)$$

$$B = -1$$

$$\text{Maka : } \frac{1}{(1-X_A)(2-X_A)} = \frac{1}{(1-X_A)} + \frac{(-1)}{(2-X_A)} = \frac{1}{(1-X_A)} - \frac{1}{(2-X_A)}$$

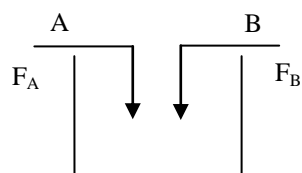
$$\text{Sehingga : } \int \frac{dX_A}{(1-X_A)(2-X_A)} = \int \frac{dX_A}{(1-X_A)} - \int \frac{dX_A}{(2-X_A)}$$

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

$$-\ln(1-X_A) + \ln(2-X_A) = k \times C_{A0} \times t \dots\dots\dots(1)$$

Mencari Harga C_{A0}

Basis : 1 ml volume reaktor



$$F_A = \frac{1}{2} F_B$$

$$Volume = \frac{massa}{massa/vol} = massa \times \frac{volume}{massa} = FM \times \frac{1}{\rho}$$

$$Volume = \frac{FMA}{\rho_A} + \frac{FMB}{\rho_B}$$

Data : $\rho_A = 0,9818 \text{ g/cm}^3$; Mr A = 86

$\rho_B = 0,7324 \text{ g/cm}^3$; Mr B = 32

$$\frac{FMA}{MrA} = \frac{1}{2} \times \frac{FMB}{MrB}$$

$$FMB = \frac{MrB}{MrA} \times 2 \times FMA = \frac{32}{86} \times 2 \times FMA = 0,7444 \times FMA$$

$$Volume = \frac{FMA}{\rho_A} + \frac{FMB}{\rho_B}$$

$$1 \text{ ml} = \frac{FMA}{0,9818} + \frac{0,7444 FMA}{0,7324} = 1,8447 FMA$$

$$FMA = 0,4914 \text{ g/ml}$$

$$C_{A0} = \frac{FMB}{MrA} = \frac{0,4914}{86} = 5,7139 \cdot 10^{-3} \text{ gmol / ml}$$

Dari pers.(1):

$$-\ln(1 - X_A) + \ln(2 - X_A) = k \times C_{A0} \times t$$

$$X_A = 0 - 0,9 \quad ; \quad t = 0 - 1$$

$$-\ln(1 - 0,9) + \ln(2 - 0,9) - (-\ln(1 - 0) + \ln(2 - 0)) = k \times 5,7139 \cdot 10^{-3} \times (1 - 0)$$

$$k = 298,3510 \text{ ml/gmol.jam}$$

$$= 4,9725 \text{ ml/gmol.menit}$$

Mengecek Konversi yang digunakan untuk Satu RATB

Neraca bahan dalam reaktor pada steady state:

(Rate of input) – (Rate of output) – (Rate of reaction) = 0

$$(Fv \times C_{A0}) - (Fv \times C_{A1}) - (-r_A) = 0$$

$$C_{A0} - C_{A1} = \left(\frac{v}{Fv} \right) \times (-r_A)$$

$$C_{A0} - C_{A0}(1 - X_A) = \left(\frac{v}{Fv} \right) \times (-r_A)$$

$$\frac{v}{Fv} = \Phi = \frac{C_{A0} \times X_A}{(-r_A)}$$

$$\Phi = \frac{C_{A0} \times X_A}{k \times C_{A0}(1 - X_A) \times C_{A0}(2 - X_A)} = \frac{C_{A0} \times X_A}{k \times C_{A0}^2 (2 - 3X_A + X_A^2)} \dots\dots(2)$$

Kemudian pada tabel 3. dibuat kurva hubungan antara waktu tinggal (Φ) dengan konversi reaksi (X_A) dengan menggunakan persamaan 2 dan dengan data :

$$k = 4,9725 \text{ gmol/menit}$$

$$C_{A0} = 5,71 \cdot 10^{-3} \text{ gmol/ml}$$

Tabel 3. Hubungan antara Waktu Tinggal (Φ) dengan Konversi Reaksi (X_A)

X_a	Ra	(Φ)
0,0000	3,25E-04	0,0000
0,1000	2,78E-04	2,0582
0,2000	2,34E-04	4,8883
0,3000	1,93E-04	8,8729
0,4000	1,56E-04	14,6649
0,5000	1,22E-04	23,4639

0,6000	9,09E-05	37,7098
--------	----------	---------

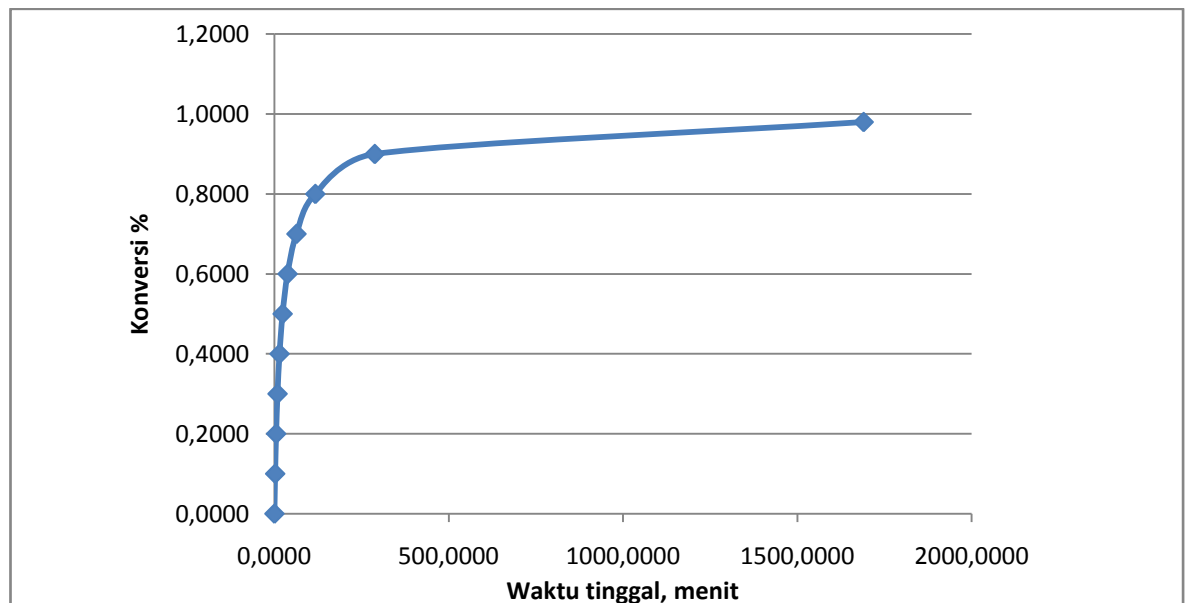
Lanjutan Tabel 3. Hubungan antara Waktu Tinggal (Φ) dan Konversi Reaksi (X_A)

0,7000	6,33E-05	63,1720
0,8000	3,90E-05	117,3194
0,9000	1,79E-05	287,9658
0,9800	3,31E-06	1690,7794

Dari data perhitungan pada Tabel 3. dibuat kurva hubungan antara waktu tinggal (Φ) dengan konversi reaksi (X_A). Konversi optimum yang dipilih adalah konversi yang mempunyai beda waktu tinggal berikutnya sangat besar atau $d\Phi/dX_A$ untuk konversi di atasnya lebih besar dari $d\Phi/dX_A$ yang dipilih tersebut,

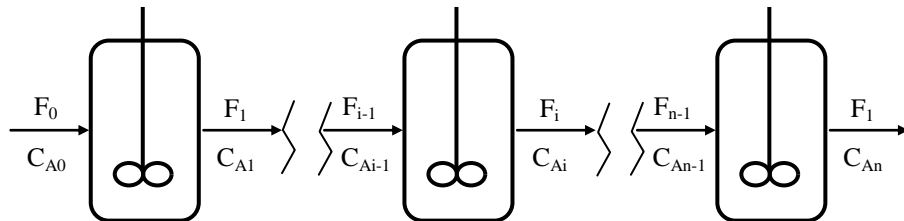
$$\frac{\Delta\Phi_2}{X_{A2} - X_{Aopt}} \gg \frac{\Delta\Phi_1}{X_{Aopt} - X_{A1}}$$

Dari kecenderungan kurva pada Gambar 1. maka dipilih $X_{Aopt} = 0,9$



Gambar 1. Grafik konversi vs waktu tinggal

Menentukan Jumlah Reaktor Optimum



Gambar 2. Penentuan jumlah reaktor optimum

Penentuan jumlah reaktor yang optimum berdasarkan harga total pembelian reaktor untuk tiap volume reaktor. Proses berlangsung kontinyu sehingga digunakan beberapa RATB yang dipasang seri dengan besar volume dan waktu tinggal yang sama. Dari persamaan (2) waktu tinggal dalam reaktor (Φ):

$$\Phi = \frac{v}{Fv} = \frac{C_{A0} \times X_A}{k \times C_{A0}^2 (1 - X_A)(2 - X_A)}$$

Volume masing-masing reaktor untuk n buah RATB :

$$v_i = \frac{F \times C_{A_{i-1}} \times X_{A_i}}{k \times (C_{A_{i-1}})^2 \times (1 - X_{A_i})(2 - X_A)}$$

dengan $X_{A_i} = X_A$ optimum (90%), volume total reaktor $v_n = v_i \times n$

$$n = 1; \quad v_1 = \frac{F \times X_{A1} \times C_{A0}}{k \times C_{A0}^2 (1 - X_{A1})(2 - X_{A1})}$$

$$v_n = v_1$$

$$n = 2; \quad v_1 = \frac{F \times X_{A1} \times C_{A0}}{k \times C_{A0}^2 (1 - X_{A1})(2 - X_{A1})}$$

$$v_2 = \frac{F \times X_{A2} \times C_{A2}}{k \times C_{A1}^2 (1 - X_{A2})(2 - X_{A2})}$$

dengan $v_1 = v_2 = v$

$$C_{A1} = C_{A0}(1 - X_{A1})$$

$$X_{A2} = X_A \text{ optimum}$$

Cara yang sama untuk $n = 3, 4, 5, \dots$

Jumlah reaktor (n) yang dipilih adalah yang memberikan beda volume total untuk n berikutnya relatif kecil, atau n yang mempunyai harga reaktor total paling murah dengan cara *six-tenth factor*. Sehingga dari Table 4. Dapat diketahui jumlah reaktor yang optimum adalah :

$$n = 2 \text{ buah}$$

$$X_A = 0,7012$$

$$X_{A2} = 0,1988$$

Tabel 4. Optimisasi Jumlah Reaktor

Volume (gallons)	N	X_A	T	X_{A2}	t	X_{A3}	T	Cost (\$)	Total Cost
10.230,08	1	0,9000	287,9658	-	-	-	-	14.613,45	14.613,45
2.259,45	2	0,7012	63,6011	0,9000	63,6011	-	-	5.905,10	11.810,20
1.164,32	3	0,5710	32,7744	0,7976	32,7745	0,9000	32,7744	3.967,06	11.901,19

Neraca Massa Reaktor

Tabel 5. Neraca Massa Reaktor 1

Komponen	Masuk		Keluar	
	Kg/jam	Kmol/jam	Kg/jam	Kmol/jam
Asam Akrilat	3523,6082	48,9390	1057,0825	14,6817
Methanol	3132,0962	97,8780	2035,8625	63,6207
Metil Akrilat	17,9048	0,2082	2964,0328	34,4655
Air (H ₂ O)	344,3019	19,1279	960,9333	53,3852
H ₂ SO ₄	332,7852	3,3958	332,7852	3,3958
TOTAL	7350,6963	169,5489	7350,6963	169,5489

Tabel 6. Neraca Massa Reaktor 2

Komponen	Masuk		Keluar	
	Kg/jam	Kmol/jam	Kg/jam	Kmol/jam
Asam Akrilat	1057,0825	14,6817	352,3608	4,8939
Methanol	2035,8625	63,6207	1722,6529	53,8329
Metil Akrilat	2964,0328	34,4655	3805,7836	44,2533
Air (H ₂ O)	960,9333	53,3852	1137,1137	63,1730
H ₂ SO ₄	332,7852	3,3958	332,7852	3,3958
TOTAL	7350,6963	169,5489	7350,6963	169,5489

MECHANICAL DESAIN REAKTOR

Dianggap mechanical desain Reaktor-01 sama dengan Reaktor-02

Menghitung Kecepatan Volumetrik Umpan Total Reaktor-01

$$F_v = \sum \frac{F_i}{\rho_i}$$

$$F_v = \frac{7350,6963 \text{ kg / jam}}{910,4219 \text{ kg / m}^3}$$

$$= 7,434586 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$C_{A0} = 5,71 \cdot 10^{-3} \text{ gmol/ml}$$

Perhitungan Dimensi Reaktor

Reaktor berbentuk tangki silinder dengan head di bagian 'top' dan 'bottom'nya. Untuk menentukan bentuk head terdapat 3 pilihan (Brownell and Young, 1959), yaitu :

A. *Flange and standard dished head*

Digunakan untuk tangki tekanan rendah dan diameter cukup kecil

B. *Torispherical flanged and dished head*

Digunakan untuk tangki dengan tekanan sampai 15 bar

C. *Elliptical flanged and dished head*

Digunakan untuk tangki bertekanan tinggi

1. Menghitung Volume Cairan dalam Reaktor

Dari persamaan neraca massa komponen di reaktor, diperoleh persamaan :

$$\frac{v}{Fv} = \frac{X_{A2} - X_A}{k \times C_{A0} (1 - X_A) x (2 - X_{A2})}$$

$$\frac{v}{7,4346 \times 10^6} = \frac{0,9000 - 0,7012}{4,9725 \text{ gmol / menit} \times 5,71 \cdot 10^{-3} \text{ gmol / ml} \times (1 - 0,9000) x (2 - 0,9000)}$$

$$\frac{v}{7,434586 \text{ m}^3 / \text{jam}} = \frac{63,6 \text{ menit}}{60 \text{ menit}}$$

$$Vr = 8,0739 \text{ m}^3 = 8558,536 \text{ liter} = 302,116 \text{ ft}^3$$

2. Dimensi Reaktor

Jenis reaktor = silinder tegak dengan atap dan dasar berbentuk *thorispherical*

dished head

Bahan konstruksi = *Carbon steel SA-283 Grade C*

Alasan : P operasi < 200 psi (Brownell and Young, 1959)

Untuk menentukan volume desain reaktor digunakan *safety factor* 20% (Peter and Timmerhaus, 1991).

Over design: 20%

$$V_{reaktor} = 302,116 \text{ ft}^3 \times 1,2$$

$$V_{reaktor} = 302,116 \text{ ft}^3$$

$$P_{operasi} = 1 \text{ atm}$$

Untuk head jenis *thoripesimal* memiliki persamaan:

$$V_{head} = 0,000049 D^3$$

$$V_{reaktor} = V_{silinder} + V_{head}$$

Dirancang:

$$V_{reaktor} = \left(\frac{1}{4} \times 3,14 \times D^2 \times H\right) + (2 \times 0,000049 \times D^3)$$

$$302,116 \text{ ft}^3 = 0,785 D^3 + 0,000098 D^3$$

$$302,116 \text{ ft}^3 = 0,7851 D^3$$

$$D^3 = 461,776 \text{ ft}^3$$

$$D = 7,729 \text{ ft} = 2,36 \text{ m} = 92,752 \text{ in}$$

a) Menentukan tinggi cairan dalam reaktor

$$V_{head} = 0,000049 D^3$$
$$= 0,000049 \times 461,776 \text{ ft}^3$$

$$V_{head} = 15,1787 \text{ ft}^3$$

Volume cairan dalam silinder (V_s) yaitu:

$$V = \left(\frac{1}{4} \times 3,14 \times D^2 \times H\right)$$

$$302,116 \text{ ft}^3 = 0,785 \times D^2 \times H$$

$$H = 6,442 \text{ ft}$$

$$Z_L = 6,442 \text{ ft} = 1,9635 \text{ m} = 77,303 \text{ in}$$

b) Menentukan tebal dinding reaktor

$$P_{hidrostatik} = \frac{\rho_{campuran} \times g \times Z_L}{g_c}$$

$$P_{hidrostatik} = 56,836 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^3} \times \frac{32,174 \text{ ft/detik}^2}{32,174 \text{ lbm} \cdot \text{ft/detik}^2 \cdot \text{lb}_f} \times 6,442 \text{ ft}$$

$$P_{hidrostatik} = 366,133 \text{ lb/ft}^2 = 2,541 \text{ psi}$$

$$P = P_{operasi} + P_{hidrostatik}$$

$$P = 14,7 + 2,541 = 17,241 \text{ psi}$$

Dari App. D (Brownell and Young, 1959) diperoleh data sebagai berikut:

$$\text{Allowable stress } (f) = 12.650 \text{ psi}$$

$$\text{Efisiensi pengelasan } (E) = 80\% \text{ (single welded butt joint)}$$

$$\text{Corrosion allowance } (C) = 0,125 \text{ in}$$

Menghitung tebal dinding reaktor:

$$t_s = \frac{P \times D_i}{2fE - 0,2P} + C$$

$$t_s = \frac{17,241 \times 92,725}{2(12650)(80\%) - 0,2(17,241)} + 0,125$$

$$t_s = 0,212 \text{ in} = 0,0176 \text{ ft}$$

Digunakan tebal standar dinding reaktor = 0,250 in = 0,006 m = 0,0208 ft

$$OD \text{ reaktor} = Di + 2 \times t_s$$

$$OD \text{ reaktor} = 2,36 + 2 \times 0,0208 = 7,771 \text{ ft} = 93,252 \text{ in}$$

Digunakan diameter luar reaktor standar = 96 in = 8 ft = 2,4384 m

c) Menentukan tebal *head*

Dari Tabel 5.7 (Brownell and Young, 1959) didapatkan data-data sebagai berikut:

$$OD = 96 \text{ in}$$

$$t_s = 0,250 \text{ in}$$

$$icr = 5,88 \text{ in}$$

$$r = 96 \text{ in}$$

$$w = \frac{1}{4} \left(3 + \sqrt{\frac{r}{icr}} \right)$$

$$w = 1,763 \text{ in}$$

Menghitung tebal *head* yaitu

$$t_h = \frac{P \times r \times w}{2fE - 0,2P} + C \quad (\text{Brownell and Young, 1959})$$

dimana:

$$\text{Corrosion allowable } (C) = 0,125 \text{ in}$$

$$\text{Tekanan perancangan } (P) = 17,241 \text{ psi}$$

$$\text{Stress allowable } (f) = 12.650 \text{ psi}$$

Efisiensi pengelasan (E) = 80%

$$t_h = \frac{17,241 \times 96 \times 1,763}{2(12650)(80\%) - 0,2(17,241)} + 0,125$$

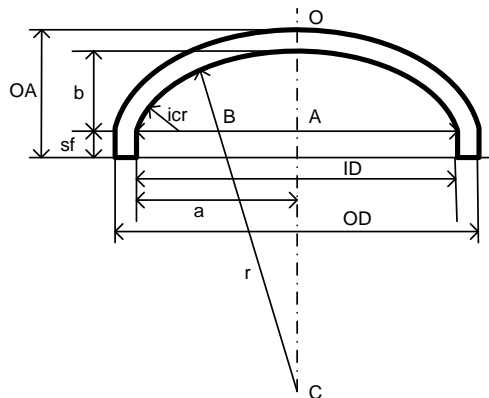
$$t_h = 0,283 \text{ in}$$

Digunakan tebal *head* standar = 0,5000 in = 0,0127 m = 0,0417 ft

d) Menghitung tinggi tutup reaktor

Dari Tabel 5.6 (Brownell and Young, 1959) diperoleh data sebagai berikut:

$$s_f = 1\frac{1}{2} - 3\frac{1}{2}, \text{ dirancang: } s_f = 2,5 \text{ in}$$



Gambar 3. Tutup reaktor

- $BC = r - icr$ (Brownell and Young, 1959)

$$BC = 96 - 5,88 = 90,125 \text{ in}$$

- $a = \frac{Di}{2}$

$$a = \frac{92,752}{2} = 46,376 \text{ in}$$

- $AB = a - icr$

$$AB = 46,376 - 5,88 = 40,501 \text{ in}$$

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

$$AC = \sqrt{90,125^2 - 40,501^2} = 80,512 \text{ in}$$

- $b = r - AC$

$$b = 96 - 80,512 = 15,488 \text{ in}$$

Menentukan tinggi *head*, $H(OA)$ yaitu

$$H(OA) = t_h + b + s_f$$

$$H(OA) = 18,738 \text{ in} = 0,476 \text{ m} = 1,5615 \text{ ft}$$

$$\text{Tinggi reaktor total} = H + (2 \times H(OA))$$

$$= 5,6385 + (2 \times 1,5615) = 10,852 \text{ ft} = 3,308 \text{ m}$$

3. Perancangan pengadukan

Tabel 7. Data viskositas umpan reaktor

Komponen	Massa, kg	Fraksi, x	Viskositas, μ	$y = \ln \mu$	xy
Asam Akrilat	3523,6082	0,4794	0,4793	-0,7354	-0,3525
Methanol	3132,0962	0,4261	0,4374	-0,8268	-0,3523
Metil Alkriat	17,9048	0,0024	0,3225	-1,1315	-0,0028
H2O	344,3019	0,0468	0,3516	-1,0453	-0,0490
H2SO4	332,7852	0,0453	5,6931	1,7392	0,0787
Total	7350,6963	1,0000			-0,6778

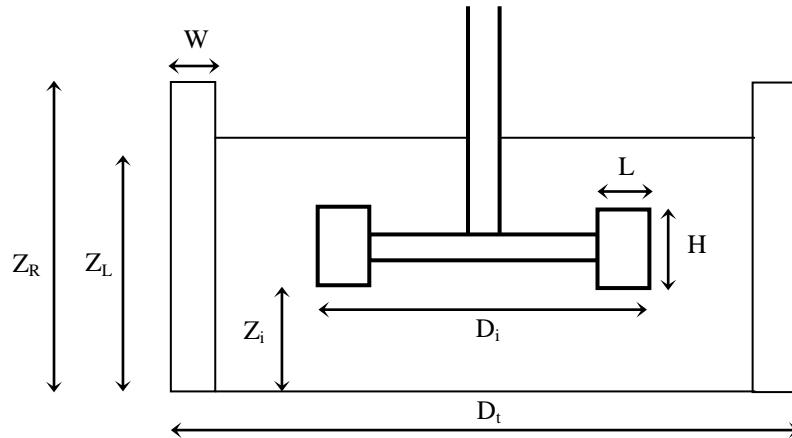
$$\mu_c, \text{ viskositas campuran} = e^{\sum xy} = 0,5077 \text{ cp}$$

$$\text{maka diperoleh viskositas campuran} = 0,5077 \text{ cp} = 0,0003 \text{ lbm/ft.detik}$$

$$= 1,0031 \text{ lbm/ft.jam}$$

Pengaduk yang dipakai jenis *flat blade turbine* dan *baffle* 4 buah terpisah 90° satu sama lain, jumlah sudut 6 buah. (Brownell and Young, 1959):

- Jenis pengaduk ini sesuai untuk fluida dengan viskositas rendah hingga sedang
- Konsumsi power tidak bergantung pada viskositas (untuk bilangan Reynold yang besar)
- Dengan adanya *baffle* dapat memperbaiki transfer panas di dalam reaktor



Gambar 3. Pengaduk

Dimana :

D_t = diameter dalam reaktor

D_i = diameter sudut pengaduk

Z_R = tinggi reaktor

H = tinggi pengaduk

Z_L = tinggi cairan dalam reaktor

L = lebar pengaduk

Z_i = jarak pengaduk dari dasar

W = lebar baffle

Data-data untuk *six flat blade turbine* (Brown, 1950) :

- $D_t/D_i = 3$
- $Z_L/D_i = 2,7 - 3,9$
- $Z_i/D_i = 0,75 - 1,3$
- $W/D_i = 0,17$
- $H/D_i = 0,2$
- $L/D_i = 0,25$

Diambil $D_t/D_i = 3$ dan $Z_L/D_i = 3,9$ maka $Z_L/D_t = 1,3$

$$Z_L = h + t_h ; Z_L = 6,442 \text{ ft} + 0,0417 \text{ ft} = 8,003 \text{ ft}$$

$$D_i = 1/3 \times D_t ; D_i = 1/3 \times 7,729 \text{ ft} = 2,576 \text{ ft}$$

$$Z_i = 1,3 \times D_i ; Z_i = 1,3 \times 2,576 \text{ ft} = 3,349 \text{ ft}$$

$$H = 0,2 \times D_i ; H = 0,2 \times 2,576 \text{ ft} = 0,151 \text{ ft}$$

$$W = 0,1 \times D_i ; W = 0,1 \times 2,576 \text{ ft} = 0,0258 \text{ ft}$$

$$L = 0,25 \times D_i ; L = 0,25 \times 2,576 \text{ ft} = 0,644 \text{ ft}$$

Ukuran reaktor selengkapnya :

Diameter dalam Reaktor (Dt)	= 2,3557 m
Tinggi reaktor (ZR)	= 3,3076 m
Tinggi Cairan dalam Reaktor (ZL)	= 2,4393 m
Jarak Pengaduk dari Dasar (Zi)	= 1,0207 m
Diameter Pengaduk (Di)	= 0,7851 m
Tinggi pengaduk (H)	= 0,0460 m
Lebar pengaduk (L)	= 0,1962 m
Lebar <i>baffle</i> (W)	= 0,0078 m

Kecepatan Putaran dan Power Pengaduk

$$\text{Jumlah Pengaduk} = \frac{WELH}{ID} \quad WELH = Sg \times ZL$$

(Rase, 1977)

Dimana :

WELH = Water Equivalent Liquid Height

Sg = Specific gravity

ZL = Tinggi cairan dalam Reaktor

ρ_L = Desitas cairan campuran

ρ_{air} = Densitas air

$$ZL = 2,4393 \text{ m}$$

$$\rho_L = 910,4219 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_{air, 80^\circ\text{C}} = 60,8998 \text{ kg/m}^3$$

$$S_g = \frac{\rho L}{\rho_{air}} = \frac{60,8998 \text{ kg/m}^3}{975,4938 \text{ kg/m}^3} = 0,9332$$

$$WELH = 0,9332 \times 2,4393 \text{ m} = 2,2765 \text{ m}$$

$$\text{Jumlah pengaduk} = \frac{2,2765 \text{ m}}{2,4393 \text{ m}} = 0,9332 \approx 1 \text{ pengaduk}$$

Kecepatan putaran pengaduk, Nrpm

$$\frac{WELH}{2 \times Di} = \left[\frac{\pi \times Di \times Nrpm}{600} \right]^2$$

$$\text{(Rase, 1977)} \quad \frac{WELH}{2 \times Di} = \left(\frac{\pi \times Di}{600} \right)^2$$

$$Nrpm =$$

$$= \frac{2,2765}{2 \times 0,7581} \times \sqrt{\frac{3,14 \times 0,7581}{600}}$$

$$= 89,292 \text{ rpm}$$

Kecepatan pengadukan standar yang digunakan = 100 rpm (Wallas, 1990)

Menghitung bilangan Reynolds (NRe)

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

Diketahui :

$$N = 100 \text{ rpm} = 1,67 \text{ rps} = 6000 \text{ rph}$$

$$Di = 2,576 \text{ ft}$$

$$\rho L = 910,4219 \text{ kg/m}^3 = 56,8358 \text{ lb/ft}^3$$

$$\mu = 0,0003 \text{ lb/ft.detik} = 1,0031 \text{ lb/ft.jam}$$

$$NRe = \frac{56,8358 \frac{lb}{ft^3} \times 6000 \times 2,576 ft^2}{1,0031 \frac{lb}{ft} \cdot jam}$$

$$Nre = 1.842.919,277$$

Untuk Bilangan Reynold $Nre > 10.000$, Maka Angka Daya tidak bergantung pada bilangan Reynolds dan Viscositas bukan merupakan Faktor dimana aliran sudah dalam keadaan Turbulen penuh sehingga berlaku :

$$NP = KT = f(S1, S2, S3, \dots, Sn).$$

Sedangkan harga konstanta KT untuk tangki bersekat (*baffle*) dengan jumlah *baffle* 4 dan lebar *baffle* 1/12 dari diameter tangki maka harga konstanta $KT = 1$ (Reynold & Richards, 1996)

Power pengadukan, P

$$P = \frac{N^3 \times Di^5 \times \rho L \times Np}{550 \times gc} \quad (\text{Brown, 1950})$$

Diketahui :

$$gc = 32.2 \text{ ft/s}^2 = 14.60592 \text{ m/s}^2$$

$$\rho L = 910,4219 \text{ kg/m}^3$$

$$Np = KT = 1$$

$$Di = 2,576 \text{ ft} = 0,7851$$

$$P = \frac{(100)^3 \times (0,7851)^5 \times (910,42919) \times 1}{550 \times 14,60592} = 1,201 \text{ Hp}$$

$$\text{Faktor Koreksi} = \sqrt{\frac{\left(\frac{Dt}{Di} \times \frac{ZI}{Di}\right)_{\text{diinginkan}}}{\left(\frac{Dt}{Di} \times \frac{ZI}{Di}\right)_{\text{grafik}}}}$$

$$= 1,018$$

$$P \text{ Koreksi} = 1,201H_p \times 1,018$$

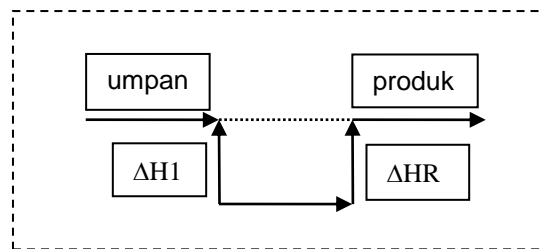
$$= 1,5 H_p$$

Diambil efisiensi motor pengaduk $\eta = 81 \%$ (Peters.Fig 14.38 Hal: 521),

$$\text{sehingga : } H_p = \frac{P}{\eta} = \frac{12.062}{0.81} = 1,5086$$

Digunakan H_p standar = 1,5

NERACA PANAS REAKTOR



Gambar 5. Skema neraca panas reaktor

Tabel 8. Data kapasitas panas cairan

Komponen	A	B	C	D
Asam Akrilat	-1,8242E+01	1,2106E+00	-3,1160E-03	3,1409E-06
Methanol	3,0152E+01	3,1046E-01	-1,0291E-03	1,4598E-06
Metil Akrilat	5,4109E+01	8,0399E-01	-2,5149E-03	3,3155E-06
H2O	9,2053E+01	-3,9953E-02	-2,1103E-04	5,3469E-07
H2SO4	2,6004E+01	7,0337E-01	-1,3856E-03	1,0342E-06

1. Reaktor – 01

a. Panas Masuk

Tabel 9. Panas masuk

Komponen	m (Kmol/jam)	$\int Cp.dT$ (Kj/kmol)
Asam Akrilat	48,9390	8470,1111
Methanol	97,8780	3994,8119
Metil Akrilat	0,2082	9015,0572
H ₂ O	19,1279	4136,3712
H ₂ SO ₄	3,3958	7905,5589

$$\Delta H_1 = m \times Cp.dT$$

$$\begin{aligned} &= (8470,1111 \times 48,9390) + (3994,8119 \times 97,8780) + (9015,0572 \times \\ &\quad 0,2082) + (4136,3712 \times 19,1279) + (7905,5589 \times 3,3958) \\ &= 913365,3656 \text{ Kj/jam} \end{aligned}$$

b. Panas Reaksi

$$\Delta H_{R,25} \text{ Asam Akrilat} = -323,5 \text{ Kj/mol}$$

$$\text{Methanol} = -201,17 \text{ Kj/mol}$$

$$\text{Metil Akrilat} = -333 \text{ Kj/mol}$$

$$\text{H}_2\text{O} = -285,83 \text{ Kj/mol}$$

Panas reaksi keadaan standar

$$\Delta H_{f,298,15} = \left[\Delta H_{f,MA} + \Delta H_{f,H_2O} - \left(\Delta H_{f,AA} + \Delta H_{f,M} \right) \right]$$

$$\Delta H_{F298,15} = -333 \text{ Kj/mol} - 285,83 \text{ Kj/mol} + 323,5 \text{ Kj/mol} - 201,17$$

Kj/mol

$$\Delta H_{F298,15} = -94,1600 \text{ Kj/Jam}$$

Mol A yang bereaksi

$$\begin{aligned}r &= 48,9390 \text{ mol/jam} \times 0,7012 \\ &= 34,3171 \text{ Kmol/jam}\end{aligned}$$

Panas reaksi total

$$\begin{aligned}\Delta H_r &= r \times \left(\Delta H_{\text{reaktan}} + \Delta H_{f, 298.15} + \Delta H_{\text{produk}} \right) \\ &= 90912,5567 \text{ Kj/jam}\end{aligned}$$

c. Panas Hasil

Tabel 10. Panas Keluar

Komponen	m (Kmol/jam)	$\int C_p \cdot dT$ (Kj/kmol)
Asam Akrilat	14,6817	8.470,1111
Methanol	63,6207	3.994,8119
Metil Akrilat	34,4655	9.015,0572
H ₂ O	53,3852	4.136,3712
H ₂ SO ₄	3,3958	7.905,5589

$$\begin{aligned}\Delta H_2 &= m \times \int C_p \cdot dT \\ &= (8.470,1111 \times 14,6817) + (3.994,8119 \times 63,6207) + (9.015,0572 \times \\ &\quad 34,4655) + (4.136,3712 \times 53,3852) + (7.905,5589 \times 3,3958) \\ &= 936883,1896 \text{ Kj/jam}\end{aligned}$$

Beban Panas

$$\begin{aligned}QT_1 = \Delta H &= \Delta H_1 + \Delta H_R - \Delta H_2 \\ &= 913.365,3656 + 90.912,5567 - 936.883,1896 \\ &= 43.845,4277 \text{ Kj/jam} \times 0,947817 \text{ BTU/Kj} \\ &= 41557,44179 \text{ BTU/jam}\end{aligned}$$

2. Reaktor - 02

a. Panas Umpan

$$\Delta H_1 = 936.883,1896 \text{ Kj/jam}$$

b. Panas Reaksi

Mol A yang bereaksi

$$\begin{aligned} r &= 14,6817 \text{ Kmol/jam} \times 0,1988 \\ &= 9,7280 \text{ Kmol/jam} \end{aligned}$$

Panas reaksi total

$$\begin{aligned} \Delta H_r &= r \times \left(\Delta H_{\text{reaktan}} + \Delta H_{f298.15} + \Delta H_{\text{produk}} \right) \\ &= 5.762,3116 \text{ Kj/jam} \end{aligned}$$

c. Panas Hasil

Tabel 11. Panas Keluar

Komponen	m (kmol/jam)	$\int C_p \cdot dT$ (kj/kmol)
Asam Akrilat	4,8939	8.470,1111
Methanol	53,8329	3.994,8119
Metil Akrilat	44,2533	9,015,0572
H ₂ O	63,1730	4.136,3712
H ₂ SO ₄	3,3958	7.905,5589

$$\begin{aligned} \Delta H_2 &= m \times \int C_p \cdot dT \\ &= (8.470,1111 \times 4,8939) + (3.994,8119 \times 53,8329) + (9.015,0572 \\ &\quad \times 44,2533) + (4.136,3712 \times 63,1730) + (7.905,5589 \times 3,3958) \\ &= 943602,5679 \text{ Kj/jam} \end{aligned}$$

Beban Panas

$$\begin{aligned} QT_1 = \Delta H &= \Delta H_1 + \Delta H_R - \Delta H_2 \\ &= 936.883,1896 + 5.762,3116 - 943602,5679 \\ &= 12.481,6899 \text{ Kj/jam} \times 0,947817 \text{ BTU/Kj} \\ &= 5.461,6169 \text{ BTU/jam} \end{aligned}$$

PEMANAS

1. Pemanas Reaktor – 01

Menghitung kebutuhan steam

Dari perhitungan neraca panas pada reaktor diperoleh:

$$Q_{\text{steam}} = 43.845,4277 \text{ Kj/jam}$$

$$Q_{\text{steam}} = 4.155,4419 \text{ Btu/jam}$$

Steam yang digunakan yaitu:

$$P = 7,51 \text{ psi}$$

$$T = 180^\circ\text{F}$$

$$H_{fg} = 984, \text{ Kj/kg}$$

$$\rho = 0,000423 \text{ Kg/L}$$

Didapatkan:

$$m = \frac{Q}{H_{fg}}$$

$$m = \frac{43.845,4277 \text{ Kj/jam}}{984,1 \text{ Kj/Kg}} = 19,0367 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Debit steam} = \frac{m}{\rho} = 45.004,020 \text{ L/jam} = 1.5988,642 \text{ ft}^3/\text{jam}$$

Menghitung luas kontak perpindahan panas

Untuk kontak *steam* dengan *medium organic* ($cp > 0,5cp$) dilihat pada tabel 8. (Kern, 1965) memiliki kisaran $U_D = 50-100 \text{ Btu/j.ft}^2.\text{°F}$.

Diketahui :

$$\mu_c, \text{ viskositas campuran} = 0,5077 \text{ cp}$$

Dirancang :

$$U_D = 50 \text{ Btu/j.ft}^2.\text{°F}$$

Dari perhitungan neraca panas diperoleh:

$$Q_{\text{steam}} = 4.155,4419 \text{ Btu/jam}$$

$$T_1 = 80^\circ\text{C} = 176^\circ\text{F}$$

$$T_2 = 82^\circ\text{C} = 180^\circ\text{F}$$

$$\Delta T = 4^\circ\text{F}$$

Luas perpindahan panas yang dibutuhkan:

$$Q = A \times U_D \times \Delta T$$

$$A = \frac{Q}{\Delta T \times U_D} = 207,7872 \text{ ft}^2 = 19,3040 \text{ m}^2$$

Luas perpindahan panas yang tersedia di reaktor:

$$A = \frac{1}{4} \times \pi \times Dt^2 + \pi \times Dt \times Hr$$

$$A = 218,5155 \text{ ft}^2 = 20,3007 \text{ m}^3$$

Luas perpindahan panas yang dibutuhkan sistem lebih kecil dari luas perpindahan panas yang tersedia, maka digunakan jaket pemanas.

Menentukan dimensi jaket pemanas

Tinggi jaket (Hj):

Diketahui :

$$A = 207,7872 \text{ ft}^2$$

$$Dt = 7,7286 \text{ ft}$$

$$A = \frac{1}{4} \times \pi \times Dt^2 + \pi \times Dt \times Hj$$

$$A - \frac{1}{4} \times 3,14 \times 7,7286^2 = 3,14 \times 7,7286 \times Hj$$

$$Hj = 6,6291 \text{ ft}$$

$$= 2,0205 \text{ m}$$

Diameter dalam jaket (D_j):

Diketahui :

$$\text{Debit steam} = 1.5988,642 \text{ ft}^3/\text{jam}$$

$$\text{Waktu kontak} = 1 \text{ menit} = 0,01667 \text{ jam}$$

$$\text{Volume steam} = \frac{\text{Debit steam}}{\text{Waktu Kontak}}$$

$$= 26,477 \text{ ft}^3$$

$$\text{Volume reaktor} = 362,5400 \text{ ft}^3$$

Volume steam + Volume Reaktor =

$$\left(\frac{1}{4} \times 3,14 \times D_j^2 \times H\right) + (2 \times 0,000049 \times D_j^3)$$

$$389,017 = 5,551 D_j^2 + 0,000049 D_j^3$$

Nilai D_j di-trial untuk mendapatkan nilai = 389,017

Didapatkan :

$$D_j = 8,646 \text{ ft}$$

$$= 2,637 \text{ m}$$

Diameter luar jaket (D_2)

$$D_2 = D_j - OD$$

$$D_2 = 8,646 \text{ ft} - 7,9947 \text{ ft}$$

$$D_2 = 0,651 \text{ ft}$$

$$= 0,199 \text{ m}$$

$$= 19,86 \text{ cm}$$

Menghitung tebal jaket (t_j)

Untuk bahan jaket dipilih : Carbon steels SA 283 grade C

Dimana :

$$E = 80\%$$

$$C = 0,125$$

$$F = 12.650 \text{ psi}$$

$$P_{\text{desain}} = P_{\text{steam}} \times 1,2 = 9,012 \text{ psi}$$

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

Keterangan :

t_j = tebal jaket

r = jari-jari jaket

E = efisiensi pengelasan

C = faktor korosi

F = tegangan yang diijinkan

P = tekanan design

$$r = \frac{D_j}{2}$$

$$r = 4,323 \text{ ft}$$

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

$$t_j = \frac{9,021 \text{ psi} \times 4,323 \text{ ft}}{(12.650 \text{ psi} \times 0,80 - 0,6 \times 9,021 \text{ psi})} + 0,125$$

$$t_j = 0,171 \text{ in}$$

Dirancang tebal jaket standar = 1/4 in = 0,02083 ft

2. Pemanas Reaktor – 02

Menghitung kebutuhan steam

Dari perhitungan neraca panas pada reaktor diperoleh:

$$Q_{\text{steam}} = 12.481,6899 \text{ Kj/jam}$$

$$Q_{\text{steam}} = 11.830,3579 \text{ Btu/jam}$$

Steam yang digunakan yaitu:

$$P = 7 \text{ psi}$$

$$T = 176,85^\circ\text{F}$$

$$H_{fg} = 992,1 \text{ Kj/kg}$$

$$\rho = 0,000423 \text{ Kg/L}$$

Didapatkan :

$$m = \frac{Q}{H_{fg}}$$

$$m = \frac{12.481,6899 \text{ Kj/jam}}{992,1 \text{ Kj/Kg}} = 5,4089 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Debit steam} = \frac{m}{\rho} = 12.786,976 \text{ L/jam} = 45,380 \text{ ft}^3/\text{jam}$$

Menghitung luas kontak perpindahan panas

Untuk kontak *steam* dengan *medium organic* ($cp > 0,5cp$) dilihat pada tabel 8 (Kern, 1965) memiliki kisaran $U_D = 50-100 \text{ Btu/j.ft}^2.\text{°F}$.

Diketahui :

$$\mu_c, \text{ viskositas campuran} = 0,5077 \text{ cp}$$

Dirancang :

$$U_D = 65 \text{ Btu/j.ft}^2.\text{°F}$$

Dari perhitungan neraca panas diperoleh:

$$Q_{\text{steam}} = 4.155,4419 \text{ Btu/jam}$$

$$T_1 = 80^\circ\text{C} = 176^\circ\text{F}$$

$$T_2 = 80,472^\circ\text{C} = 176,850^\circ\text{F}$$

$$\Delta T = 0,85^\circ\text{F}$$

Luas perpindahan panas yang dibutuhkan:

$$Q = A \times U_D \times \Delta T$$

$$A = \frac{Q}{\Delta T \times U_D} = 214,1241 \text{ ft}^2$$

Luas perpindahan panas yang tersedia di reaktor:

$$A = \frac{1}{4} \times \pi \times Dt^2 + \pi \times Dt \times Hr$$

$$A = 218,5155 \text{ ft}^2$$

Luas perpindahan panas yang dibutuhkan sistem lebih kecil dari luas perpindahan panas yang tersedia, maka digunakan jaket pemanas

Menentukan dimensi jaket pemanas

Tinggi jaket (Hj):

Diketahui :

$$A = 214,1241 \text{ ft}^2$$

$$Dt = 7,7286 \text{ ft}$$

$$A = \frac{1}{4} \times \pi \times Dt^2 + \pi \times Dt \times Hj$$

$$A - \frac{1}{4} \times \pi \times 7,7286^2 = \pi \times 7,7286 \times Hj$$

$$Hj = 6,890 \text{ ft}$$

$$= 2,10 \text{ m}$$

Diameter dalam jaket (D₁):

Diketahui :

$$\text{Debit steam} = 451,380 \text{ ft}^3/\text{jam}$$

$$\text{Waktu kontak} = 1 \text{ menit} = 0,01667 \text{ jam}$$

$$\text{Volume steam} = \frac{\text{Debit steam}}{\text{Waktu Kontak}}$$

$$= 7,523 \text{ ft}^3$$

$$\text{Volume reaktor} = 362,5400 \text{ ft}^3$$

$$\text{Volume steam} + \text{Volume Reaktor} = \left(\frac{1}{4} \times 3,14 \times D^2 \times H\right) + (2 \times 0,000049 \times D^3)$$

$$370,063 = 5,551 \text{ Dj}^2 + 0,000049 \text{ Dj}^3$$

Nilai Dj di-trial untuk mendapatkan nilai = 370,063

Didapatkan :

$$\text{Dj} = 8,271 \text{ ft}$$

$$= 2,523 \text{ m}$$

Diameter luar jaket (D_2)

$$D_2 = \text{Dj} - OD$$

$$D_2 = 8,271 \text{ ft} - 7,9947 \text{ ft}$$

$$D_2 = 0,542 \text{ ft}$$

$$= 0,165 \text{ m}$$

$$= 16,53 \text{ cm}$$

Menghitung tebal jaket (t_j)

Untuk bahan jaket dipilih : Carbon steels SA 283 grade C

Dimana :

$$E = 80\%$$

$$C = 0,125$$

$$F = 12.650 \text{ psi}$$

$$P_{\text{desain}} = P_{\text{steam}} \times 1,1 = 7,7 \text{ psi}$$

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

Keterangan :

t_j = tebal jaket

r = jari-jari jaket

E = efisiensi pengelasan

C = faktor korosi

F = tegangan yang diijinkan

P = tekanan design

$$r = \frac{D_j}{2}$$

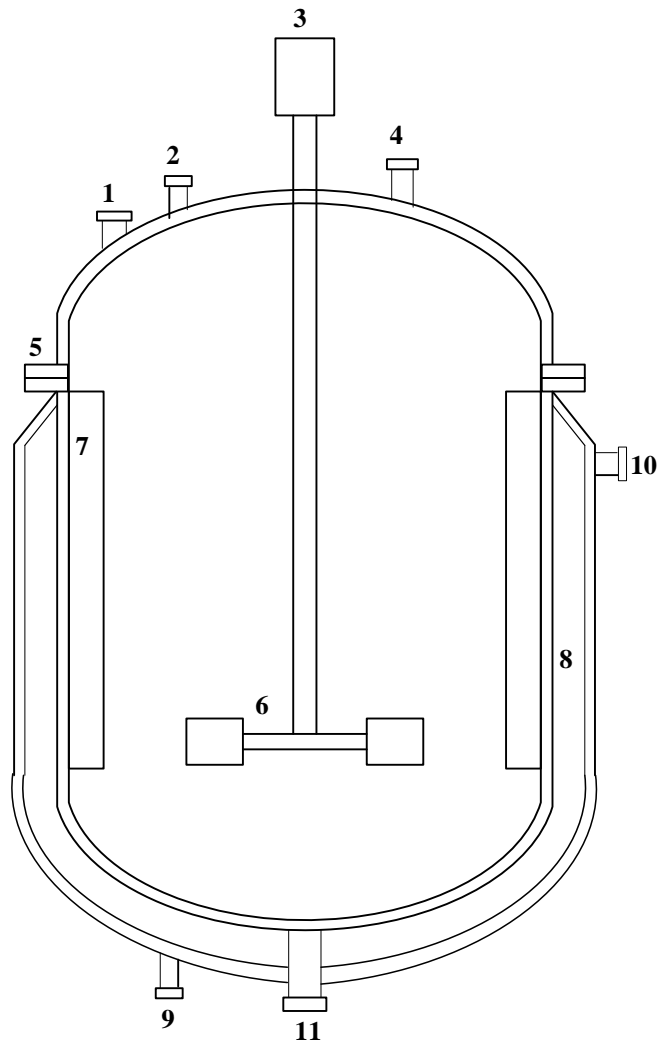
$$r = 4,136 \text{ ft}$$

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

$$t_j = \frac{7,7 \text{ psi} \times 4,136 \text{ ft}}{(12.650 \text{ psi} \times 0,80 - 0,6 \times 7,7 \text{ psi})} + 0,125$$

$$t_j = 0,163 \text{ in}$$

Dirancang tebal jaket standar = $\frac{1}{4}$ in = 0,006 m



Gambar 6. Tampak Depan Reaktor

Keterangan :

1. *Nozzle* Umpan Methanol

2. *Nozzle* Umpan H_2SO_4

3. Motor Pengaduk

4. *Nozzle* Umpan Asam Akrilat

5. *Flange* dan *bolt* pada *head*

6. Pengaduk

7. *Baffle*

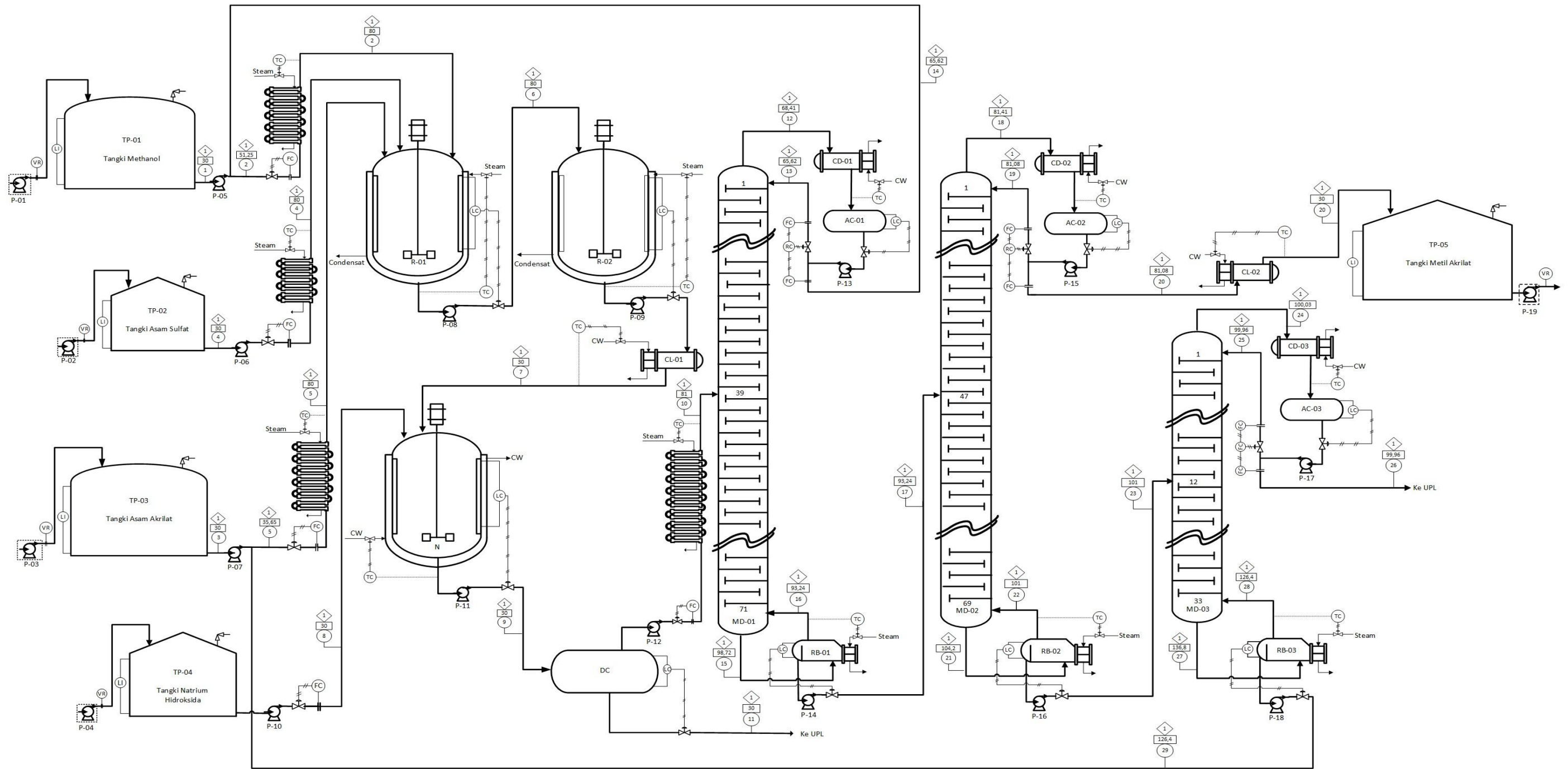
8. Jaket Pemanas

9. *Nozzle* Umpan *Steam*

10. *Nozzle* Pengeluaran *Steam*

11. *Nozzle* Produk

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM
PABRIK METIL AKRILAT DARI METANOL DAN ASAM AKRILAT
KAPASITAS : 30.000 TON/TAHUN



Komponen	Nomor Arus (Kg Um)																													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	
C2H3COOH																														
CH3OH	1413,2321	3132,0962	3201,2919		3523,6082	1057,0825	352,3608		352,3608	325,5720	26,7888																			
H2SO4				332,7852		2035,8625	1722,6529		1722,6529			6174,0312	4455,1671	1718,8641	840,3759	514,8039	325,5720				1988,6101	1643,6773	325,5720	4,9582	1,7025	3,2557	7211,0979	6888,7816	322,3163	
C2H3COOCH3		17,9048																												
H2O	58,8847	112,5992	204,3378	6,7915	224,9112	960,9333	1137,1137	271,6614	1531,0227	0,3721	26,7888	192,9385	139,2240	53,7145	3744,1231	2293,6037	1450,5194	136,2021	121,0506	15,1515	8275,1982	6839,8303	1435,3679	2154,0283	739,8338	1414,7945	460,2828	439,7095	20,5734	
NaOH								271,6614																						
Na2SO4									482,1990																					
TOTAL	1472,1167	3282,6002	3405,6297	339,5768	3748,5193	7350,6963	7350,6963	543,3228	7894,0191	5854,3806	535,7767	6431,2825	4640,7990	1790,4834	14371,6622	8803,8032	5567,7590	34050,5216	30282,6428	3787,8788	10372,8979	8573,7578	1779,8793	2188,4239	751,4402	1436,9896	7671,3807	7328,4911	342,8896	

Simbol	Keterangan	Simbol	Keterangan	Simbol	Keterangan	Simbol	Keterangan
○	Nomor Arus	T-01	T. Metanol	MD	Menara Destilasi	TC	Temperatur Control
◇	Tekanan, atm	T-02	T. Asam Sulfat	RB	Reboiler	LI	Level Indicator
□	Temperature, °C	T-03	T. Asam Akrilat	CD	Condensator	LC	Level Control
⊥	Gate Valve	T-04	T. Natrium Hidroksida	HE	Heater	LI	Level Indicator
—	Piping	T-05	T. Metil Akrilat	AC	Accumulator	FC	Flow Control
—	Elektrik Connection	R	Reaktor	CL	Cooler	VR	Volume Recorder
—	Udra Tekan	N	Neutralizer	CW	Cooling Water	RC	Ratio Control
		DC	Decanter	S	Steam		
		P	Pompa				

Universitas Islam Indonesia
 Fakultas Teknologi Industri
 Jurusan Teknik Kimia










Gambar:
 Proses Engineering Flow Diagram
 Pra Rancangan Pabrik Metil Akrilat
 Kapasitas 30.000 Ton/Tahun

Disusun Oleh:
 Fakhrial Firmansyah (12521018)
 Satrioaji Galih Yudistira (12521031)

Dosen Pembimbing:
 Ir. Pralito Hidayat, M. Sc.
 Ajeng Yulianti Dwi Lestari, S.T., M.T.

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN

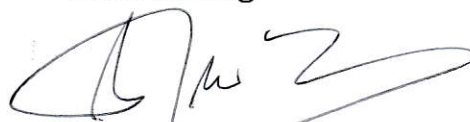
Nama Mahasiswa : Satrioaji Galih Yudistira
 No. MHS : 12521031
 Nama Mahasiswa : Fakhrizal Firman Ikhsan
 No. MHS : 12521018
 Judul Prarancangan)* : PRARANCANGAN PABRIK METIL AKRILAT DARI ASAM
 AKRILAT DAN METANOL KAPASITAS PRODUKSI 30.000
 TON/TAHUN.
 Mulai Masa Bimbingan : 14 Maret 2018
 Batas Akhir Bimbingan : 10 September 2018

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1.	24-07-2018	Bimbingan utilitas	
2.	27-07-2018	Bimbingan Ekonomi	
3.	31-07-2018	Bimbingan bab 1 & 2	
4.	03-08-2018	Bimbingan bab 3 & 4	
5.	13-08-2018	Bimbingan bab 5 dan lampiran	
6.	27-08-2018	Pengesahan Naskah	
7.	30-08-2018	Pengesahan lampiran naskah	
8.	4-09-2018	Pengesahan Draft naskah	
9.	7-09-2018	Pengesahan Naskah Final	

Disetujui Draft Penulisan:

Yogyakarta, 8 sept 2018

Pembimbing,



Ir. Pratikno Hidayat, M.Sc.

)* Judul PraRancangan Ditulis dengan Huruf Balok

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

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN

Nama Mahasiswa : Satrioaji Galih Yudistira
 No. MHS : 12521031
 Nama Mahasiswa : Fakhrizal Firman Ikhsan
 No. MHS : 12521018
 Judul Prarancangan)* : PRARANCANGAN PABRIK METIL AKRILAT DARI ASAM
 AKRILAT DAN METANOL KAPASITAS PRODUKSI 30.000
 TON/TAHUN.
 Mulai Masa Bimbingan : 14 Maret 2018
 Batas Akhir Bimbingan : 10 September 2018

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1	19-03-2018	Bimbingan Awal	<i>tiang</i>
2.	27-03-2018	Bimbingan Penentuan Kapasitas	<i>tiang</i>
3.	06-04-2018	Bimbingan Perhitungan Neraca	<i>tiang</i>
4.	18-04-2018	Panas dan massa	<i>tiang</i>
5.	30-04-2018	Bimbingan Perhitungan Reaktor	<i>tiang</i>
6.	08-05-2018	Bimbingan Perhitungan Neutralizer	<i>tiang</i>
7.	23-05-2018	dan Decanter	
		Bimbingan Perhitungan MD-1, MD-2 dan MD-3	<i>tiang</i>
8.	25-07-2018	Bimbingan Heater dan Cooler	<i>tiang</i>
9.	15-08-2018	Bimbingan Pompa	<i>tiang</i>
10.	03-09-2018	Bimbingan Naskah dan Pengesahan	<i>tiang</i>

Disetujui Draft Penulisan:

Yogyakarta, 7 Sept 2018.

Pembimbing,

tiang

Ajeng Yulianti Dwi Lestari, S.T., M.T.

)* Judul PraRancangan Ditulis dengan Huruf Balok

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