

**PRA RANCANGAN PABRIK METIL AKRILAT DARI  
METANOL DAN ASAM AKRILAT MENGGUNAKAN  
KATALIS HOMOGEN ASAM SULFAT KAPASITAS  
20.000 TON/TAHUN**

**PRA RANCANGAN PABRIK**

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



**Oleh :**

**Nama : Declalove Caesa Depasa**

**Nama : Dzulham Lour Mokobombang**

**Nim : 19521139**

**Nim : 19521172**

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

**2024**

**LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN**  
**PRARANCANGAN PABRIK METHYL ACRYLATE DARI METHANOL**  
**DAN ACRYLATE ACID MENGGUNAKAN KATALIS HOMOGEN**  
**SULFURIC ACID KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

**Nama : Declalove Caesa Depasa**

**Nama : Dzulham Lour Mokobombang**

**NIM : 19521139**

**NIM : 19521172**

Yogyakarta, 13 September 2024

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

Td. Tangan  
  
Declalove Caesa Depasa

Td. Tangan  
  
Dzulham Lour Mokobombang

**LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING**

**PRARANCANGAN PABRIK KIMIA METIL AKRILAT DARI METANOL  
DAN ASAM AKRILAT MENGGUNAKAN KATALIS HOMOGEN ASAM  
SULFAT KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN**

**PRA RANCANGAN PABRIK**

Oleh :  
Nama : Declalove Caesa Depasa      Nama : Dzulham Lour Mokobombang  
NIM : 19521139                              NIM : 19521172

Yogyakarta, 13 September 2024

Pembimbing,



**Ajeng Yulianti Dwi Lestari, S.T., M.T.**

**NIK. 155211305**

# LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

## PRARANCANGAN PABRIK METIL AKRILAT DARI METANOL DAN ASAM AKRILAT MENGUNAKAN KATALIS HOMOGEN ASAM SULFAT KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN

Oleh:

Nama : Declalove Caesa Depasa      Nama : Dzulham Lour Mokobombang

NIM : 19521139      NIM : 19521172

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

Tim Penguji,

Ketua Penguji

Ajeng Yulianti Dwi Lestari, S.T.,M.T.


Anggota I

Dr. Khamdan Cahyari, S.T., M.Sc

Anggota II

Venalitya Alethea SA. S.T., M.Eng

17/10/2024



17/10/24

Mengetahui,

**Ketua Program Studi Teknik Kimia**

**Fakultas Teknologi Industri**

**Universitas Islam Indonesia**

**Sholeh Ma'mun, S.T., M.T., Ph.D.**

## **KATA PENGANTAR**

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillah, segala puji dan syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat, taufik dan karunia-Nya sehingga Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik Kimia dapat kami selesaikan dengan baik.

Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik Kimia dengan Judul **“PRARANCANGAN PABRIK KIMIA METIL AKRILAT DARI METANOL DAN ASAM AKRILAT MENGGUNAKAN KATALIS HOMOGEN ASAM SULFAT KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN”** ini disusun sebagai penerapan dari ilmu Teknik Kimia yang telah didapatkan selama menempuh Pendidikan di bangku kuliah, dan merupakan Sebagian persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Kimia dari Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.

Penyusunan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan tidak lepas dari dukungan, bimbingan, dan bantuan dari banyak pihak yang sangat berarti bagi penulis. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Allah SWT. karena atas segala kelimpahan rahmat dan hidayah-Nya.
2. Kedua orang tua yang selalu memberikan dorongan dan motivasi baik berupa materi maupun moril selama menempuh masa Pendidikan di Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.

3. Bapak Hari Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo., M.T., IPU, ASEAN.Eng selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
4. Ibu Ifa Puspasari, S.T., M.Eng., Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Program Sarjana Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
5. Bapak Sholeh Ma'mun, S.T., M.T., Ph.D selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia Program Sarjana Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
6. Ibu Ajeng Yulianti Dwi Lestari, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing yang telah membimbing dan mendukung dengan sabar, memberikan semangat dan arahan kepada kami dalam penyusunan dan penyelesaian Tugas Akhir ini.
7. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia yang telah memberikan ilmunya kepada penulis.
8. Seluruh rekan-rekan seperjuangan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia Angkatan 2019 yang selalu memberikan dukungan serta saling membagikan ilmunya. Semangat teman-teman perjuangan kita masih panjang.

Kami menyadari sepenuhnya bahwa dalam penyusunan laporan Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik ini masih banyak kekurangan dan kelemahan serta jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun diharapkan demi kesempurnaan laporan ini. Semoga Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Yogyakarta, September 2024

Penyusun

## **LEMBAR PERSEMBAHAN**

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakutuh

Alhamdulillahirabbil'alamin, segala puji bagi Allah SWT berkat rahmat serta hidayah-Nya yang telah memberikan ni'mat yang sangat luar biasa, memberikan saya kekuatan, Kesehatan, membekali saya ilmu pengetahuan. Atas karunia serta kemudahan yang diberikan, akhirnya tugas akhir ini dapat saya selesaikan dengan lancar dan tepat waktu. Shalawat serta salam selalu terlimpahkan keharibaan Rasulullah Muhammad SAW.

Segala perjuangan saya hingga titik ini. Saya persembahkan untuk orang-orang hebat yang telah membantu saya dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Saya persembahkan untuk:

1. Untuk orang tua sebagai tanda bakti, hormat dan rasa terima kasih yang tiada hingga, kupersembahkan Laporan Tugas Akhir ini kepada Ibu (Indah W) dan Ayah (Wiwid H) yang telah memberikan kasih sayang, serta dukungan, ridho, dan cinta kasih yang yang tiada henti-hentinya agar saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik dan tepat waktu.
2. Adik - adikku, sebagai tanda terima kasih, aku persembahkan Laporan Tugas Akhir ini. Terima kasih telah mengalah dan bersabar, memberikan motivasi dan inspirasi dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.
3. Ibu Ajeng Yulianti Dwi Lestari, S.T, M.T., selaku dosen pembimbing tugas akhir saya. Terimakasih banyak atas segala dukungan dan motivasi yang telah Ibu berikan selama ini. Tanpa Ibu, saya mungkin tidak akan bisa

melalui perjuangan menyelesaikan Tugas Akhir ini. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan berkah kepada Ibu dan keluarga, serta memberikan Kesehatan, kebahagiaan, serta kesuksesan yang melimpah.

4. Dzulham Lour Mokobombang, Partner Tugas Akhir sekaligus teman. Terimakasih banyak atas segala kesabaran dan kebaikan yang telah engkau berikan. Terimakasih atas kerja sama, dukungan, dan semangat yang tak pernah padam. Semoga perjalanan kita tidak berhenti disini, tetapi menjadi awal dari kesuksesan yang lebih besar di masa mendatang. Terimakasih atas dedikasi dan Kerjasama yang sangat luar biasa.
5. Seseorang yang tak kalah penting kehadirannya, walaupun tidak sampai saya selesai. Terima kasih telah menjadi bagian dari perjalanan hidup saya, menjadi pendengar setia, penasehat yang bijak, dan pendukung setiap langkah. Terimakasih telah berkontribusi selama perjalanan panjang menyelesaikan skripsi ini. Semoga kebahagiaan selalu menyertaimu.
6. Teman – teman terdekat saya terima kasih telah menjadi pendengar keluhan saya ketika hampir putus asa. Terimakasih telah menemani masa perkuliahan. Terima kasih atas semua kenangan yang telah kita lalui bersama. Terima kasih atas dukungan dan candaan yang tak pernah habis. Semoga kita terus berkembang selamanya. Kalian tak hanya teman, melainkan keluarga terpilih. Terima kasih telah menjadi bagian yang tak terpisahkan dalam kehidupanku.

7. Teman-teman seperjuangan di Teknik Kimia UII 2019 yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu. Terimakasih atas segala kenangan dan candaan yang telah diberikan selama ini.
8. Dan terakhir, terima kasih untuk diri saya sendiri, Declalove Caesa Depasa. Terimakasih telah berusaha dan berjuang sejauh ini. Terima kasih telah mengendalikan diri dari berbagai tekanan diluar keadaan dan tak pernah memutuskan untuk menyerah, sesulit apapun proses penyusunan tugas akhir ini dengan menyelesaikan sebaik dan semaksimal mungkin, ini merupakan pencapaian yang patut di rayakan dan dibanggakan untuk diri sendiri.

Declalove Caesa Depasa

Teknik Kimia UII 2019

## LEMBAR PERSEMBAHAN

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillahirabbil'alamin, segala puji bagi Allah SWT berkat rahmat serta hidayah-Nya yang telah memberikan ni'mat yang sangat luar biasa, memberikan saya kekuatan, Kesehatan, membekali saya ilmu pengetahuan. Atas karunia serta kemudahan yang diberikan, akhirnya tugas akhir ini dapat saya selesaikan dengan lancar dan tepat waktu. Shalawat serta salam selalu terlimpahkan keharibaan Rasulullah Muhammad SAW.

Segala perjuangan saya hingga titik ini. Saya persembahkan untuk orang-orang hebat yang telah membantu saya dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Saya persembahkan untuk:

1. Kedua orang tua, hormat dan rasa terima kasih yang tiada hingga, kupersembahkan Laporan Tugas Akhir ini kepada Ibu saya Erny Suryati Detu dan Ayah saya Iskandar Mokobombang رَحْمَةُ اللهِ yang telah memberikan kasih sayang, serta dukungan, ridho, dan cinta kasih yang yang tiada henti-hentinya agar saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik dan diwaktu yang tepat.
2. Kepada Kaka-kakakku, adikku dan juga om Idi. sebagai tanda terima kasih, aku persembahkan Laporan Tugas Akhir ini. Terima kasih telah mengalah dan bersabar, memberikan motivasi dan inspirasi dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.

3. Ibu Ajeng Yulianti Dwi Lestari, S.T, M.T., selaku dosen pembimbing tugas akhir saya. Terimakasih banyak atas segala dukungan dan motivasi yang telah Ibu berikan selama ini. Tanpa Ibu, saya mungkin tidak akan bisa melalui perjuangan menyelesaikan Tugas Akhir ini. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan berkah kepada Ibu dan keluarga, serta memberikan Kesehatan, kebahagiaan, serta kesuksesan yang melimpah.
4. Declalove Caesa Depasa, Partner Tugas Akhir sekaligus teman. Terimakasih banyak atas segala kesabaran dan kebaikan yang telah engkau berikan. Terimakasih atas kerja sama, dukungan, dan semangat yang tak pernah padam. Semoga perjalanan kita tidak berhenti disini, tetapi menjadi awal dari kesuksesan yang lebih besar di masa mendatang. Terimakasih atas dedikasi dan Kerjasama yang sangat luar biasa.
5. Sebuah persembahan yang diketik dengan air mata dan juga darah akhirnya selesai juga, terimakasih kepada kalian orang-orang HIPOKRIT mungkin kalau bukan karna kalian saya belum tentu bisa mencapai titik ini.
6. Sahabat Ahli Surga Lutpe (nam), Antamal, Sheren, Isel, Nanad, dan Slipi. Terimakasih atas segala kenangan dan candaan yang telah diberikan selama ini.
7. Dan terkahir, terima kasih untuk diri saya sendiri, Dzulham Lour Mokobombang. Terimakasih telah berusaha dan berjuang sejauh ini. Terima kasih telah mengendalikan diri dari berbagai tekanan diluar keadaan dan tak pernah memutuskan untuk menyerah, sesulit apapun proses penyusunan tugas akhir ini dengan menyelesaikan sebaik dan semaksimal mungkin, ini

merupakan pencapaian yang patut di rayakan dan dibanggakan untuk diri sendiri.

Dzulham Lour Mokobombang

Teknik Kimia UII 2019

## DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN .....	i
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING.....	ii
KATA PENGANTAR.....	ii
LEMBAR PERSEMBAHAN .....	v
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
ABSTRAK .....	xv
<i>ABSTRACT</i> .....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. LATAR BELAKANG.....	1
1.2. PENENTUAN KAPASITA PABRIK .....	2
1.2.1. PROYEKSI KEBUTUHAN .....	2
1.2.2. KETERSEDIAAN BAHAN BAKU.....	8
1.3. TINJAUAN PUSTAKA.....	11
1.3.1. KEGUNAAN PRODUK .....	11
1.3.2. PEMILIHAN PROSES .....	12
1.4. TINJAUAN KINETIKA DAN TERMODINAMIKA .....	16
1.4.1. TINJAUAN KINETIKA .....	16
1.4.2. TINJAUAN TERMODINAMIKA .....	20
BAB II PERANCANGAN PRODUK.....	28
2.1 SPESIFIKASI PRODUK.....	28
2.2 SPESIFIKASI BAHAN BAKU.....	28
2.3 SPESIFIKASI BAHAN PEMBANTU.....	29
2.4 PENGENDALIAN KUALITAS .....	30
2.4.1 PENGENDALIAN KUALITAS BAHAN BAKU .....	30
2.4.2 PENGENDALIAN PROSES BAHAN PEMBANTU .....	31
2.4.3 PENGENDALIAN BAHAN SELAMA PROSES .....	31
2.4.4 PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK .....	31
BAB III PERANCANGAN PROSES .....	33
3.1 DIAGRAM ALIR PROSES DAN MATERIAL.....	33
3.1.1 DIAGRAM KUALITATIF .....	33
3.1.2 DIAGRAM KUANTITATIF .....	34
3.2. URAIAN PROSES .....	34

3.2.1. PERSIAPAN BAHAN BAKU .....	34
3.2.2. REAKSI .....	35
3.2.3. PEMURNIAN PRODUK .....	35
3.3. SPESIFIKASI ALAT PROSES .....	36
3.4. NERACA MASSA .....	63
3.5. NERACA PANAS .....	66
<b>BAB IV PERANCANGAN PABRIK .....</b>	<b>69</b>
4.1. LOKASI PABRIK .....	69
4.2. TATA LETAK PABRIK ( <i>PLANT LAYOUT</i> ).....	73
4.3. TATA LETAK MESIN/ALAT PROSES ( <i>MACHINE LAYOUT</i> ) 77	
4.4. ORGANISASI PERUSAHAAN .....	79
<b>BAB V UTILITAS.....</b>	<b>106</b>
5.1. UNIT PENYEDIAAN DAN PENGOLAHAN AIR .....	108
5.2. UNIT PEMBANGKIT STEAM.....	114
5.3. UNIT PEMBANGKIT LISTRIK .....	118
5.4. UNIT PENYEDIA UDARA TEKAN .....	123
5.5. UNIT PENYEDIA BAHAN BAKAR.....	124
5.6. UNIT PENGOLAHAN LIMBAH .....	124
<b>BAB VI EVALUASI EKONOMI .....</b>	<b>137</b>
<b>BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>159</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>162</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Data Impor metil akrilat di Indonesia .....	3
Tabel 1. 2 Data Konsumsi Metil Akrilat di Indonesia .....	5
Tabel 1. 3 Data ketersediaan Bahan Baku di Indonesia.....	8
Tabel 1. 4 Data Pabrik metil akrilat di Dunia.....	8
Tabel 1. 5 Data Pabrik metil akrilat di Dunia.....	9
Tabel 1. 6 Perbandingan Pemilihan Proses .....	13
Tabel 1. 7 Data Energi Gibbs 298 K .....	18
Tabel 3. 1 Neraca Massa Total.....	56
Tabel 3. 2 Neraca Massa Reaktor.....	57
Tabel 3. 3 Neraca Massa Netralizer .....	57
Tabel 3. 4 Neraca Massa Decanter.....	58
Tabel 3. 5 Neraca Massa Centrifuge .....	58
Tabel 3. 11 Neraca Massa Menara Distilasi .....	59
Tabel 3. 7 Neraca Panas Heater 1.....	59
Tabel 3. 8 Neraca Panas Heater 2.....	60
Tabel 3. 9 Neraca Panas Heater 3.....	60
Tabel 3. 10 Neraca Panas Heater 4.....	60
Tabel 3. 11 Neraca Panas Cooler .....	61
Tabel 4. 1 Perincian Luas Tanah .....	69
Tabel 4. 2 Jadwal kerja shift tiap regu.....	91
Tabel 4. 4 Operator Proses .....	94
Tabel 4. 6 Gaji Karyawan .....	100
Tabel 5. 1 Kebutuhan Air Pendingin.....	108
Tabel 5. 2 Kebutuhan Air Pemanas.....	109
Tabel 5. 3 Kebutuhan Boiler .....	114
Tabel 5. 4 Kebutuhan Peralatan Proses .....	117
Tabel 5. 5 Kebutuhan Utilitas .....	118
Tabel 5. 6 Total Kebutuhan Listrik Power Plant .....	119
Tabel 6. 1 Index Harga Alat.....	135
Tabel 6. 2 Regresi Nilai Alat.....	136
Tabel 6. 3 Physical plant cost (PPC) .....	139
Tabel 6. 4 Direct plant cost (DPC).....	139
Tabel 6. 5 Fixed capital investment (FCI).....	140
Tabel 6. 6 Working capital investment (WCI) .....	140
Tabel 6. 7 Direct manufacturing cost (DMC).....	141
Tabel 6. 8 Indirect manufacturing cost (IMC).....	141
Tabel 6. 9 Fixed manufacturing cost (FMC) .....	142
Tabel 6. 10 General Expenses .....	143
Tabel 6. 11 Annual Fixed Manufacturing Cost (Fa).....	147
Tabel 6. 12 Annual Regulated Expenses Cost (Ra).....	147
Tabel 6. 13 Annual Variable Value Cost (Va) .....	148
Tabel 6. 14 Annual Sales Value Cost (Sa) .....	148

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Grafik Import Methyl Acrylate.....	3
Gambar 1. 2 Grafik Data Ekspor methyl acrylate di Indonesia .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 1. 3 Struktur Kimia Methyl Acrylate .....	11
Gambar 1. 4 Perhitungan Entalphy Reaktor.....	16
Gambar 3. 1 Diagram Alir Kualitatif .....	27
Gambar 3. 2 Diagram Alir Kuantitatif .....	28
Gambar 4. 1 Letak Alat Proses.....	73
Gambar 4. 2 Denah Pabrik .....	73
Gambar 4. 3 Struktur Organisasi .....	80
Gambar 5. 1 Diagram Alir Utilitas .....	104
Gambar 6. 1 Grafik Index Harga.....	137
Gambar 6. 2 Grafik Evaluasi Ekonomi .....	151

## 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. Kaltim Methanol Indonesia, Bontang, Kalimantan Timur. Pabrik ini direncanakan akan dibangun di Cilegon, di atas lahan seluas 14.267 m<sup>2</sup>, di provinsi Banten, Jawa Barat pada tahun 2028. Pabrik kimia ini akan dioperasikan selama 330 hari atau 24 jam sehari dengan total 169 karyawan. Pabrik Metil Akrilat menggunakan proses esterifikasi dengan kapasitas 20.000 ton/tahun, memiliki kemurnian 99,5%. Reaksi terjadi dalam tangki reaktor berpengaduk, Reaktor dioperasikan terus menerus dalam suhu eksoterm 80°C dan tekanan pada 2 atm, sebagai pendingin reaktor digunakan air pendingin. Waktu reaksi dalam reaktor adalah 1 jam, perbandingan antara asam akrilat dan metanol yang digunakan dalam reaksi adalah 1 : 2. Pabrik ini menggunakan 101.284 kg/jam air dari PT Krakatau Tirta, 1.920,520 kg/jam uap, dan 105,20 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 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> setelah itu dipisahkan dengan decanter, dan dimurnikan dalam centrifuge dan siap dipasarkan. Evaluasi ekonomi menunjukkan nilai *Return of Investment* (ROI) sebesar 26,21% sebelum pajak dan 20,97% setelah pajak. Lalu, nilai *Pay Out Time* (POT) selama 2,9 tahun sebelum pajak dan 3,4 tahun setelah pajak. Secara keseluruhan, pendirian pabrik *Methyl Acrylate* merupakan langkah strategis untuk mengatasi tantangan kebutuhan dalam negeri, meningkatkan pertumbuhan industri kimia di Indonesia dan mendukung program pemerintah dalam peningkatan industri hulu guna mendukung industri hilir yang berorientasi ekspor dalam menghadapi era pasar bebas serta membuka dan memberi lapangan pekerjaan baru sehingga mengurangi jumlah pengangguran serta meningkatkan tingkat perekonomian masyarakat Indonesia

*Kata kunci : Metil Akrilat, Esterifikasi, eksoterm, output, investasi, prarancang pabrik*

## **ABSTRACT**

*The Methyl Acrylate factory has good prospects, considering the increasing need for Methyl Acrylate in Indonesia. The main material Acrylic acid is obtained from PT. Nippon Shokubai Indonesia, Cilegon and Methanol from PT. Kaltim Methanol Indonesia, Bontang, East Kalimantan. This factory is planned to be built in Cilegon, on an area of 14,267 m<sup>2</sup>, in Banten province, West Java in 2028. This chemical plant will be operated for 330 days or 24 hours a day with a total of 169 employees. The Methyl Acrylate factory uses an esterification process with a capacity of 20,000 tons/year, has a purity of 99.5%. The reaction occurs in a stirred reactor tank, the reactor is operated continuously at an exothermic temperature of 80°C and a pressure of 2 atm, as a reactor coolant is used. The reaction time in the reactor is 1 hour, the ratio between acrylic acid and methanol used in the reaction is 1: 2. This plant uses 101,284 kg/hour of water from PT Krakatau Tirta, 1,920.520 kg/hour of steam, and 105.20 kW of electricity provided by PLN and also requires a generator as a backup. All output products from the reactor are in liquid form, then taken to the neutralizer to remove H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> after which it is separated with a decanter, and purified in a centrifuge and ready to be marketed. Economic evaluation shows a Return of Investment (ROI) value of 26.21% before tax and 20.97% after tax. Then, the Pay Out Time (POT) value is 2.9 years before tax and 3.4 years after tax. Overall, the establishment of the Methyl Acrylate factory is a strategic step to overcome the challenges of domestic needs, increase the growth of the chemical industry in Indonesia and support the government's program in increasing the upstream industry to support the export-oriented downstream industry in facing the free market era and opening and providing new jobs so as to reduce the number of unemployed and increase the economic level of the Indonesian people.*

**Keywords :** *Methyl Acrylate, Esterification, exotherm, output, investment, Plant design.*

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Pada saat ini Indonesia sebagai negara yang berkembang sedang giat meningkatkan perkembangan di berbagai sektor, termasuk sektor Perindustrian. Kebutuhan pada sektor industri kimia pada saat ini masih banyak bahan-bahan kimia yang masih diimpor dari berbagai negara. Industri kimia pada saat ini memegang peranan penting dalam perkembangan dan kemajuan 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. Dengan pendirian pabrik kimia dapat mengurangi angka pengangguran dan tingkat kemiskinan dengan adanya lapangan pekerjaan baru. Oleh karena itu, berbagai upaya harus dilakukan agar mampu bersaing dengan negara-negara lainnya.

Metil akrilat merupakan produk yang dapat digunakan sebagai bahan baku polimer. Metil akrilat dapat digunakan sebagai pembuatan cat (*coating*), pembuatan kertas, bahan perekat, 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.

Diharapkan dengan didirikannya pabrik metil akrilat di Indonesia dapat membantu konsumen dalam negeri yang menggunakan metil akrilat sebagai bahan baku serta dapat membantu mengurangi pengeluaran devisa negara untuk mengimpor bahan tersebut. 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 didirikan di Indonesia.

## **1.2 Penentuan Kapasitas Pabrik**

Kapasitas produksi dari pabrik akan mempengaruhi perhitungan teknis maupun ekonomis dalam perancangan pabrik. Semakin besar kapasitas produksinya maka kemungkinan keuntungannya juga semakin besar. Namun ada beberapa faktor yang harus dipertimbangkan dalam penentuan kapasitas produksi, yaitu :

### **1.2.1 Proyeksi Kebutuhan**

Pabrik metil akrilat yang dirancang ini direncanakan akan berdiri pada tahun 2028. Untuk memperoleh kapasitas perancangan pabrik tersebut terdapat beberapa data yang harus dipertimbangkan.

#### **1. Analisis Perhitungan Supply**

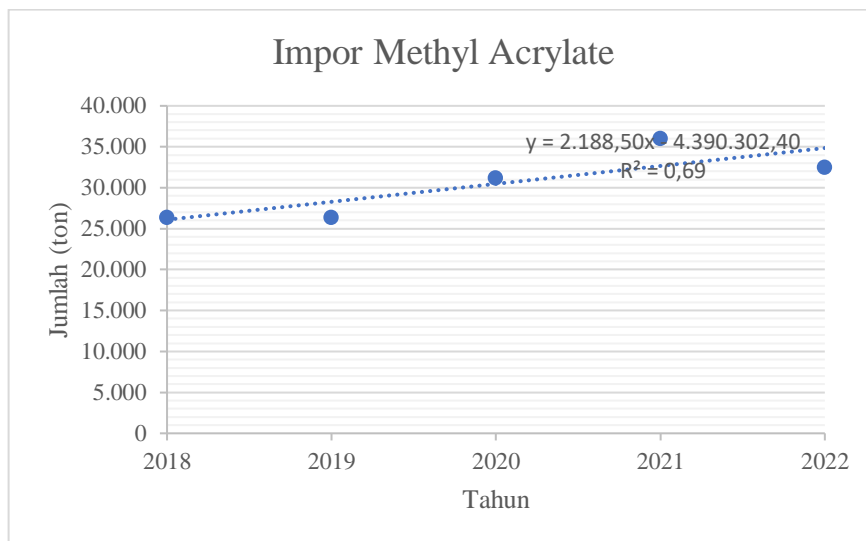
##### **a) Impor**

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS), Indonesia masih membutuhkan impor metil akrilat untuk memenuhi

kebutuhan dalam negeri seperti yang terlihat pada Tabel 1.1 berikut ini :

Tabel 1. 1 Data Impor meetil akrilat di Indonesia

Tahun	Jumlah (Ton/Tahun)
2018	26.363
2019	26.324
2020	31.182
2021	36.003
2022	32.466



Gambar 1. 1 Grafik Import Metil akrilat

Berdasarkan Tabel 1.1, maka dapat dibuat suatu persamaan linear agar dapat memperkirakan kebutuhan impor metil akrilat di Indonesia pada tahun 2028.

Berdasarkan gambar grafik impor di Indonesia didapatkan persamaan linear sebagai berikut :

$$\text{Persamaan regresi linear } y = 2,188.50x - 4,390,302.40$$

$R^2 = 0.69$  maka apabila data ekspor metil akrilat diproyeksikan ke tahun 2028 didapatkan hasil :

$$y = 2,188.50x - 4,390,302.40$$

$$y = 2,188.50(2028) - 4,390,302.40$$

$$y = 47.975,6$$

dari persamaan tersebut, dimana Y adalah kebutuhan impor metil akrilat di Indonesia dalam satuan ton, dan X merupakan tahun ke-n, sehingga proyeksi impor metil akrilat di Indonesia pada tahun 2028 adalah 47975.6 ton/tahun.

#### b) Produksi

Berdasarkan data produksi metil akrilat, di Indonesia sendiri belum terdapat pabrik metil akrilat yang berdiri, sehingga proyeksi produksi metil akrilat di Indonesia pada tahun 2028 adalah 0 ton/tahun.

Jadi, proyeksi *supply* metil akrilat di Indonesia tahun 2028 dapat dihitung dengan menjumlahkan proyeksi impor + produksi sebagai berikut :

$$\text{Supply} = \text{Impor} + \text{Produksi}$$

$$= 47.975,6 + 0$$

$$= 47.975,6 \text{ ton/tahun.}$$

## 2. Analisis Proyeksi *Demand*

#### a) Ekspor

Indonesia tidak pernah mengekspor metil akrilat, sehingga tidak ada data ekspor metil akrilat. Oleh karena itu data ekspor untuk menghitung kapasitas adalah 0.

b) Konsumsi

Untuk menghitung proyeksi konsumsi, kami melakukan pendekatan melalui penggunaan metil akrilat di industri. Metil Akrilat biasa digunakan sebagai bahan tambahan (10%) dalam pembuatan cat, pernis, perekat/lem, pelapis, tinta cetak, dan sebagainya. Total 10% metil akrilat yang kami gunakan ialah berdasarkan acuan penggunaan 6 – 14% resin akrilik (*US Patent 4.345.044*).

*Tabel 1. 2 Data Konsumsi Metil Akrilat di Indonesia*

<b>Pabrik</b>	<b>Produk</b>	<b>Jumlah (ton/tahun)</b>	<b>Jumlah MA yang digunakan (x10%)</b>
PT Avi Avian	Pernis	49.000	4.900
	Perekat/Lem	3.500	350
PT Mikatasa Agung	Perekat/Lem	2.500	250
PT ICI Paint	Cat & Tinta	75.000	7.500
	Cetak		
Pacifix Paint	Industri Cat	60.000	6.000
Nippon Paint	Industri Cat & Pelapis	250.000	25.000
PT Mowilex	Pernis	300	30
Indonesia	Cat & Pelapis	15.000	1.500

<b>Pabrik</b>	<b>Produk</b>	<b>Jumlah (ton/tahun)</b>	<b>Jumlah MA yang digunakan (x10%)</b>
PT Atlantic Ocean Paint	Cat & Tinta Cetak	10019	1.002
PT Bina Adidaya	Industri Cat	5.500	550
PT Jotun Indonesia	Industri Cat	40.000	4.000
PT Jotun Indonesia	Cat Bubuk	40.000	4.000
PT Ega Paintindo	Industri Cat	114.000	11.400
PT Difan Prima Paint	Cat & Tinta Cetak	8.500	850

Sehingga proyeksi konsumsi metil akrilat di Indonesia pada tahun 2028 adalah 67332 ton/tahun.

Jadi, proyeksi *demand* metil akrilat di Indonesia tahun 2028 dapat dihitung dengan menjumlahkan proyeksi ekspor + konsumsi sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Demand} &= \text{Ekspor} + \text{Konsumsi} \\
 &= 0 + 67.332 \\
 &= 67.332 \text{ ton/tahun.}
 \end{aligned}$$

Dari pembahasan diatas, maka didapatkan proyeksi kebutuhan metil akrilat di Indonesia sebagai berikut :

$$\text{PK metil akrilat} = \text{Demand} - \text{Supply}$$

$$= 67.332 - 47.975,6$$

$$= 19.356,4 \text{ ton/tahun}$$

Jadi proyeksi kapasitas terpasang pada pabrik metil akrilat adalah 20.000 ton/tahun.

### **1.2.2 Ketersediaan Bahan Baku**

Pengadaan bahan baku pembuatan metil akrilat adalah asam akrilat dan metanol. Kedua bahan baku tersebut dapat dipenuhi seluruhnya dari dalam negeri yaitu asam akrilat yang diperoleh dari PT Nippon Shokubai Indonesia yang berlokasi di Cilegon, Banten. PT Nippon Shokubai Indonesia memproduksi asam akrilat dengan kapasitas 140.000 ton/tahun yang mana merupakan produsen terbesar di Asia Tenggara untuk produk asam akrilat dan turunannya. Sedangkan bahan baku metanol dapat diperoleh dari PT. Kaltim Methanol Indonesia yang terletak di Bontang, Kalimantan Timur yang mempunyai kapasitas produksi sebesar 660.000 ton/tahun. Sehingga dengan demikian bahan baku cukup tersedia dan mudah diperoleh. Sehingga ketersediaan bahan baku di Indonesia masih sangat mencukupi untuk produksi metil akrilat.

Tabel 1. 3 Data ketersediaan Bahan Baku di Indonesia

<b>Bahan Baku</b>	<b>Pabrik</b>	<b>Lokasi</b>	<b>Kapasitas (ton/tahun)</b>
Asam Akrilat	PT. Nippon Shokubai Indonesia (PT NSI)	Cilegon, Banten	140.000
Metanol	PT. Kaltim Methanol	Bontang, Kalimantan Timur	660.000

### 1.2.3 Skala Produksi Pabrik Methyl Acrylate

Untuk memproduksi metil akrilat perlu diperhitungkan juga kapasitas produksi yang menguntungkan. Sebagai perbandingan kapasitas produksi dari berbagai pabrik yang sudah berdiri sebagaimana terlihat pada tabel 1.5 dan tabel 1.6.

Tabel 1. 4 Data Pabrik metil akrilat di Dunia

<b>Pabrik</b>	<b>Kapasitas (ton/tahun)</b>	<b>Lokasi</b>	<b>Proses Produksi</b>
Toa Gosel Co., Ltd	20.000	Singapore	Esterifikasi dengan katalis <i>p-toluenesulfonic acid</i>
Arkema Inc	45.000	Texas, US	Esterifikasi dengan katalis Asam Sulfat
Singapore Acrylic Ester Pte., Ltd	82.000	Singapore	Esterifikasi dengan katalis Asam Sulfat

Sumber : [www.sumitomo-chem.co.jp](http://www.sumitomo-chem.co.jp)

*Tabel 1. 5 Data Pabrik metil akrilat di Dunia*

<b>Pabrik</b>	<b>Kapasitas (ton/tahun)</b>	<b>Lokasi</b>
Sumitomo Chemical	45.000	Japan
Chongqing Ziguang	10.000	China
Honam Petrochemical	50.000	South Korea
Lucite International	120.000	Singapore

Berdasarkan pada data diatas diketahui bahwa pada tahun 2028 kebutuhan metil akrilat di Indonesia hasil dari regresi linier adalah sebesar 19.024 ton/tahun. Sedangkan kapasitas minimal pabrik metil akrilat yang telah berdiri di negara-negara lain adalah sebesar 10.000 ton/tahun dan kapasitas maksimal sebesar 120.000 ton/tahun. Dengan ketiga pertimbangan (1.1, 1.2, 1.3) maka pabrik metil akrilat dengan kapasitas 20.000 ton/tahun, sehingga diharapkan :

- 1) Memenuhi kebutuhan metil akrilat dalam negeri.
- 2) Meningkatkan pendapatan negara di sektor industry, serta menghemat impor metil akrilat.
- 3) Meningkatkan pertumbuhan industry kimia di Indonesia dan mendukung program pemerintah dalam peningkatan industry hulu guna mendukung industry hilir yang berorientasi ekspor dalam menghadapi era pasar bebas.

- 4) Dapat membuka dan memberi lapangan pekerjaan baru sehingga mengurangi jumlah pengangguran serta meningkatkan tingkat perekonomian masyarakat Indonesia.

### **1.3 Tinjauan Pustaka**

#### **1.3.1 Kegunaan Produk**

Secara komersial metil akrilat dengan tingkat kemurnian minimum 98.5%, senyawa ini digunakan secara luas bahan tambahan pembuatan *surface coating*, tekstil, bahan perekat, industri kulit, kertas, *adhesive* dan sebagai bahan baku pembuatan polimer yaitu *polymetil* akrilat.

Berikut adalah penjelasan tentang kegunaan produk metil akrilat yang telah banyak digunakan dalam berbagai macam industri:

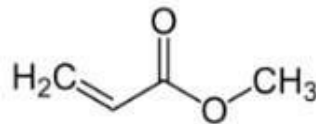
1. Sebagai bahan baku pembuatan polimer emulsi dan larutan polimer. Polimer emulsi banyak digunakan sebagai bahan pelapis pada proses akhir pada industri kayu, furnitur dengan bahan baku besi, kontainer, kaleng serta kawat; bahan perekat dan bahan pengikat pada industri kulit, tekstil, dan kertas; bahan baku untuk pembuatan cat dan pengkilap lantai serta serat dan plastik sintesis.
2. Digunakan sebagai amfoter surfaktan. Proses pembuatannya yaitu amina lemak dasar (lauril amina) direaksikan dengan metil akrilat untuk menghasilkan ester N-lemak amino propionik.
3. Digunakan sebagai substrat untuk menghasilkan sistein dan vanilin yang kemudian diproses lebih lanjut untuk industri pangan

sebagai bahan tambahan makanan. Sistein dan vanilin dalam industri pangan terutama digunakan pada reaksi *flavour* (*savoury flavour*), selain itu digunakan sebagai antioksidan, kondisioner alami adonan roti. Di Amerika, sistein dalam bentuk n-acetyl sistein digunakan pada produk *dietary supplement*.

### 1.3.2 Pemilihan Proses

Metil akrilat merupakan suatu senyawa organik dengan rumus  $\text{CH}_2\text{CHCO}_2\text{CH}_3$ . Senyawa ini merupakan metil ester dari asam akrilat. Metil akrilat berbentuk cairan yang tidak berwarna dengan karakteristik bau yang tajam, serta larut dalam pelarut organik dan larut terhadap air. Senyawa ini banyak diproduksi sebagai *acrylate fiber*, yang banyak digunakan untuk menenun karpet sintetis. Senyawa ini juga banyak digunakan sebagai reagen pada sintetis berbagai macam produk farmasi. Dari segi *hazard*-nya, senyawa ini termasuk senyawa yang berbahaya dan mudah terbakar. Struktur kimia metil akrilat ditunjukkan pada Gambar 1.

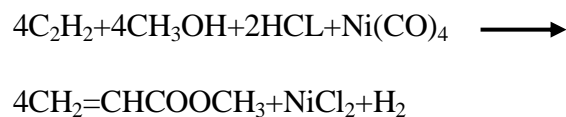
Gambar 1. 2 Struktur Kimia Metil akrilat



Metil akrilat dapat diproduksi dari beberapa proses, diantaranya adalah :

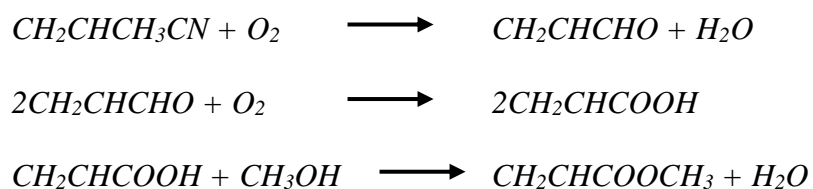
- a. Proses Asetilen

Pada proses ini metil akrilat dibuat dengan mereaksikan dengan alkohol dalam suasana asam dengan katalis nikel karbonil pada tekanan 140,61-316,38 atm pada suhu 220-270 °C. Kerugian proses ini adalah kesulitan dalam penanganan nikel karbonil yang beracun dan korosif serta kondisi operasi yang tinggi. Reaksi pada proses asetilen adalah sebagai berikut :



#### b. Oksidasi Propilen

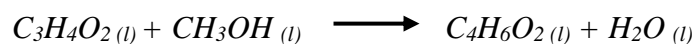
Proses oksida ini mula-mula akan membentuk akrolein. Oksidasi akrolein akan membentuk asam akrilat. Reaksi ini dilakukan pada fase uap dengan menggunakan katalisator *cobalt molybdate-tellurium* oksida dengan kondisi operasi 5000C dan tekanan atmosferis. Gas panas yang keluar dari reaktor segera didinginkan di dalam alat pendingin untuk mencegah reaksi lebih lanjut dan pertumbuhan polimer. Asam akrilat diperoleh dengan memisahkan pada menara distilasi kemudian diesterifikasi pada suhu 200 °C dengan menambahkan metanol dan katalisator asam mineral sehingga diperoleh *methyl acrylate* dengan konversi 58%. Reaksinya adalah :



#### c. Proses Esterifikasi Asam Akrilat

Pada proses esterifikasi, asam akrilat direaksikan dengan metanol dengan bantuan katalis asam sulfat membentuk metil akrilat. Reaksi esterifikasi ini berlangsung pada fase cair, suhu operasi berkisar antara 75-85°C dan tekanan atmosfer. Perbandingan mol reaktan antara asam akrilat dengan metanol yang digunakan adalah 1 : 2. Kebutuhan katalisator sebesar 5-50% dari total massa reaktan, reaksi tersebut berlangsung pada reaktor alir tangki berpengaduk dengan yield mencapai 99% dengan waktu reaksi selama 1 jam. Sebelum masuk kedalam reaktor, fluida melewati pemanas untuk mencapai suhu yang diinginkan reaktor. Dengan menjaga konsentrasi asam sulfat konstan dalam larutan esterifikasi, memisahkan katalis dengan produk esterifikasi yang dihasilkan menjadi lapisan pelarut cair dan lapisan berair dengan dekantasi. Mendaur ulang lapisan berair yang mengandung asam sulfat ke reaktor, pemurnihan ester yang dihasilkan dengan pelarut cair yang terkandung dalam lapisan pelarut cair dengan distilasi. (US Patent 3.875.212)

Reaksinya adalah :



Tabel 1. 6 Perbandingan Pemilihan Proses

<b>Proses</b>	<b>Konversi Reaksi</b>	<b>Bahan Baku</b>	<b>Kondisi Operasi</b>	<b>Tahapan Reaksi</b>
Proses Asetilen	Konversi reaksi sebesar 92%	Bahan baku gas alam terbatas, menggunakan katalis nikel karbonil yang beracun dan korosif	Berlangsung pada tekanan 1 atm dan suhu 220°C-270°C	Reaksi berlangsung 1 tahap

<b>Proses</b>	<b>Konversi Reaksi</b>	<b>Bahan Baku</b>	<b>Kondisi Operasi</b>	<b>Tahapan Reaksi</b>
Oksidasi Propilen	Konversi reaksi sebesar 58%	Bahan baku dan katalis susah diperoleh	Berlangsung pada suhu 400°C- 500°C	Reaksi berlangsung 2 tahap
Esterifikasi Asam Akrilat	Konversi reaksi sebesar 99%	Bahan baku Mudahdidapatkan. Katalis yangdigunakan murah.Membutuhkan katalis asam yang bersifatkorosif	Berlangsung pada tekanan 2 atm dan suhu 50°C - 100°C	Reaksi berlangsung 1 tahap

Berdasarkan tabel dan penjelasan diatas maka dipilih proses Esterifikasi asam akrilat untuk memproduksi metil akrilat karena proses esterifikasi lebih menguntungkan dari segi proses dan kondisinya dan juga bahan baku yang relatif mudah didapat.

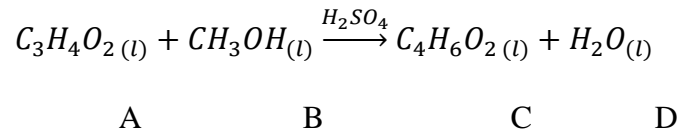
## **1.4 Tinjauan Kinetika dan Termodinamika**

### **1.4.1 Tinjauan Kinetika**

Untuk mengetahui kecepatan reaksi dilakukan tinjauan kinetika. Dari data percobaan US Patent 3.875.212, untuk membuat metil akrilat dari asam akrilat dan metanol dengan reaksi esterifikasi dapat diketahui konstanta kecepatan laju reaksi (k), perbandingan reaktan A : B = 1 : 2 dengan limiting reaktannya yaitu asam akrilat. Kebutuhan katalisator 5-50% dari total massa reaktan. Reaksi pembuatan

metil akrilat dari asam akrilat dan metanol merupakan reaksi berorde 2. (US Patent 3.875.212)

Reaksi :



Kondisi operasi :

Suhu (T) : 80°C

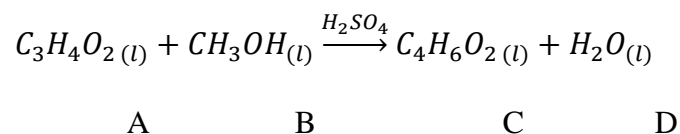
Waktu reaksi (t) : 1 jam

Konversi : 99%

#### 1.4.2 Tinjauan Termodinamika

Tujuan tinjauan termodinamika digunakan untuk mengetahui sifat reaksi (eksotermis atau endotermis) dan mengetahui reaksi dapat berlangsung ataupun tidak.

Reaksi :

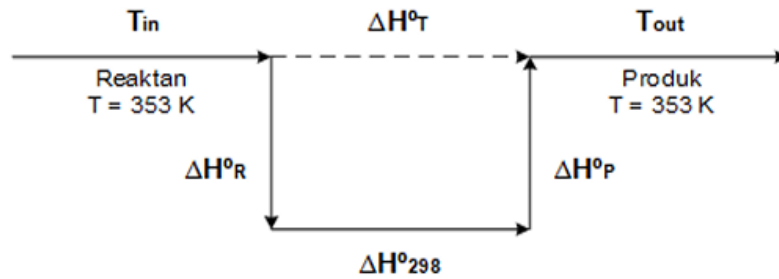


Harga  $\Delta H^{\circ}f$  dan  $\Delta G^{\circ}f$  masing-masing komponen pada suhu 298K didapat dari Yaws dan Perry's sebagai berikut :

- 1) Menghitung Panas Reaksi

Untuk mengetahui sifat reaksi, dapat dilakukan dengan cara menghitung entalpi reaksi total, yaitu :

Gambar 1. 3 Perhitungan Entalphy Reaktor



$$\Delta H_{total} = \Delta H_{reaktan} + \Delta H_{298} + \Delta H_{produk} \dots \dots \dots (8)$$

Mencari  $\Delta H_{total}$  :

$$\Delta H_{f\ 298} = \Delta H_{f\ produk} - \Delta H_{f\ reaktan}$$

$$= [(n \times \Delta H_f\ C_4H_6O_2) + (n \times \Delta H_f\ H_2O)] - [(n \times \Delta H_f\ C_3H_4O_2) + (n \times \Delta H_f\ CH_3OH)]$$

$$= [(1 \times (-333)) + (1 \times (-241,8))] - [(1 \times (-201,17)) + (1 \times (-336,23))]$$

$$= -37,4\ kJ/mol$$

$$\Delta H_{f\ produk} = \int_{298}^{353} Cp\ C_4H_6O_2\ dT + Cp\ H_2O\ dT$$

$$= \int_{298}^{353} (54,109 + 8,0399 \cdot 10^{-1} T - 2,5149 \cdot 10^{-3} T^2 + 3,3155 \cdot 10^{-6} T^3)$$

$$+ (92,053 - 3,9953 \cdot 10^{-3} T - 2,1103 \cdot 10^{-4} T^2$$

$$+ 5,3469 \cdot 10^{-7} T^3)$$

$$= \int_{298}^{353} 146,162 + 7,64037 \cdot 10^{-1} T - 2,72593 \cdot 10^{-3} T^2 + 3,85019 \cdot 10^{-3} T^2$$

$$\begin{aligned}
&= 146,162 T + \frac{7,64037 \cdot 10^{-1}}{2} T^2 - \frac{2,72593 \cdot 10^{-3}}{3} T^3 \\
&\quad + \frac{3,85019 \cdot 10^{-6}}{4} T^4 \Big|_{298}^{353} \\
&= 146,162(353 - 298) + \frac{7,64037 \cdot 10^{-1}}{2} (353^2 - 298^2) \\
&\quad - \frac{2,72593 \cdot 10^{-3}}{3} (353^3 - 298^3) \\
&\quad + \frac{3,85019 \cdot 10^{-6}}{4} (353^4 - 298^4) \\
&= 8038,91 + 13678,17 - 15922,51 + 7255,07 \\
&= 13149,6 \text{ J/mol} \approx 13,1496 \text{ kJ/mol}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\Delta H_{f \text{ reaktan}} &= \int_{353}^{298} C_p C_3H_4O_2 dT + C_p CH_3OH dT \\
&= \int_{353}^{298} (-18,242 + 1,2106 T - 3,116 \cdot 10^{-3} T^2 + 3,1409 \cdot 10^{-6} T^3) \\
&\quad + (40,152 + 3,1046 \cdot 10^{-1} T - 1,0291 \cdot 10^{-3} T^2 \\
&\quad + 4,6007 \cdot 10^{-6} T^3) \\
&= \int_{353}^{298} 21,91 + 1,52106 T - 4,1451 \cdot 10^{-3} T^2 + 4,6007 \cdot 10^{-6} T^3 \\
&= 21,91 T + \frac{1,52106}{2} T^2 - \frac{4,1451 \cdot 10^{-3}}{3} T^3 + \frac{4,6007 \cdot 10^{-6}}{4} T^4 \Big|_{353}^{298}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= 21,91(298 - 353) + \frac{1,52106}{2} (298^2 - 353^2) \\
&\quad - \frac{4,1451 \cdot 10^{-3}}{3} (298^3 - 353^3) + \frac{4,6007 \cdot 10^{-6}}{4} (298^4 - 353^4) \\
&= (-1205,05) + (-27230,78) + 24212,06 + (-8788,78) \\
&= -13012,5 \text{ J/mol} \approx -13,0125 \text{ kJ/mol} \\
\Delta H_{total} &= \Delta H_{reaktan} + \Delta H_{298} + \Delta H_{produk} \\
&= [13,1496 + (-37,4) + (-13,0125)] \cdot \text{kJ/mol} \\
&= -37,263 \text{ kJ/mol}
\end{aligned}$$

Reaksi pembentukan metil akrilat dari asam akrilat dan metanol merupakan reaksi yang berlangsung secara eksotermis, karena nilai  $\Delta H_{total}$  bernilai negatif.

## 2) Menghitung Energi Gibbs

Tabel 1. 7 Data Energi Gibbs 298 K

Komponen	$\Delta G_f 298$ (kJ/mol.K)
C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	-286,26
CH <sub>3</sub> OH	-162,51
C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	-257,32
H <sub>2</sub> O	-228,64

(Yaws, 1999)

$$\Delta G = -RT \ln(K) \dots \dots \dots (9)$$

$$\ln(K) = \frac{\Delta G}{-RT} \dots \dots \dots (10)$$

$$R = 8,314 \times 10^{-3} \text{ kJ/mol} \cdot K$$

$$\Delta G_{f\ 298} = \Delta G_{f\ \text{produk}} - \Delta G_{f\ \text{reaktan}}$$

$$\begin{aligned} &= [(n \times G_{f\ 298\ C_4H_6O_2}) + (n \times G_{f\ 298\ H_2O})] \\ &\quad - [(n \times G_{f\ 298\ C_3H_4O_2}) + (n \times G_{f\ 298\ CH_3OH})] \\ &= [(1 \times (-257,32)) + (1 \times (-228,6))] \\ &\quad - [(1 \times (-286,06)) + (1 \times (-162,51))] \\ &= -37,35 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

$$\ln(K_0) = \frac{\Delta G}{-RT}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{-37,35 \text{ kJ/mol}}{(-8,314 \times 10^{-3} \text{ kJ/mol} \cdot K)(298 \text{ K})} \\ &= 15,075 \end{aligned}$$

Nilai K pada suhu 80°C atau 353K :

Dari persamaan (10), kita dapat menurunkan konstanta kesetimbangan sebagai fungsi dari temperatur.

$$d\ln(K) = -\frac{1}{R} \frac{d}{dt} \left( \frac{\Delta G}{T} \right) dT \dots \dots \dots (11)$$

dengan mengambil definisi dari persamaan Gibbs-Helmholtz :

$$\left(\frac{\partial \Delta G}{\partial T} \frac{1}{T}\right)_p = \frac{-\Delta H}{T^2} \dots \dots \dots (12)$$

Maka,

$$d \ln(K) = -\frac{1}{R} \frac{-\Delta H}{T^2} dT \dots \dots \dots (13)$$

persamaan dapat juga dinyatakan sebagai berikut :

$$\frac{d \ln(K)}{d\left(\frac{1}{T}\right)} = -\frac{-\Delta H}{R} \dots \dots \dots (14)$$

Konstanta kesetimbangan reaksi berubah seiring perubahan temperatur :

$$\int_{\ln(K_0)}^{\ln(K)} d \ln(K) = \frac{1}{R} \int_{1/T_1}^{1/T_2} \Delta H d\left(\frac{1}{T}\right) \dots \dots \dots (15)$$

$$\ln(K - K_0) = -\frac{\Delta H_R}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}\right) \dots \dots \dots (16)$$

$$\ln \frac{K}{K_0} = -\frac{-37,263 \text{ kJ/mol}}{8,314 \times 10^{-3} \text{ kJ/mol} \cdot \text{K}} \left(\frac{1}{353} - \frac{1}{298}\right) \text{K}$$

$$\ln(K - K_0) = -2,3435$$

$$\ln(K) = -2,3435 + \ln(K_0)$$

$$\ln(K) = -2,3435 + 15,075$$

$$\ln(K) = 12,732$$

$$K = 338405,446$$

Karena harga  $K = k_1 / k_2$  besar, maka harga  $k_2$  jauh lebih kecil bila dibandingkan dengan harga  $k_1$  sehingga  $k_2$  diabaikan terhadap  $k_1$  dan reaksi dianggap berjalan satu arah (*irreversible*).

$$\begin{aligned}\Delta G_{353} &= -RT \ln K \\ &= (8,314 \times 10^{-3} \text{ kJ/mol} \cdot \text{K}) \times (353\text{K}) \times (12,732) \\ &= -37,366 \text{ kJ/mol}\end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas, diperoleh  $\Delta G_{353}$  bernilai negatif yang berarti reaksi berlangsung spontan.

## **BAB II**

### **PERANCANGAN PRODUK**

Untuk memenuhi kualitas produk sesuai target pada perancangan ini, maka mekanisme pembuatan perancangan pabrik Metil akrilat dirancang berdasarkan variabel-variabel utama yaitu spesifikasi bahan baku, spesifikasi produk, spesifikasi bahan pembantu, dan pengendalian kualitas.

#### **2.1 Spesifikasi Produk**

##### 1. Metil Akrilat ( $C_4H_6O_2$ )

- Wujud : Cair
- Kenampakan : Tidak berwarna
- BeratMolekul : 86 gram/gmol
- Titik Didih °C : 80
- TitikBeku °C : -74
- SpesifikGraviti : 0,956
- Kemurnian : 99,5%
- Impuritis : 0,1% metanol

: 0,4% air

#### **2.2 Spesifikasi Bahan Baku**

##### 1. Asam Akrilat ( $C_3H_4O_2$ )

- Wujud : Cair
- Kenampakan : Tidak berwarna

- Berat molekul : 72 gram/gmol
- Titik Didih, °C : 141
- Titik lebur, °C : 12
- Spesifik Gravity : 1,062
- Kemurnian : 94%
- Impuritis : 6% air
- Kelarutan : Larut dalam air dan alcohol
- Sifat : Sangat korosif

## 2. Metanol (CH<sub>3</sub>OH)

- 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 : 99,85%
- 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
- Titik Lebur, °C : 318
- Spesifik Gravity : 2,13
- Kemurnian : 50%
- Impuritis : 50% air
- Sifat : Korosif

## 2. Asam Sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)

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

## 2.4 Pengendalian Kualitas

### 2.4.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku

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

Adapun parameter yang akan diukur adalah :

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

#### **2.4.2 Pengendalian Kualitas 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.

Bahan-bahan tersebut antara lain :

- H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> sebagai katalisator.
- Steam 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).

#### **2.4.3 Pengendalian Bahan Selama Proses**

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

#### **2.4.4 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.

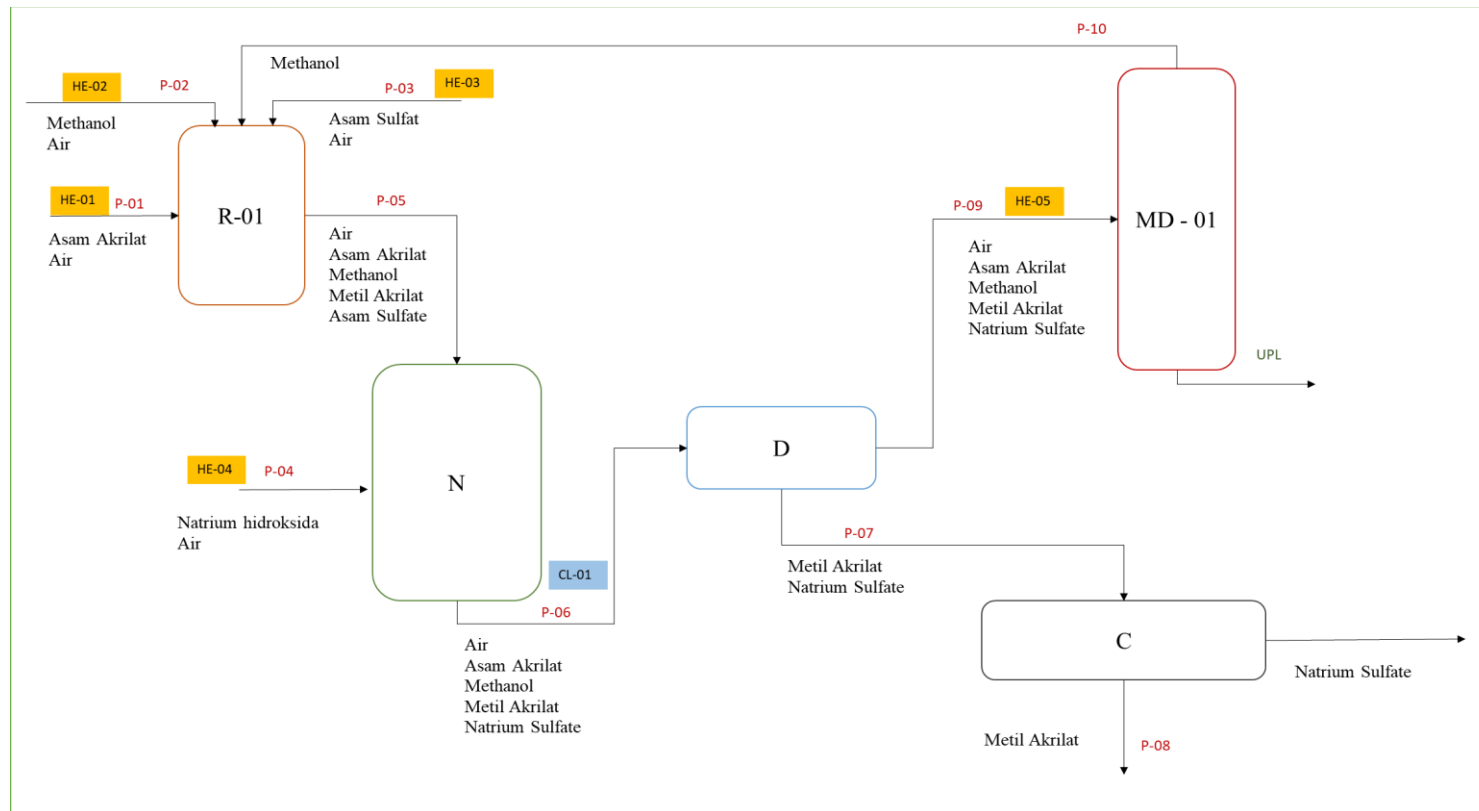
# BAB III

## PERANCANGAN PROSES

### 3.1 Diagram Alir Proses dan Material

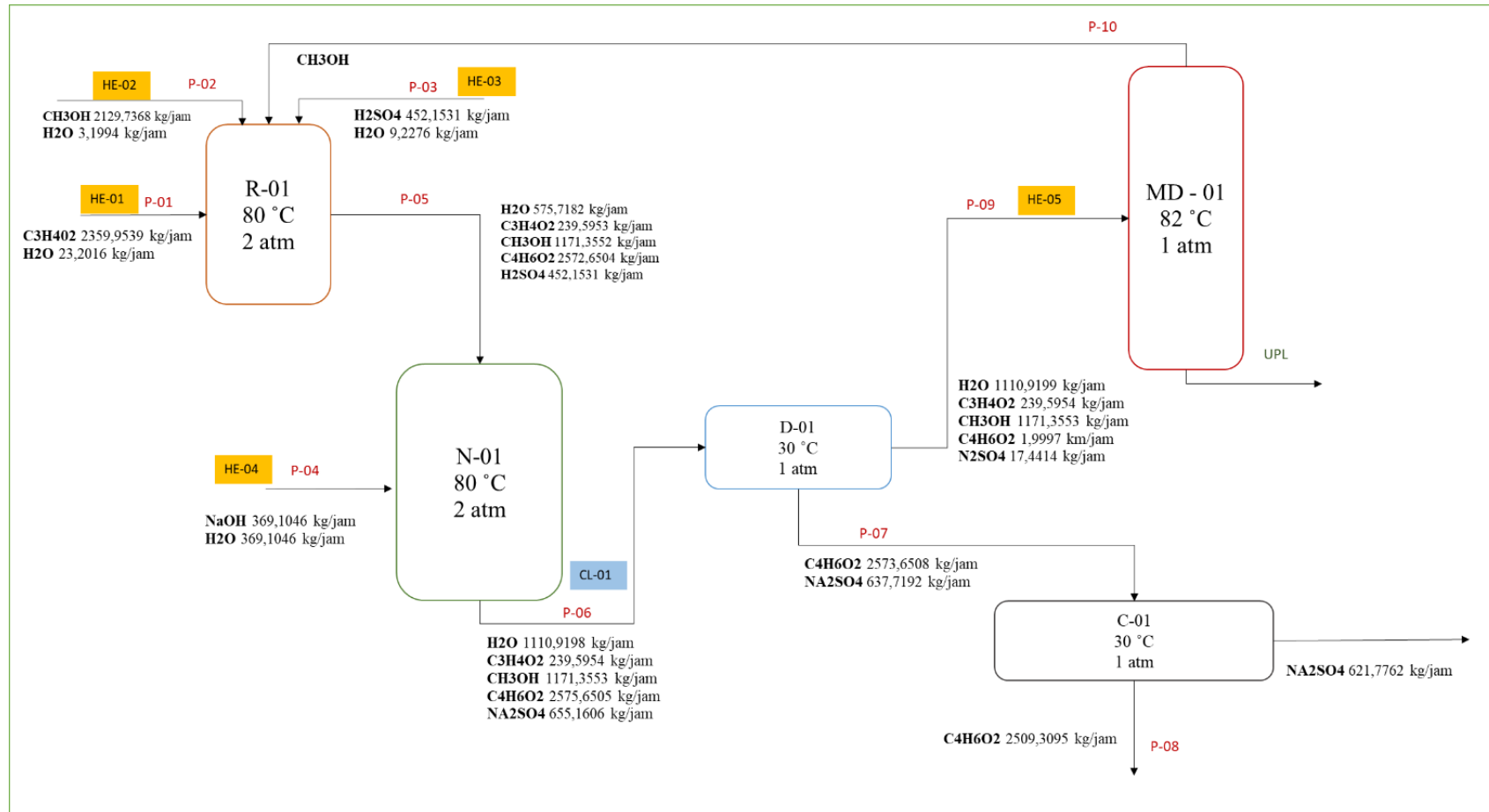
#### 3.1.1 Diagram Kualitatif

Gambar 3. 1 Diagram Alir Kualitatif



### 3.1.2 Diagram Kuantitatif

Gambar 3. 2 Diagram Alir Kuantitatif



## 3.2 Uraian Proses

Proses pembuatan metil akrilat terdiri dari tiga tahapan yaitu:

1. Persiapan umpan
2. Reaksi
3. Pemurnian produk

### 3.2.1 Persiapan Bahan Baku

Asam akrilat, metanol dan asam sulfat dari tangki penyimpanan dipanaskan dengan menggunakan alat penukar panas pipa ganda diperoleh suhu reaktor 80°C, setelah mencapai suhu 80°C kemudian diumpankan ke reaktor.

### 3.2.2 Reaksi

Reaksi dilakukan secara berkesinambungan dengan menggunakan reaktor alir tangki berpengaduk (RATB) sebanyak satu buah yang dilengkapi dengan sistem pendingin agar suhu reaksi tetap terjaga pada 80°C, dan sebagai media pendingin digunakan air pendingin.

### 3.2.3 Pemurnian Produk

Unit pemurnian produk terdiri dari *Netralizer*, *Decanter*, *Centrifuge* dan Menara Distilasi. *Netralizer* digunakan untuk menetralkan atau menghilangkan larutan asam sulfat yang masih terkandung dalam produk yang keluar dari reaktor. Sebagai bahan penetral digunakan NaOH 50%, NaOH di pompa dari tangki penyimpanan menuju ke *Netralizer*. Di dalam *Netralizer* terjadi reaksi antara NaOH dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> menjadi sodium sulfat (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). Larutan sodium sulfat dialirkan ke *Decanter* sampai semua sodium sulfat ( Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) terpisah.

Untuk mendapatkan konsentrasi Metil Akrilat ( $C_4H_6O_2$ ) dan Sodium Sulfat ( $Na_2SO_4$ ) yang diinginkan maka kedua larutan tersebut dialirkan menuju *Centrifuge* setelah memperoleh konsentrasi produk yang diinginkan yaitu  $C_4H_6O_2$  (99,5%) dan  $Na_2SO_2$  (88%), larutan tersebut di alirkan ke Tangki masing-masing produk untuk disimpan.

Campuran air, asam akrilat, metil akrilat dan metanol, selanjutnya di panaskan kembali dan kemudian diumpankan ke Menara Distilasi (MD-01) Dimana akan menghasilkan produk atas yaitu metanol (99,85%) yang selanjutnya akan di *recycle* Kembali, sedangkan hasil bawahnya akan di tampung di Unit Pengolahan Limbah.

### 3.1 Spesifikasi Alat Proses

#### 3.3.1 Tangki penyimpanan, (T-01)

Fungsi : Menyimpan bahan baku Asam akrilat 99% sebanyak

406586,1208 kg selama 7 hari

Jenis : Tangki silinder tegak dan beratap kerucut

Kondisi Operasi : Tekanan = 1 atm

Suhu = 30°C

Spesifikasi :

Volume : 473,9213 m<sup>3</sup>

Tinggi : 18 ft

Diameter : 40 ft

Bahan : *Stainless Stell*

Tebal *shell* : 0,25 in

Jumlah : 1 buah

Harga : \$95.983

### 3.3.2 Tangki penyimpanan, (T-02 )

Fungsi : Menyimpan bahan baku metanol 99,85% sebanyak

1535714,084 kg selama 7 hari

Jenis : Tangki silinder tegak dan beratap kerucut

Kondisi Operasi : Tekanan = 1 atm

Suhu = 30 °C

Spesifikasi :

Volume : 2348,8314 m<sup>3</sup>

Tinggi : 30 ft

Diameter : 70 ft

Bahan : Stainless Stell

Tebal shell : 0,25 in

Jumlah : 1 buah

Harga : \$93.136

### 3.3.3 Tangki penyimpanan, (T-03)

Fungsi : Menyimpan bahan baku H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 98% sebanyak 166097,07 kg

selama 15 hari

Jenis : Tangki silinder tegak dan beratap kerucut

Kondisi Operasi : Tekanan = 1 atm

Suhu = 30 °C

Spesifikasi :

Volume : 110,0765 m<sup>3</sup>

Tinggi : 12 ft

Diameter : 25 ft

Bahan : Stainless Steel

Tebal shell : 0,25 in

Jumlah : 1 buah

Harga : \$82.814

#### 3.3.4 Tangki penyimpanan, (T-04 )

Fungsi : Menyimpan bahan baku NaOH 50% sebanyak 125083 kg selama 7 hari

Jenis : Tangki silinder tegak dan beratap kerucut

Kondisi Operasi :

Tekanan = 1 atm

Suhu = 30 °C

Spesifikasi :

Volume : 102,3832 m<sup>3</sup>

Tinggi : 12 ft

Diameter : 25 ft

Bahan :

Tebal shell : 0,25 in

Jumlah : 1 buah

Harga : 43.661

### 3.3.5 Tangki penyimpanan, (T-05)

Fungsi : Menyimpan bahan baku Metil Akrilat 99,5% sebanyak 424242,4242 kg selama 7 hari

Jenis : Tangki silinder tegak dan beratap kerucut

Kondisi Operasi :

Tekanan = 1 atm

Suhu = 30 °C

Spesifikasi :

Volume : 539,9585 m<sup>3</sup>

Tinggi : 18 ft

Diameter : 45 ft

Bahan : Carbon Stell

Tebal shell : 0,25 in

Jumlah : 1 buah

Harga : \$98.949

### 3.3.6 Reaktor (R-01)

Fungsi : Mereaksikan Asam Akrilat sebanyak 2.395,9539 kg/jam dengan metanol sebanyak 2.129,7368 kg/jam untuk menghasilkan metil akrilat 2.575,65047 Kg/jam

Jenis : *Stainless Stell*

Jumlah : 1 buah

Kondisi Operasi : Tekanan : 2 atm

Suhu : 80°C

Dimensi Reaktor :

Tinggi Reaktor : 4,507m

Diameter : 2,233 m

- ID : 87,922 in
- OD : 88,422 in

Volume Reaktor : 13,6239 m<sup>3</sup>

Tebal shell : 0,25 in

Tebal head : 0,25 in

Jenis head : Torispherical Flanged & dished head

Bahan : Stainless Stell

Suhu masuk : 80 °C

Suhu keluar : 80 °C

Jaket pemanas :

- Jacket pendingin Reaktor :
  - Tebal : 0,25 in
  - Tinggi : 3,2032 m
  - Lebar : 30,91465648 cm

Pengaduk :

- Jumlah *baffle* : 4 buah
- Jenis pengaduk : *six flat blade turbine*

- Jumlah pengaduk : 1 buah
- Diameter pengaduk : 0,7444 m
- Tinggi pengaduk : 2,9032 m
- Lebar pengaduk : 0,1861 m
- Tenaga pengaduk : 15 hp
- Jumlah putaran : 125 rpm

Harga : \$111.051

### 3.3.7 *Netralizer* (N-01)

Fungsi : Menetralkan Asam Sulfat ( $H_2SO_4$ ) sebanyak 452,1531 kg/jam dengan menggunakan Natrium Hidroksida ( $NaOH$ ) sebanyak 369,1046025 kg/jam agar menghasilkan  $Na_2SO_4$  sebanyak 655,1606695 kg/jam

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

Kondisi Operasi : Tekanan : 2 atm

Temperatur : 80 °C

Dimensi *Netralizer* :

- Volume : 4,9439 m<sup>3</sup>
- Bahan : *Stainless Steel*
- Diameter : 1,703 m
- ID :
- OD :

- Tinggi : 2,583 m
- Tebal : 0,1875 in
- Suhu masuk : 80°C
- Suhu keluar : 80°C

Jaket pendingin :

- Tebal : 0,2 in
- Tinggi : 1,703 m

Pengaduk :

- Jenis : *six flate balde turbin*
- Tinggi pengaduk : 0,1135 m
- Diameter pengaduk : 0,5676 m
- Lebar pengaduk : 0,1419 m
- Jumlah *baffle* : 4 buah
- Lebar *baffle* : 0,0473 m
- Kecepatan putar : 126,77 rpm
- Power pengaduk : 7,5 hp
- Jumlah pengaduk : 1 buah
- Jumlah alat : 1 buah
- Harga : \$185.560

### 3.3.8 Dekanter (DC)

Fungsi : Memisahkan Metil Akrilat dari campurannya berdasarkan densitas dan kelarutan komponennya

Jenis : Silinder Horizontal dengan *head Torispherical*

Jumlah alat : 1

Kondisi Operasi : Tekanan = 1 atm

Suhu = 30°C

Waktu tinggal : 24 menit

Dimensi :

- Tinggi : 3,4686 m
- Diameter : 1,1562 m
- Tebal dinding : 0,1875
- Volume : 2,7542 m<sup>2</sup>
- Bahan : *Carbon Steel SA 283 Gade C*

Harga : \$172.034

### 3.3.9 Centrifuge (CF-01)

Fungsi : Memisahkan Metil akrilat dari Sodium Sulfat berdasarkan gaya sentrifugal

Jenis : *silinder horizontal dengan head torispherical*

Jumlah alat : 1 buah

Kondisi operasi : Tekanan = 1 atm

Suhu = 30°C

Dimensi :

- Kecepatan : 12.000
- Diameter : 7 in

- Keluaran : 0,1-10 gpm
- Bahan : *Carbon Steel*

Harga : \$211.662

### 3.3.10 Menara Distilasi (MD-01)

Fungsi : Memisahkan Metanol dari produk Metil Akrilat berdasarkan perbedaan titik didihnya dengan kapasitas umpan masuk 2541,312 kg/jam

Jenis : *plate sieve Tray*

Jumlah alat : 1

Kondisi operasi :

- Umpan : P = 1 atm ; T = 82 °C
- Distilat ; P = 1 atm ; T = 66°C
- Bottom : P = 1 atm ; T = 101°C

Dimensi Menara Distilasi :

- Jumlah plate = 52 stages
- Diameter kolom = 0,532753032
- Tinggi Menara = 27 m

Bahan : *Stainless steel*

Harga : \$297.447

### 3.3.11 Condensor (CD-01)

Fungsi : Mengembunkan hasil atas MD-01 sebanyak 2.625 kg/jam dengan air pendingin dari 35 °C sampai 45 °C

Jenis : 1 buah

Aliran fluida :

*Shell = Cold water*

Tube = Produk

Spesifikasi *tube* :

- OD : 0,75 in
- ID tube : 0,584 in
- BWG : 14
- Jumlah tube : 233
- *Flow area* : 0,268 in<sup>2</sup>

Spesifikasi *shell* :

- IDs : 37 in
- *Passes* : 2
- *Baffle* : 27,75 in

Bahan : *stainless steel*

Harga : \$8.780

### 3.3.12 Reboiler(RB-01)

Fungsi : Menguapkan Sebagian hasil bawah MD-01 pada suhu 101,52 °C dengan pemanas *steam* jenuh pada suhu 145 °C

Jenis : *shell and tube kettle Reboiler*

Jumlah alat : 1 buah

Aliran fluida :

Shell = produk

Tube = steam

Spesifikasi ;

- OD : 0,75 in
- ID tube : 0,652 in
- BWG : 14
- Jumlah tube : 74
- Passes : 6
- Flow area : 0,268 ft<sup>2</sup>

Spesifikasi shell :

- IDs : 37
- Passes : 6
- Baffle : 27,75 in

Bahan : stainless steel

Harga : \$3.915

### 3.3.13 Heater. (HE-01)

Fungsi : Menaikan temperatur umpan Asam Akrilat dari 30°C menjadi 80°C dari tangki penyimpanan (T-01) menuju reaktor (R-01)

Jenis : Double pipe exchanger

Pemanas : Steam sebanyak 210,4345671 lb/jam

Jumlah ala : 1 buah

Jumlah Hairpin : 3

Spesifikasi Annulus :

- IPS : 2 in
- OD Outer pipe (Do) : 2,38 in
- ID Inner pipe (Di) : 2,067 in
- Panjang : 15 ft

Spesifikasi inner pipe :

- IPS : 1,25 in
- OD Outer pipe (Do) : 1,66 in
- ID Inner pipe (Di) : 1,38 in
- Panjang : 15 ft

Bahan : Stainless Steel

Harga : \$1.780

#### 3.3.14 Heater (HE-02)

Fungsi : Menaikkan temperatur umpan Metanol dari 30°C menjadi 80°C dari tangki penyimpanan (T-02) menuju reaktor (R-01)

Jenis : *Double pipe exchanger*

Pemanas : *Steam* sebanyak 222,0162531 lb/jam

Jumlah ala : 1 buah

Jumlah *Hairpin* : 3

Spesifikasi *Annulus* :

- IPS : 2 in
- OD (Do) : 2,38 in
- ID (Di) : 2,067 in
- Panjang : 15 ft

Spesifikasi inner pipe :

- IPS : 1,25 in
- OD (Do) : 1,66 in
- ID (Di) : 1,38 in
- Panjang : 15 ft

Bahan : Stainless Steel

Harga : \$1.424

### 3.3.15 *Heater* (HE-03)

Fungsi : Menaikkan temperatur umpan  $H_2SO_4$  dari 30°C menjadi 80°C dari tangki penyimpanan (T-03) menuju reaktor (R-01)

Jenis : *Double pipe exchanger*

Pemanas : *Steam* sebanyak 28,23782014 lb/jam

Jumlah alat : 1 buah

Jumlah *Hairpin* : 3

Spesifikasi Annulus :

- IPS : 2 in
- OD (Do) : 1,66 in
- IDE (Di) : 1,38 in
- Panjang : 15 ft

Spesifikasi inner pipe :

- IPS : 1,25 in
- OD (Do) : 1,66 in
- ID (Di) : 1,38 in
- Panjang : 15 ft

Bahan : *Stainless Steel*

Harga : \$1,115

### 3.3.16 *Heater* (HE-04)

Fungsi : Menaikkan temperatur umpan Asam Akrilat dari 30°C menjadi 80°C dari tangki penyimpanan (T-01) menuju reaktor (R-01)

Jenis : *Double pipe exchanger*

Pemanas : *Steam* sebanyak 94.1416619 lb/jam

Jumlah ala : 1 buah

Jumlah *Hairpin* : 8

Spesifikasi *Annulus* :

- IPS : 2 in
- OD Outer pipe (Do) : 2,38 in
- ID Inner pipe (Di) : 2,067 in
- Panjang :15 ft

Spesifikasi *inner pipe* :

- IPS : 1,25
- OD Outer pipe (Do) : 1,66 in
- ID Inner pipe (Di) : 1,38 in
- Panjang : 15 ft

Bahan : *Stainless Steel*

Harga : \$949

### 3.3.17 Cooler (CL-01)

Fungsi : Mendinginkan umpan reaktor dari suhu 80°C sampai 30°C dengan kecepatan umpan 5.752 kg/jam

Jenis : Shell & Tube Exchanger

Pendingin : Air sebanyak 24.872 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 : 70
- Passes : 2
- Flow area : 0,1963 ft<sup>2</sup>

Spesifikasi shell :

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

Bahan : *Stainless Steel*

Harga :

### 3.3.18 Accumulator (ACC-01)

Fungsi : Tempat menampung sementara kondensat yang berasal dari kondenssor-01

Jenis : *Silinder horizontal* dengan penutup *ellipsoidal*.

Jumlah alat : 1 buah

Spesifikasi :

- Diameter : 0,3806 m

- Panjang : 2,5634 m
- Tebal shell : 0,1875 m
- Tebal head : 0,1875 in
- Kapasitas : 0,274 m<sup>3</sup>

Bahan konstruksi : *Stainless steel*

Harga : \$21.712

### 3.3.19 Pompa (P-01)

Fungsi : Mengalirkan bahan baku C<sub>3</sub>H<sub>4</sub>O<sub>2</sub> (asam akrilat) dari tangki penyimpanan (T-01) menuju reaktor

Jenis : Pompa sentrifugal

Jenis impeller : *Mixed flow impellers*

Jumlah : 1 buah

Spesifikasi :

Volume : 12,2981 gpm

Ukuran pipa :

- ID : 1,5 in
- OD : 1,9 in
- IPS : 1,50 in
- Flow area : 1,76 in<sup>2</sup>

Kecepatan aliran : 2,2420 ft/s

Tenaga pompa : 1 Hp

Tenaga Motor : 0,5 Hp

Harga : \$1.424

### 3.3.20 Pompa (P-02)

Fungsi : Mengalirkan bahan baku CH<sub>3</sub>OH (metanol) dari tangki penyimpanan (T-02) menuju Reaktor (R-01)

Jenis : Pompa sentrifugal

Jenis impeller : *mixed flow impellers*

Jumlah : 1 buah

Spesifikasi :

Volume : 14,3633 gpm

Ukuran pipa :

- ID : 1,61 in
- OD : 1,9 in
- IPS : 1,5 in
- Flow area : 1.04 in<sup>2</sup>

Kecepatan aliran : 2,2591 ft/s

Tenaga pompa : 1 Hp

Tenaga Motor : 0,50 Hp

Harga : \$3.559

### 3.3.21 Pompa (P-03)

Fungsi : Mengalirkan bahan baku  $H_2SO_4$  (asam sulfat) dari tangki penyimpanan (T-03) menuju reaktor (R-01)

Jenis : Pompa sentrifugal

Jenis impeller : *Radial flow Impellers*

Jumlah : 1 buah

Spesifikasi :

Volume : 1,3463 gpm

Ukuran pipa :

- ID : 0,824 in
- OD : 1,05 in
- IPS : 0,75 in
- Flow area : 0,53 in<sup>2</sup>

Kecepatan aliran : 0,8089 ft/s

Tenaga pompa : 1 Hp

Tenaga Motor : 0,0833 Hp

Harga : \$1.780

### 3.3.22 Pompa (P-04)

Fungsi : Mengalirkan bahan baku NaOH (Natrium Hidroksida) dari tangki penyimpanan (T-04) menuju Netralizer (N-01)

Jenis : Pompa sentrifugal

Jenis impeller : *Radial flow impellers*

Jumlah : 1 buah

Spesifikasi :

Volume : 2,6604 gpm

Ukuran pipa :

- ID : 0,824 in
- OD : 1,05 in
- IPS : 0,75 in
- Flow area : 0,53 in<sup>2</sup>

Kecepatan aliran : 1,5985 ft/s

Tenaga pompa : 1 Hp

Tenaga Motor : 0.0833 Hp

Harga : \$2.017

### 3.3.23 Pompa (P-05)

Fungsi : Mengalirkan hasil keluaran dari Reaktor 1 (R-01) menuju Netralizer (N-01)

Jenis : Pompa sentrifugal

Jenis impeller : *Mixed flow Impellers*

Jumlah : 1 buah

Spesifikasi :

Volume : 28,1707 gpm

Ukuran pipa :

- ID : 1,939 in
- OD : 2,38 in
- IPS : 2 in
- Flow area : 2,95 in<sup>2</sup>

Kecepatan aliran : 3,0640 ft/s

Tenaga pompa : 1 Hp

Tenaga Motor : 0,33 Hp

Harga : \$2.195

#### 3.3.24 Pompa (P-06)

Fungsi : Mengalirkan hasil keluaran dari Netralizer (N-01) menuju Decanter

Jenis : Pompa sentrifugal

Jenis impeller : *Radial flow Impellers*

Jumlah : 1 buah

Spesifikasi :

Volume : 28,9242 gpm

Ukuran pipa :

- ID : 1,939 in
- OD : 2,38 in
- IPS : 2 in
- Flow area : 2,95 in<sup>2</sup>

Kecepatan aliran : 3,1459 ft/s

Tenaga pompa : 1 Hp

Tenaga Motor : 0,50 Hp

Harga : \$1.958

### 3.3.25 Pompa (P-07)

Fungsi : Mengalirkan keluaran bawah dekanter (DC-01) menuju Centrifuge (C-01)

Jenis : Pompa sentrifugal

Jenis impeller : *Axial Flow Impellers*

Jumlah : 1 buah

Spesifikasi :

Volume : 13,6100 gpm

Ukuran pipa :

- ID : 1,61 in
- OD : 1,9 in

- IPS : 1,5 in
- Flow area : 2,04 in<sup>2</sup>

Kecepatan aliran : 2,1406 ft/s

Tenaga pompa : 1 Hp

Tenaga Motor : 0,050 Hp

Harga : \$1,987

### 3.3.26 Pompa (P-08)

Fungsi : Mengalirkan keluaran bawah centrifuge (CF-01) menuju Tangki penyimpanan (T-05)

Jenis : Pompa sentrifugal

Jenis impeller : *Mixed flow Impellers*

Jumlah : 1 buah

Spesifikasi :

Volume : 14,0074 gpm

Ukuran pipa :

- ID : 1,5 in
- OD : 1,9 in
- IPS : 1,5 in
- Flow area : 1,76 in<sup>2</sup>

Kecepatan aliran : 2, 5536 ft/s

Tenaga pompa : 1 Hp

Tenaga Motor : 0,750 Hp

Harga : \$1.025

### 3.3.27 Pompa (P-09)

Fungsi : Mengalirkan keluaran atas dekanter (DC-01) menuju MD (MD-01)

Jenis : Pompa sentrifugal

Jenis impeller : *Radial flow Impellers*

Jumlah : 1 buah

Spesifikasi :

Volume : 14,5254 gpm

Ukuran pipa :

- ID : 1,61 in
- OD : 1,9 in
- IPS : 1,5 in
- Flow area : 2,04 in<sup>2</sup>

Kecepatan aliran : 2,2846 ft/s

Tenaga pompa : 1 Hp

Tenaga Motor : 0,750 Hp

Harga : \$1.120

### 3.3.28 Pompa- (P-10)

Fungsi : Mengalirkan keluaran atas(recycle) Menara Destilasi (MD-01) menuju Reaktor (R-01)

Jenis : Pompa sentrifugal

Jenis impeller : *Mixed flow Impellers*

Jumlah : 1 buah

Spesifikasi :

Volume : 8,2752 gpm

Ukuran pipa :

- ID : 1,278 in
- OD : 1,66 in
- IPS : 1,25 in
- Flow area : 1,28 in<sup>2</sup>

Kecepatan aliran : 2,0743 ft/s

Tenaga pompa : 1 Hp

Tenaga Motor : 0,250 Hp

Harga : \$1.110

### 3.3.29 Silo (SL-01)

Fungsi : Menyimpan produk Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> untuk kebutuhan selama 7 hari

Jenis tangka : silinder tegak dengan tutup datar dan alas berbentuk kerucut

Jenis bahan : stainless steel

Jumlah : 1 buah

Kondisi Operasi :

Tekanan : 1 atm

Suhu : 30oC

Diameter : 3,353 m

Tinggi : 6,706 m

Tebal : 0,2500 in

Volume tangka : 49, 326 m<sup>3</sup>

Waktu penyimpanan : 7 hari

Harga : \$30.848

### 3.3.30 Screw Coveyor (SC-01)

Fungsi : Mengangkut Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dari centrifuge (C-01) menuju tangki produk

Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (T-06)

Jenis :Horizontal Screw Conveyor

Jenis bahan : *Carbon steel*

Jumlah : 1 buah

Kondisi Operasi :

- Tekanan : 1 atm
- Suhu : 30°C

Panjang : 4,572 m

Diameter screw : 9 in

Kecepatan motor : 40 rpm

Power motor : 0,5 Hp

Harga : \$1.898

### 3.2 Neraca Massa

Basis perhitungan neraca massa :

Kapasitas produk : 20.000 ton/tahun

Diambil dalam 1 tahun : 330 hari kerja

1 hari kerja : 24 jam

Basis perhitungan : 1 jam

$$= \left[ \frac{20.000 \text{ ton}}{1 \text{ tahun}} \right] \times \left[ \frac{1000 \text{ kg}}{1 \text{ ton}} \right] \times \left[ \frac{1 \text{ tahun}}{330 \text{ hari}} \right] \times \left[ \frac{1 \text{ hari}}{24 \text{ jam}} \right]$$

$$= 2.525,252525 \text{ kg/jam}$$

#### 3.4.1 Neraca Massa total

*Tabel 3. 1 Neraca Massa Total*

<b>Alat</b>	<b>Input</b>	<b>Output</b>
R-01	5014,4725	5014,4725
N-01	5752,6817	5752,6817
D-01	5752,6817	5751,6817
C-01	3211,3700	3211,3700
MD-01	2541,3116	2541,3116

### 3.4.2 Reaktor

Tabel 3. 2 Neraca Massa Reaktor

Komponen	Masuk			Keluar
	Arus 1	Arus 2	Arus 3	Arus 4
C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	2395,9539			239,5953926
CH <sub>3</sub> OH		2129,7368		1171,355253
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>			452,1531381	452,1531381
H <sub>2</sub> O	24,2016	3,1994	9,227615063	575,7182
C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>				2575,65047
<b>Total</b>		<b>5014,4725</b>		<b>5014,4725</b>

### 3.4.3 Netralizer

Tabel 3. 3 Neraca Massa Netralizer

Komponen	Masuk		Keluar
	Arus 4	Arus 5	Arus 6
C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	239,5954		239,5954
CH <sub>3</sub> OH	1171,3553		1171,3553
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	452,1531		0,0000
H <sub>2</sub> O	575,7182	369,1046025	1110,919881
C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	2575,6505		2575,6505
NaOH		369,1046025	655,1606695
<b>Total</b>		<b>5752,6817</b>	<b>5752,6817</b>

### 3.4.4 Decanter

*Tabel 3. 4 Neraca Massa Decanter*

Komponen	Masuk	Keluar	
	Arus 6	Arus 7	Arus 8
H <sub>2</sub> O	1110,9199		1110,9199
C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	239,5954		239,5954
CH <sub>3</sub> OH	1171,3553		1171,3553
C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	2575,6505	2573,6508	1,999655786
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	655,6817	637,7192	17,44144214
<b>Total</b>	<b>5752,6871</b>	<b>5751,6817</b>	

### 3.4.5 Centrifuge

*Tabel 3. 5 Neraca Massa Centrifuge*

Komponen	Masuk	Keluar	
	Arus 7	Arus 11	Arus 12
C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	2573,6508	64,3413	2509,3095
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	637,7192	621,7762	15,94298068
<b>Total</b>	<b>3211,3700</b>	<b>3211,3700</b>	

### 3.4.6 Menara Distilasi

Tabel 3. 11 Neraca Massa Menara Distilasi

Komponen	Masuk	Keluar	
	Arus 8	Arus 9	Arus 10
H <sub>2</sub> O	1110,9199	1,638606825	1109,2813
C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	239,5954		239,5954
CH <sub>3</sub> OH	1171,3553	1171,2381	0,117135525
C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	1,9997	1,999255855	0,0004
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	17,4414		17,4414
<b>Total</b>	<b>2541,3116</b>	<b>2541,3116</b>	

### 3.3 Neraca Panas

#### 3.5.1 Neraca Panas Heater 1

Tabel 3. 7 Neraca Panas Heater 1

Q	IN(kj/jam)	OUT (kj/jam)
Q1	25369,635	
Q2		287422,5332
QS	262052,8982	
<b>TOTAL</b>	<b>287422,5332</b>	<b>287422,5332</b>

### 3.5.2 Neraca Panas Heater 2

*Tabel 3. 8 Neraca Panas Heater 2*

<b>Q</b>	<b>IN(kj/jam)</b>	<b>OUT (kj/jam)</b>
Q1	12069,74119	
Q2		136866,3535
QS	124796,6123	
<b>TOTAL</b>	<b>136866,3535</b>	<b>136866,3535</b>

### 3.5.3 Neraca Panas Heater 3

*Tabel 3. 9 Neraca Panas Heater 3*

<b>Q</b>	<b>IN(kj/jam)</b>	<b>OUT (kj/jam)</b>
Q1	3430,830963	
Q2		38595,21821
QS	35164,38725	
<b>TOTAL</b>	<b>38595,21821</b>	<b>38595,21821</b>

### 3.5.4 Neraca Panas Heater 4

*Tabel 3. 10 Neraca Panas Heater 4*

<b>Q</b>	<b>IN(kj/jam)</b>	<b>OUT (kj/jam)</b>
Q1	40610,36323	
Q2		468271,148
QS	427660,7847	
<b>TOTAL</b>	<b>468271,148</b>	<b>468271,148</b>

### 3.5.5 Neraca Panas Cooler 1

Tabel 3. 11 Neraca Panas Cooler

Q	IN(kj/jam)	OUT (kj/jam)
Q1	777505,0747	
Q2		69461,56437
Qw		708043,5103
<b>TOTAL</b>	<b>777505,0747</b>	<b>777505,0747</b>

### 3.5.6 Neraca panas Reaktor (R-01)

Tabel 3.12 Neraca Panas Reaktor

Komponen	IN kJ/jam	Output (kJ/jam)
H <sub>2</sub> O	8793,7370	132675,6736
C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	2818861,0545	28186,1054
CH <sub>3</sub> OH	302476,6651	166362,1658
C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	0	270205,3455
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	364474,7270	36474,72701
Q pendingin		92364,2066
Q Reaksi	88066,3729	
<b>Total</b>	<b>721970,3903</b>	<b>721970,3903</b>

### 3.5.7 Neraca Panas Menara Distilasi

Tabel 3.13 Neraca Panas Menara Distilasi

Komponen	IN kJ/jam	Output (kJ/jam)
$\Delta H$ umpan	4,7126E+05	
$\Delta H$ distilat		1,2354E+05
$\Delta H$ condensor		-3,9830E+05
$\Delta H$ bottom		3,5789E+05
$\Delta H$ reboiler	-3,8813E+05	
<b>Total</b>	<b>83128,66384</b>	<b>83128,66384</b>

### 3.5.8 Neraca Panas Decanter

Tabel 3.14 Neraca Panas Decanter

Komponen	IN kJ/jam	Output Bawah (kJ/jam)	Output Atas (kJ/jam)
C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	2411,3952	0	2411,3952
CH <sub>3</sub> OH	14226,8920	0	14226,8920
C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	23036,5208	23018,6359	17,8848
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	5100,7769	4964,9860	135,7909
H <sub>2</sub> O	22599,1705		22599,1705
<b>Total</b>	<b>67.374,7555</b>	<b>67.374,7555</b>	

### 3.5.9 Neraca Panas Centifuge

*Tabel 3.15 Neraca Panas Centrifuge*

<b>Komponen</b>	<b>IN kJ/jam</b>	<b>Output Bawah (kJ/jam)</b>	<b>Output Atas (kJ/jam)</b>
C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	23018,6359	575,4658	22443,1700
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	4964,9860	4840,8613	124,1246
<b>Total</b>	<b>27983,6220</b>		<b>27983,6220</b>

# BAB IV

## PERANCANGAN PABRIK

### 4.1 Lokasi Pabrik

Pemilihan Lokasi merupakan hal yang sangat penting dalam perancangan suatu pabrik, karena berhubungan dengan nilai ekonomis dari pabrik yang akan didirikan. Pabrik metil akrilat dengan kapasitas 20.000 ton/tahun direncanakan akan didirikan di Kota Cilegon.



Gambar 4.1 lokasi pendirian pabrik

#### 4.1.1 Faktor Utama Penentuan Lokasi Pabrik

Faktor utama merupakan faktor yang mempengaruhi langsung tujuan utama dari pendirian pabrik. Tujuan itu 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 Metanol 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 Cilegon 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 PT Krakatau Tirta. 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.

#### **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 Area 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 perizinan 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, pengontrol, pengontrolan, pengangkutan, pemindahan maupun perbaikan semua peralatan proses dapat dilakukan dengan mudah dan aman.
- c. Pemanfaatan area 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 layout pabrik dibagi menjadi beberapa daerah utama, yaitu :

### 2. 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.

### 3. Daerah Proses dan Ruang Kontrol

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

### 4. Daerah pergudangan, umum, bengkel, dan garasi

### 5. 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

No	Nama Bangunan	Panjang, m	Lebar, m	Luas, m <sup>2</sup>
1	Kantor Utama	44	18	792
2	Pos Keamanan/satpam	25	4	100
3	Mess	30	30	900
4	Parkir Utama	25	45	1,125
5	Parkir Truk	20	12	240
6	Ruang Timbang Truk	12	5	60
7	Kantor teknik dan produksi	30	24	720
8	Klinik	20	15	300
9	Masjid	30	20	600
10	Kantin	20	20	400
11	Bengkel	20	30	600
12	Unit Pemadam Kebakaran	30	20	600
13	Gudang alat	30	15	450

<b>No</b>	<b>Nama Bangunan</b>	<b>Panjang, m</b>	<b>Lebar, m</b>	<b>Luas, m2</b>
14	Laboratorium	20	20	400
15	Utilitas	40	10	400
16	Area Proses	40	35	1,400
17	Control Room	28	10	280
18	Control Utilitas	10	10	100
19	Jalan dan Taman	60	40	2,400
20	Perluasan Pabrik	60	40	2,400
	Luas Tanah			14,267
	Luas Bangunan			9,467

### 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 kelancaran nya. Hal ini bertujuan untuk menghindari terjadinya stagnasi udara pada suatu tempat berupa penumpukan atau akumulasi bahan kimi berbahaya yang dapat membahayakan keselamatan pekerja, selain itu perl memperhatikan arah hembusan angin.

3. Pencahayaan

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

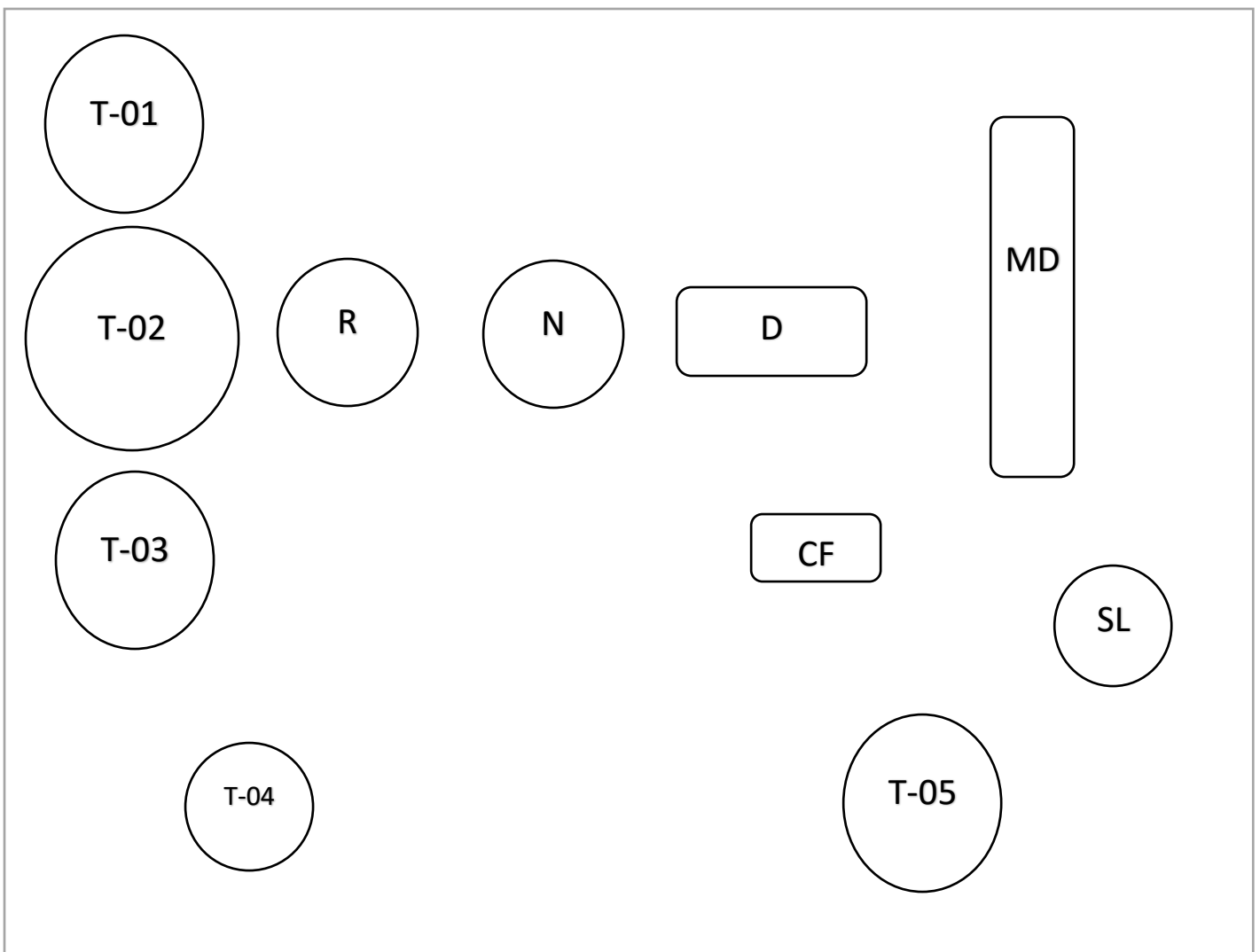
4. Lalu lintas manusia dan kendaraan Dalam perencanaan lay out peralatan, perlu diperhatikan agar pekerja dapat mencapai seluruh alat proses dengan cepat dan mudah agar apabila terjadi gangguan pada alat proses dapat segera diperbaiki, selain itu keamanan pekerja selama menjalankan tugasnya perlu diprioritaskan.

5. Jarak antar alat proses

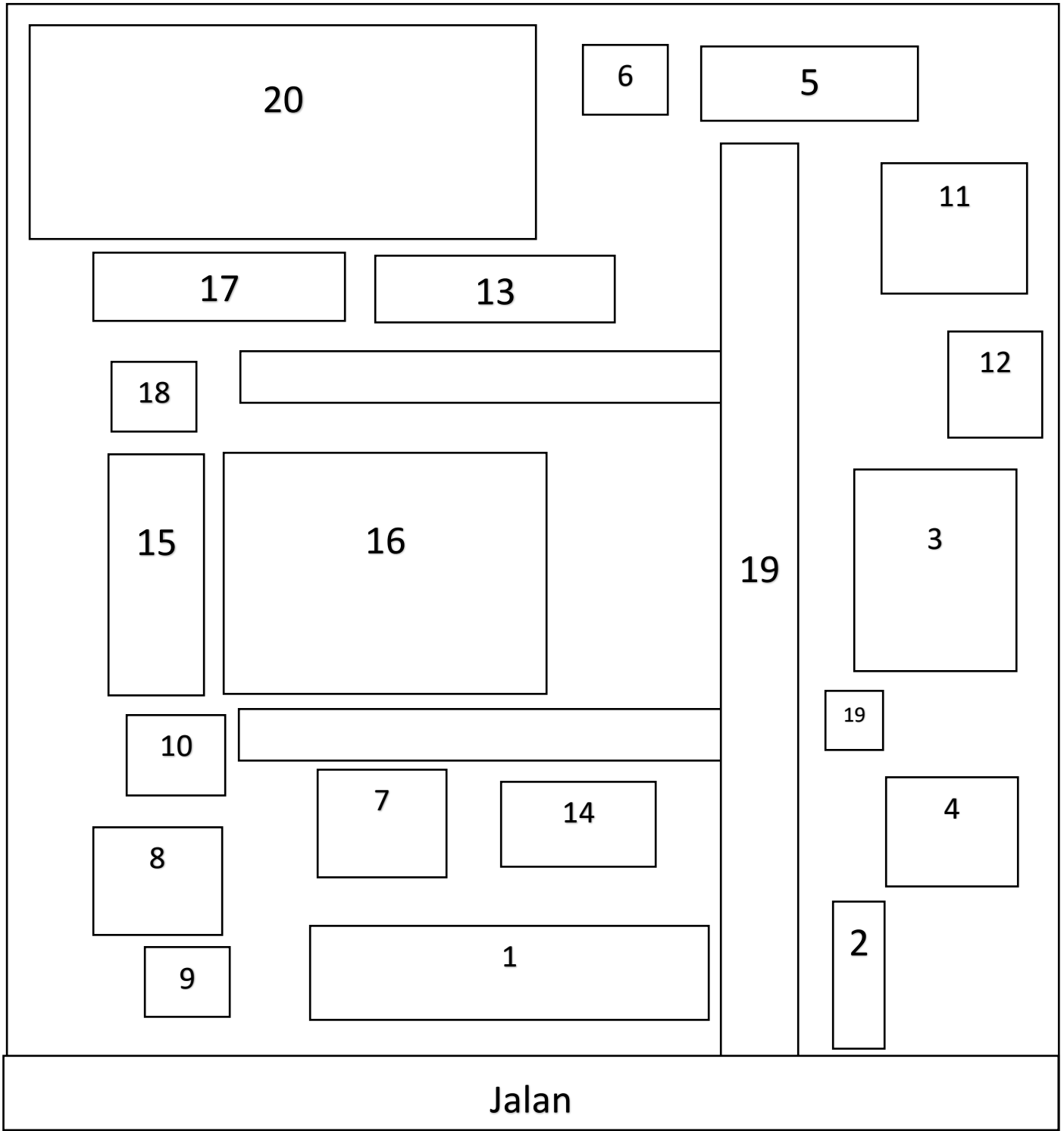
Untuk alat proses yang mempunyai suhu dan tekanan operasi tinggi, sebaiknya dipisahkan dari alat proses lainnya, sehingga apabila terjadi ledakan atau kebakaran pada alat tersebut, tidak membahayakan alat-alat proses lainnya.

6. 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.



Gambar 4. 1 Letak Alat Proses



Keterangan Gambar :

1	Kantor Utama
2	Pos Keamanan / satpam
3	Mess
4	Parkir Utama
5	Parkir Truk
6	Ruang timbang truk
7	Kantor Teknik dan produksi
8	Klinik
9	Masjid
10	Kantin
11	Bengkel
12	Unit pemadam kebakaran
13	Gudang alat
14	Laboratorium
15	Utilitas
16	Area Proses
17	Control Room
18	Control Utilitas
19	Jalan dan Taman
20	Perluasan pabrik

## 4.4 Organisasi Perusahaan

### 4.4.1 Bentuk 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 menyeter 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 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 dipasar global.

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

10. Pemilik perusahaan adalah pemilik pemegang saham.

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

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

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

#### 4.4.2 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 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 system 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 system *line* and staff. Pada system ini, garis kekuasaan sederhana dan praktis. Demikian pula kebaikan dalam pembagian tugas kerja seperti yang terdapat dalam system organisasi fungsional, sehingga seorang karyawan hanya bertanggung jawab pada seorang atasan kerja saja. Sedangkan untuk mencapai kelancaran produksi

maka perlu dibentuk 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 *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

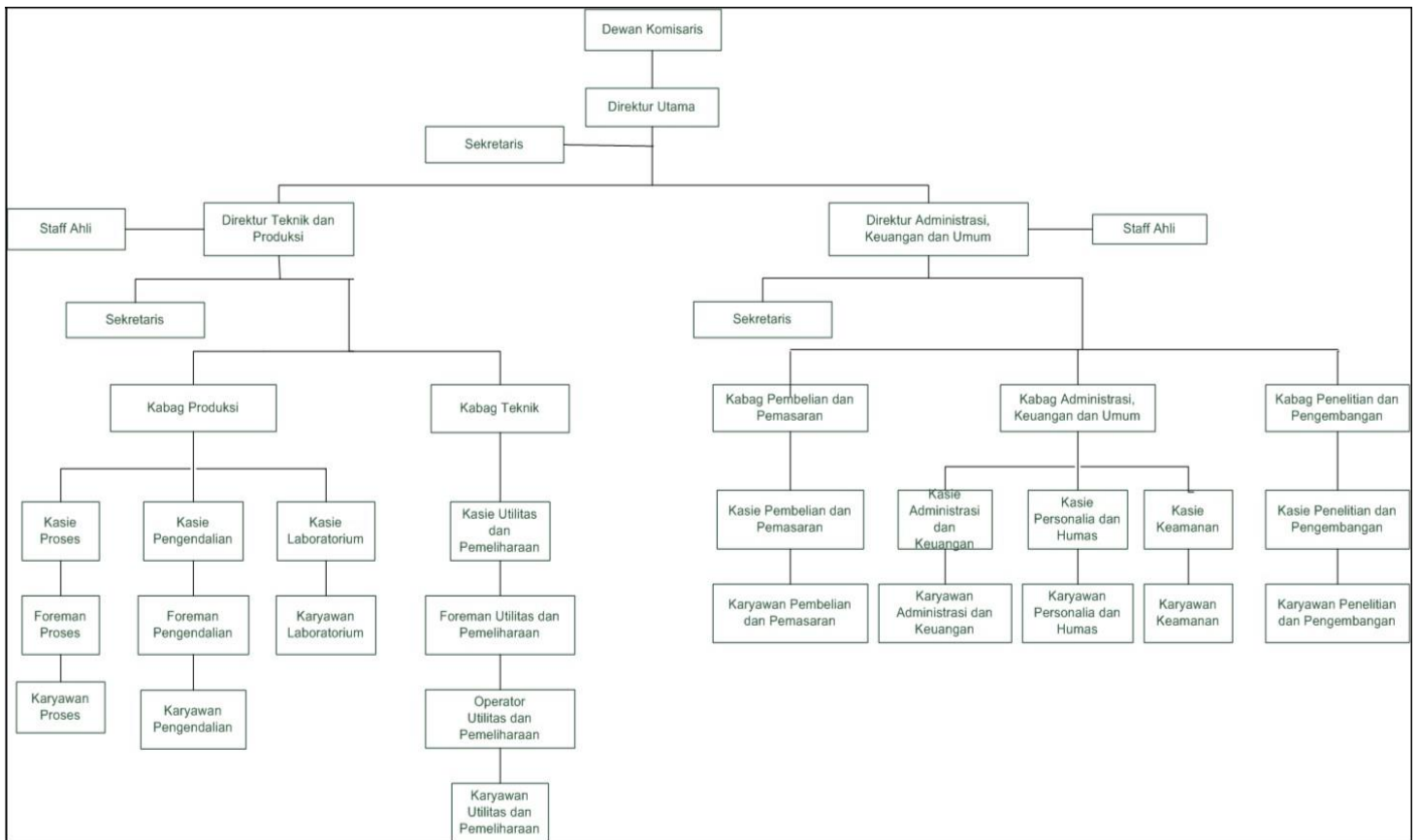
perusahaan pada masing-masing bidangnya. Karyawan perusahaan akan dibagi dalam beberapa kelompok regu yang dipimpin oleh masing-masing kepala regu, dimana kepala regu akan bertanggung jawab kepada pengawas pada masing-masing seksi.

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 Batasan 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 yang berlaku bila terbukti kurang lancar

Berikut gambar struktur organisasi pabrik metil akrilat dari asam akrilat dan methanol dengan kapasitas 20.000 ton/tahun.



Gambar 4. 3 Struktur Organisasi

#### 4.4.3 Tugas dan Wewenang

##### 4.4.3.1 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 rugi tahunan dari perusahaan.

#### 4.4.3.2 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 kebijakan umum, target perusahaan, alokasi sumber-sumber dana dan pengarah pemasaran.
- b. Mengawasi tugas-tugas direktur
- c. Membantu direktur dalam tugas-tugas penting.

#### 4.4.3.3 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 mempertanggung jawabkan pekerjaannya pada pemegang saham pada akhir masa jabatannya.
- b) Menjaga stabilitas organisasi perusahaan dan membuat kontinuitas hubungan yang baik natar pemilik saham, pimpinan, konsumen, dan karyawan.
- c) Mengangkat dan memberhentikan kepala bagian dengan persetujuan rapat pemegang saham.
- d) Mengkoordinir kerjasama dengna Direktur Teknik dan Produksi serta bertanggung jawab kepada Direktur Utama dalam bidang produksi dan teknis.
- e) 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.

#### 4.4.3.4 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.

#### 4.4.3.5 Kepala Bagian

##### a. Kepala Bagian Produksi

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

Kepala Bagian Produksi membawahi :

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

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

- Seksi Laboratorium

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

b. Kepala Bagian Teknik

- Bertanggung jawab kepada Direktur Teknik dan Produksi dalam bidang utilitas dan pemeliharaan
- Mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menajai bawahanya

- Seksi Pemeliharaan

- Melaksanakan pemeliharaan fasilitas Gedung dan peralatan table pabrik
- Memperbaiki kerusakan peralatan pabrik

- Seksi Utilitas

- Melaksanakan dan mengatur sarana utilitas memenuhi kebutuhan proses,air,steam dan tenaga Listrik

c. Kepala Bagian Pembelian dan Pemasaran

- 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

- Melaksanakan pembelian barang dan peralatan yang dibutuhkan
- Mengetahui harga pemasaran dan mutu bahan baku serta mengatur keluar masuknya bahan dan alat dari gudang

- Seksi Pemasaran

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

d. Kepala Bagian Administrasi, Keuangan dan Umum

- 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

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

- Seksi Personalia

- 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

- Mengatur hubungan antara perusahaan dengan Masyarakat diluar lingkungan Perusahaan

- Seksi Keamanan

- Menjaga semua bangunan pabrik dan fasilitas yang ada di Perusahaan
- Mengawasi keluar masuknya orang-orang baik karyawan maupun bukan kedalam lingkungan Perusahaan
- Menjaga dan memelihara kerahasiaan yang berhubungan dengan internal Perusahaan

e. Kepala Bagian Penelitian dan Pengembangan

- 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 dan seksi Pengembangan

**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.

#### 4.4.4 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 menerima upah borongan untuk suatu pekerjaan.

#### 4.4.5 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 jam kerja 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. 2 Jadwal kerja shift tiap regu

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

#### 4.4.6 Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji

##### 4.4.6.1 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 dari sarjana S-1 sampai lulusan SMP. Perinciannya sebagai berikut :

Tabel 4.3 Jabatan dan Keahlian

	<b>Jabatan</b>	<b>Keahlian</b>
	Direktur Utama	Magister Teknik Kimia
	Direktur Teknik dan Produksi	Sarjana Teknik Kimia
	Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum	Sarjana Ekonomi
	Staf Ahli	Sarjana Teknik Kimia dan Ekonomi
	Kepala Bagian Produksi	Sarjana Teknik Kimia
	Kepala Bagian Teknik	Sarjana Teknik Mesin
	Kepala Bagian Pembelian dan Pemasaran	Sarjana Ekonomi
	Kepala Bagian Administrasi, Keuangan dan Umum	Sarjana Ekonomi
	Kepala Bagian Penelitian dan Pembangunan	Sarjana Teknjk Kimia
	Kepala Seksi Personalia dan Humas	Sarjana Sosial
	Kepala Seksi Keamanan	Ahli Madya
	Kepala Seksi Pembelian dan Pemasaran	Sarjana Industri/Ekonomi
	Kepala Seksi Adminitrasi dan Keuangan	Sarjana Industri/Ekonomi
	Kepala Seksi Proses	Sarjana Teknik Kimia
	Kepala Seksi Pengendalian	Sarjana Teknik Kimia
	Kepala Seksi Laboratorium	Sarjana Teknik Kimia
	Kepala Seksi Utilitas dan Pemeliharaan	Sarjana Teknik Kimia
	Kepala Seksi Penelitian dan Pengembangan	Sarjana Teknik Kimia

	<b>Jabatan</b>	<b>Keahlian</b>
	Foreman Proses	Ahli Maya Teknik Kimia
	Operator Proses	Ahli Madya Teknik Kimia
	Foreman Teknik	Ahli Madya Teknik Kimia
	Operator Teknik	Ahli Madya Teknik Kimia
	Foreman Utilitas	Ahli Madya Teknik Kimia
	Operator Utilitas	Ahli Madya Teknik Kimia
	Karyawan Pembelian dan Pemasaran	Ahli Madya Teknik Industri/Ekonomi
	Karyawan Administrasi	Ahli Madya Ekonomi
	Karyawan Penelitian dan Pembangunan	Ahli Madya Teknik Kimia
	Karyawan Personalia dan Humas	Ahli Madya Sosial
	Karyawan Keamanan	Lulusan SMA
	Karyawan Proses	Ahli Madya Teknik Kimia
	Karyawan Pengendalian	Ahli Madya Teknik Kimia
	Karyawan Laboratorium	Ahli Madya Teknik Kimia
	Karyawan Utilitas dan Pemeliharaan	Ahli Madya Tekni Kimia
	Sekretaris	Ahli Madya Sekretaris
	Medis	Dokter
	Paramedis	Sarjana Keperawatan
	Sopir	Lulusan SMP
	Cleaning Service	Lulusan SMP

#### 4.4.6.1 Perincian Jumlah Karyawan

Jumlah karyawan harus disesuaikan dengan 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 dapat dilihat pada table 4.4 dan 4.5 berikut :

Tabel 4. 3 Operator Proses

No	Alat	Jumlah (Unit)	Jumlah (operator/unit/shift)	Jumlah (operator/shift)
1	RATB	1	0.5	0.5
2	Menara Distilation	1	0.25	0.25
3	Decanter	1	0.1	0.1
4	Neutralizer	1	1	1
5	Kondensor	1	0.2	0.2
6	Reboiler	1	0.2	0.2
7	Silo	1	0.1	0.1
8	Screw Conveyer	1	0.2	0.2
9	Tangki	5	0.1	0.5
10	Cooler (HE)	1	0.2	0.2
11	Heater (HE)	5	0.1	0.5
12	Pompa	10	0.1	1
13	Centrifuge	1	0.25	0.25
14	Filter	1	0.5	0.5
<b>Total</b>				<b>5.5</b>

Tabel 4.5 Utilitas Proses

No	Alat	Jumlah (Unit)	Jumlah (operator/un it/shift)	Jumlah (operator/shi ft)
1		0	0	0
2	Boiler	1	1	1
3	Cooling Tower	1	1	1
4	Water treatment plants	1	2	2
5	Pompa	14	0.2	2.8
6	Electricity	1	3	3
<b>Total</b>				<b>9.8</b>

Kebutuhan operator = 15,3  
 = 16  
 Jumlah shift = 3  
 Jumlah Operator = 16 x 3  
 = 48

Sehingga total keseluruhan operator lapangan = 48 orang

#### 4.4.6.2 Penggolongan Gaji

Sistem gaji perusahaan ini dibagi menjadi tiga golongan yaitu :

##### a) Gaji Bulanan

Gaji ini diberikan pegawai tetap. Besarannya gaji sesuai dengan peraturan Perusahaan.

b) Gaji Hari

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 4.6 Penggolongan Gaji

<b>No</b>	<b>Jabatan</b>	<b>Jumlah</b>	<b>Gaji/bulan</b>
1	Direktur Utama	1	Rp 45.000.000
2	Direktur Teknik dan Produksi	1	Rp 30.000.000
3	Direktur Keuangan dan Pemasaran	1	Rp 30.000.000
4	Direktur Sumber Daya Manusia dan Umum	1	Rp 30.000.000
5	Ka. Bag. Proses dan Utilitas	1	Rp 17.000.000
6	Ka. Bag. Pemeliharaan, Listrik dan Instrumentasi	1	Rp 15.000.000

<b>No</b>	<b>Jabatan</b>	<b>Jumlah</b>	<b>Gaji/bulan</b>
7	Ka. Bag. Penelitian, Pengembangan dan Pengendalian Mutu	1	Rp 15.000.000
8	Ka. Bag. Keuangan	1	Rp 15.000.000
9	Ka. Bag. Pemasaran	1	Rp 15.000.000
10	Ka. Bag. Kesehatan, Keselamatan Kerja dan Lingkungan	1	Rp 15.000.000
11	Ka. Bag. Administrasi dan Sumber Daya Manusia	1	Rp 15.000.000
12	Ka. Bag. Umum dan Keamanan	1	Rp 15.000.000
13	Ka. Sek. Proses	1	Rp 11.000.000
14	Ka. Sek. Utilitas	1	Rp 11.000.000

<b>No</b>	<b>Jabatan</b>	<b>Jumlah</b>	<b>Gaji/bulan</b>
15	Ka. Sek. Pemeliharaan dan Bengkel	1	Rp 11.000.000
16	Ka. Sek. Listrik dan Instrumentasi	1	Rp 11.000.000
17	Ka. Sek. Penelitian dan Pengembangan	1	Rp 11.000.000
18	Ka. Sek. Laboratorium dan Pengendalian Mutu	1	Rp 11.000.000
19	Ka. Sek. Kesehatan dan Keselamatan Kerja	1	Rp 11.000.000
20	Ka. Sek. Unit Pengolahan Limbah	1	Rp 11.000.000
21	Ka. Sek. Tata Usaha	1	Rp 9.000.000
22	Ka. Sek. Personalia	1	Rp 9.000.000
23	Ka. Sek. Hubungan Masyarakat	1	Rp 9.000.000
24	Ka. Sek. Keamanan	1	Rp 7.000.000
25	Karyawan Proses	6	Rp 42.000.000

<b>No</b>	<b>Jabatan</b>	<b>Jumlah</b>	<b>Gaji/bulan</b>
26	Karyawan Utilitas	4	Rp 28.000.000
27	Karyawan Pemeliharaan dan Bengkel	4	Rp 28.000.000
28	Karyawan Listrik dan Instrumentasi	4	Rp 28.000.000
29	Karyawan Penelitian dan Pengembangan	8	Rp 56.000.000
30	Karyawan Laboratorium dan Pengendalian Mutu	8	Rp 56.000.000
31	Karyawan Kesehatan dan Keselamatan Kerja	6	Rp 42.000.000
32	Karyawan Unit Pengolahan Limbah	4	Rp 28,000.000
33	Karyawan Tata Usaha	5	Rp 25,000.000
34	Karyawan Personalia	5	Rp 25,000.000
35	Karyawan Hubungan Masyarakat	5	Rp 25,000.000
36	Karyawan Keamanan	10	Rp 50,000.000
37	Operator	48	Rp 240,000.000
38	Dokter	2	Rp 24.000.000

<b>No</b>	<b>Jabatan</b>	<b>Jumlah</b>	<b>Gaji/bulan</b>
39	Perawat	6	Rp 36.000.000
40	Sopir	6	Rp 27.000.000
41	Cleaning Service	10	Rp 45.000.000
42	Satpam	4	Rp 18.000.000
	<b>Total</b>	<b>169</b>	<b>Rp 1.202.000.000</b>

Tabel 4. 4 Gaji Karyawan

#### 4.4.7 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.
- 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 dipabrik 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 api.

- e. Fasilitas kesehatan seperti tersedianya poliklinik yang dilengkapi dengan tenaga dan paramedis.

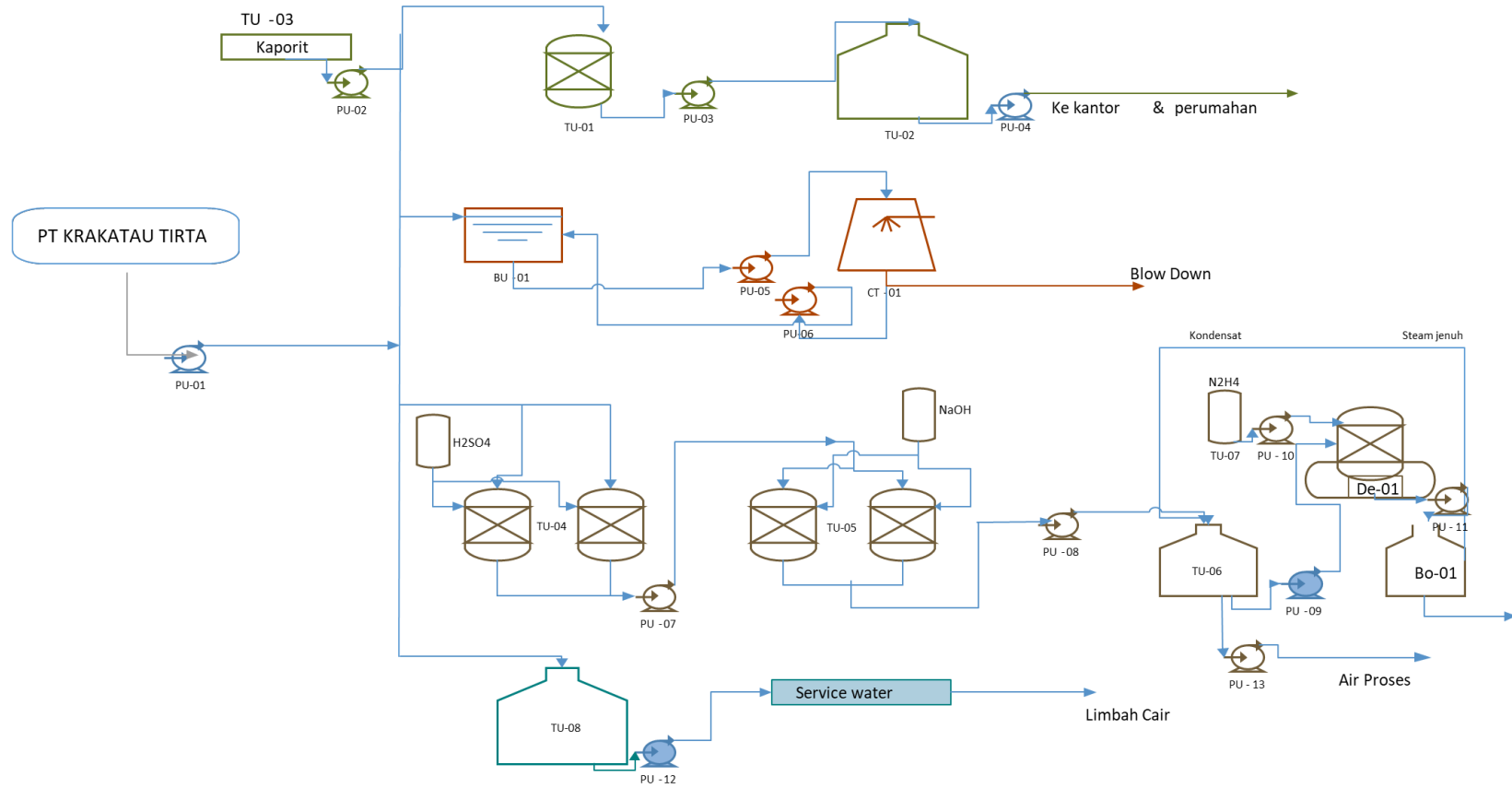
## **BAB V**

### **UTILITAS**

Untuk mendukung proses di suatu industri, diperlukan unit penunjang yang penting demi kelancaran proses di industri. Salah satu faktor yang menunjang kelancaran proses produksi di dalam pabrik yaitu penyediaan utilitas.

Unit utilitas yang diperlukan pada pra-rancangan pabrik biodiesel ini, yaitu steam, listrik, air pendingin, udara tekan, bahan bakar, dan lain lain. Dari kebutuhan unit utilitas yang diperlukan, maka utilitas tersebut dibagi menjadi 5 unit, yaitu:

1. Unit Penyedia dan Pengolahan Air (*Water Treatment Unit*)
2. Unit Pembangkit Steam (*Steam Generator Unit*)
3. Unit Pembangkit Listrik (*Power Generator/Plant Unit*)
4. Unit Penyedia Udara Instrument (*Air Instrument Supply Unit*)
5. Unit Penyedia Bahan Bakar (*Fuel Supply Unit*)
6. Unit Pengolahan Limbah (*Waste Processing Unit*)



Gambar 5. 1 Diagram Alir Utilitas

Keterangan :

TU-01	Tangki Klorinasi/Karbon Aktif
TU-02	Tangki Air Bersih
TU-03	Tangki Kaporit
TU-04	Tangki NaCl
TU-05	<i>Mixed Bed</i>
TU-06	Tangki Air Demin
TU-07	Tangki N <sub>2</sub> H <sub>4</sub>
TU-08	Tangki Air Service
De-01	Deaerator
Bo-01	Boiler
PU-01	Pompa Utilitas -01
PU-02	Pompa Utilitas -02
PU-03	Pompa Utilitas -03
PU-04	Pompa Utilitas -04
PU-05	Pompa Utilitas -05
PU-06	Pompa Utilitas -06
PU-07	Pompa Utilitas -07
PU-08	Pompa Utilitas -08
PU-09	Pompa Utilitas -09
PU-10	Pompa Utilitas -10
PU-11	Pompa Utilitas -11

PU-12 Pompa Utilitas -12

PU-13 Pompa Utilitas -13

## **5.1. Unit Penyedia dan Pengolahan Air (*Water Treatment Unit*)**

### **5.1.1. Unit Penyediaan Air**

Unit penyediaan air merupakan salah satu unit utilitas yang bertugas menyediakan air untuk kebutuhan industri maupun rumah tangga. Unit ini sangat berpengaruh dalam kelancaran produksi dari awal hingga akhir proses. Untuk memenuhi kebutuhan air di dalam pabrik, umumnya digunakan air sumur, air sungai, air danau, maupun air laut sebagai sumbernya. Air yang digunakan dalam pra-rancangan pabrik *methyl acrylate* ini berasal dari PT. Krakatau Tirta. Adapun penggunaan sumber air dengan pertimbangan sebagai berikut :

- Pengolahan air relatif lebih mudah, sederhana dan biaya pengolahan relatif murah dibandingkan dengan proses pengolahan air laut atau sugai lebih rumit dan biaya pengolahannya umumnya lebih besar.
- Dekat dengan lokasi pabrik.

Air yang diperlukan di lingkungan pabrik adalah untuk :

#### 1. Air Domestik

Air domestik adalah air yang akan digunakan untuk digunakan untuk keperluan domestik. Air ini antara lain untuk keperluan perumahan dan perkantoran.

Air yang diperlukan untuk keperluan domestik ini adalah sebesar :

- Air untuk Kantor

Kebutuhan air untuk karyawan = 100 L/hari/orang

Air untuk kebutuhan karyawan = 169 org x 100 L/hari  
 = 16.519 kg/jam

- Air untuk rumah tangga

Kebutuhan air untuk penghuni = 200 L/hari/orang

Air untuk kebutuhan rumah = 6 x 200 L/hari x 20 rumah  
 = 24.000 kg/hari

Sehingga, total kebutuhan air untuk keperluan domestik adalah sebanyak :

Air keperluan umum = 26519 kg/jam  
 = 63.6476 kg/hari

## 2. Air Service

Air service adalah air yang akan digunakan untuk digunakan untuk layanan umum. Air ini antara lain untuk keperluan bengkel, poliklinik, laboratorium, pemadam kebakaran, kantin, musholla, kebun, dan lain-lain.

Air keperluan umum = 500 kg/jam  
 = 12.000 kg/hari

## 3. Air Proses

Pada pabrik *Methyl Acrylate*, air kebutuhan proses digunakan untuk keperluan mencuci alat – alat proses (reaktor, netralizer, etc). Air proses yang dibutuhkan sebesar 100 kg/jam.

#### 4. Air Pendingin

Air pendingin merupakan air yang diperlukan untuk proses-proses pertukaran/perpindahan panas dalam heat exchanger dengan tujuan untuk memindahkan panas suatu zat di dalam aliran ke dalam air pendingin tersebut.

Kebutuhan air pendingin pada pabrik ini terlampir pada tabel 5.1 berikut :

*Tabel 5. 1 Kebutuhan Air Pendingin*

<b>Nama Alat</b>	<b>Kebutuhan Air (kg/jam)</b>
Reaktor -01	1.457,537
Netralizer -01	1.360,480
CL -01	11.281,880
CD -01	46.186,576
<b>Total</b>	<b>60.286,473</b>

Dari total air pendingin yang diperlukan, digunakan perancangan over design sebanyak 20% sehingga kebutuhan air pendingin menjadi 72.343,767223 kg/jam.

Seluruh air yang keluar dari alat penukar panas di area proses ini akan disirkulasikan dan didinginkan lagi di dalam Cooling Tower. Di dalam Cooling Tower ini akan ada air yang menguap atau bocor, sehingga untuk mempertahankan jumlah air pendingin diperlukan adanya air make-up yang sesuai dengan jumlah air yang hilang. Dari perhitungan yang dilakukan, didapatkan kebutuhan air make-up sebesar 1.475,812852 kg/jam.

## 5. Air Pemanas

Air pemanas adalah media pemanas pengubah air menjadi uap yang digunakan untuk boiler. Dalam penanganan air umpan boiler perlu diperhatikan karena terdapat beberapa zat yang dapat menyebabkan korosi (corrosion), kerak (scale), dan foaming.

Kebutuhan air pendingin pada pabrik ini terlampir pada tabel 5.2 berikut :

*Tabel 5. 2 Kebutuhan Air Pemanas*

<b>Nama Alat</b>	<b>Kebutuhan (kg/jam)</b>
Heat Exchanger -01	95,45162752
Heat Exchanger -02	100,7049982
Heat Exchanger -03	12,80847499
Heat Exchanger -04	42.70199033
Heat Exchanger -05	155,7735793
Reboiler -01	1.192,992939
<b>Total</b>	<b>1.600,433609</b>

Dari total air pemanas yang diperlukan, digunakan perancangan over design sebanyak 20% sehingga kebutuhan air steam menjadi 1.920,520331 kg/jam.

Untuk mencegah tingginya kandungan padatan terlarut (kotoran) dalam air boiler, dilakukan pembuangan air melalui blowdown valve yang nantinya akan digantikan oleh feed water baru. Tujuan pembuangan air ini adalah untuk

meminimalisir corrosion, scale, dan masalah khusus lainnya. Air boiler yang dibuang (blowdown) pada boiler adalah 15% dari kebutuhan steam.

Untuk mengeluarkan kondensat, udara, dan fluida non-kondensibel yang terjebak atau tertahan di steam system, diperlukan steam trap yang merupakan valve otomatis. Steam trap akan terbuka jika aliran yang masuk sudah berupa kondensat saja. Ketika steam yang mengalir ke dalam steam trap, maka steam trap akan tertutup dan menjebak steam. Apabila steam telah berubah menjadi kondensat (air), maka steam trap akan kembali terbuka. Steam yang terjebak dalam steam trap adalah 5% dari kebutuhan steam. Sehingga, make-up water yang diperlukan untuk mengganti blowdown dan steam trap adalah 348,1040662 kg/jam.

### **5.1.2. Unit Pengolahan Air**

#### **1. Klorinisasi**

Air yang telah dikirim PT.Krakatau Tirta melalui proses klorinisasi sebelum dialirkan untuk keperluan air domestik. Air bersih ini kemudian didistribusikan ke menara air dan unit demineralisasi.

#### **2. 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 silika lebih kecil dari 0,02 ppm.

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

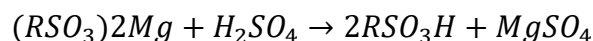
a. Cation Exchanger

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

Reaksi :



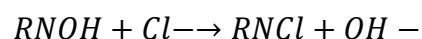
Dalam jangka waktu tertentu, kation resin ini akan jenuh sehingga perlu diregenerasikan kembali dengan asam sulfat. Reaksi :



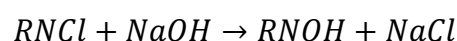
b. Anion Exchanger

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

Reaksi :



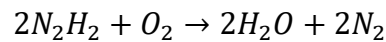
Dalam waktu tertentu, anion resin ini akan jenuh, sehingga perlu diregenerasikan kembali dengan larutan NaOH. Reaksi :



c. Deaerasi

Deaerasi adalah proses pembebasan air umpan ketel dari oksigen ( $O_2$ ). Air yang telah mengalami demineralisasi (polish water) dipompakan ke dalam deaerator dan diinjeksikan hidrazin ( $N_2H_4$ ) untuk mengikat oksigen yang terkandung dalam air sehingga dapat mencegah terbentuknya kerak (scale) pada tube boiler.

Reaksi :



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

## 5.2. Unit Pembangkit Steam (Steam Generator Unit)

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

Kapasitas : 3821,4870 kg/jam.

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,  $O_2$ , Ca dan Mg yang mungkin masih terikat 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.

1. *Boiler -01*

a. Menentukan Kapasitas *Boiler*

$$Q = m \cdot \lambda$$

Dimana :

m = Massa *steam* yang dihasilkan (kg/jam)

$\lambda$  = Entalpi *steam* pada T dan P tertentu (Btu/kg)

Dari *steam table*, didapatkan spesifikasi :

$$T = 150 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$= 423,150 \text{ K}$$

$$P = 476 \text{ kPa}$$

$$\lambda = 274,40 \text{ kJ/kg}$$

Tabel 5. 3 Kebutuhan Boiler

Nama Alat	Kebutuhan (kg/jam)
Heat Exchamger -01	95,45162752
Heat Exchamger -02	100,7049982
Heat Exchamger -03	12,80847499
Heat Exchamger -04	42,70199033
Heat Exchamger -05	155,7735793
Reboiler	1.192,992939
<b>Total</b>	<b>1600,433609</b>

Perancangan dibuat over desain 20 %

$$m_s = 1.920,520 \text{ kg/jam}$$

Asumsi massa air umpan boiler yang menjadi *steam* adalah 80%

$$m_w = \frac{m_s}{\eta}$$

$$\eta = 80\%$$

$$m_w = 2.400,650414 \text{ kg/jam}$$

$$= 5292,521915 \text{ lb/jam}$$

$$C_pL = 1 \text{ Btu/lb.}^\circ\text{F}$$

$$T_{in} = 30 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$= 86 \text{ }^\circ\text{F (Suhu air masuk boiler)}$$

$$T_{out} = 150 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$= 302 \text{ }^\circ\text{F (Suhu steam yang dihasilkan)}$$

$$\lambda = 2.745,4 \text{ kJ/kg}$$

$$= 1.180,3106 \text{ Btu/lb}$$

$$Q = m_w \cdot C_{pL} (T_{out} - T_{in}) + \eta \cdot m_w \cdot \lambda$$

$$Q = 6.140.640,525 \text{ Btu/jam}$$

$$= 6478744,192 \text{ kJ/jam}$$

b. Menentukan Luas Perpindahan Panas

$$T_{in} = 86 \text{ }^\circ\text{F}$$

$$T_{out} = 302 \text{ }^\circ\text{F}$$

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

$$\Delta T_{LMTD} = \frac{T_{in} - T_{out}}{\ln\left(\frac{T_{in}}{T_{out}}\right)}$$

$$\Delta T_{LMTD} = 171,9636 \text{ }^\circ\text{F}$$

$$U = 150 \text{ Btu/ft}^2 \cdot \text{ }^\circ\text{F}$$

$$Q = 6.140.640,525 \text{ Btu/jam}$$

$$A = 238,0597 \text{ ft}^2$$

$$= 22,1165 \text{ m}^2$$

### 5.3. Unit Pembangkit Listrik (*Power Generator/Plant Unit*)

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 : 1600 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%. Kebutuhan listrik dapat dibagi :

1. Kebutuhan Listrik *Power Plant*
  - a. Kebutuhan untuk Peralatan Proses

*Tabel 5. 4 Kebutuhan Peralatan Proses*

Alat	Kode Alat	Daya	
		Hp	watt
Reaktor-01	R-01	40.0000	29828.0000
Netralizer-01	N-01	10.0000	7457.0000
Centrifuge-01	CF-01	0.3333	248.5667
Pompa-01	P-01	0.3333	248.5667
Pompa-02	P-02	0.1667	124.2833
Pompa-03	P-03	0.0833	62.1417
Pompa-04	P-04	0.0833	62.1417
Pompa-05	P-05	0.3333	248.5667
Pompa-06	P-06	0.5000	372.8500
Pompa-07	P-07	0.0500	37.2850
Pompa-08	P-08	0.3333	248.5667
Pompa-09	P-09	0.7500	559.2750
Pompa-10	P-10	0.2500	186.4250
Screw Conveyor	SC-01	0.5000	372.8500
<b>Total</b>			<b>40056.5183</b>

Power yang dibutuhkan = 40.056,5183 watt  
= 40,0565 kW

b. Kebutuhan untuk Utilitas

*Tabel 5. 5 Kebutuhan Utilitas*

Alat	Kode Alat	Daya	
		Hp	Watt
Blower Cooling Tower	BL-01	20.0000	14914.0000
Kompresor Udara	CP-01	6.0000	4474.2000
Pompa Utilitas-01	PU-01	5.0000	3728.5000
Pompa Utilitas-02	PU-02	0.05000	37.2850
Pompa Utilitas-03	PU-03	3.0000	2237.1000
Pompa Utilitas-04	PU-04	1.5000	1118.5500
Pompa Utilitas-05	PU-05	5.0000	3728.5000
Pompa Utilitas-06	PU-06	5.0000	3728.5000
Pompa Utilitas-07	PU-07	0.1667	124.2833
Pompa Utilitas-08	PU-08	0.5000	372.8500
Pompa Utilitas-09	PU-09	0.2500	186.4250
Pompa Utilitas-10	PU-10	0.5000	372.8500
Pompa Utilitas-11	PU-11	0.1667	124.2833
Pompa Utilitas-12	PU-12	0.0500	37.2850
<b>Total</b>		<b>47.1833</b>	<b>35,184.6117</b>

*Power yang dibutuhkan* = 35.184.6117 watt

= 35.1846 kW

2. Kebutuhan Listrik untuk Penerangan dan AC
  - a. Listrik untuk penerangan = 105.20 kW
  - b. Listrik untuk AC = 20 kW
  
3. Kebutuhan Listrik untuk Laboratorium dan Bengkel
 

Listrik untuk Laboratorium dan Bengkel = 15 kW
  
4. Kebutuhan Listrik untuk Instrumentasi
 

Listrik untun Instrumentasi = 30 kW

*Tabel 5. 6 Total Kebutuhan Listrik Power Plant*

No	Keperluan	Kebutuhan (Kw)
1	Kebutuhan Plant	
	a. Proses	40.0565
	b. Utilitas	35.1846
2	a. Listrik Ac	20
	b. Listrik Penerangan	105
3	Laboratorium dan Bengkel	15
4	Instrumentasi	30
<b>Total</b>		<b>245.4411</b>

Spesifikasi generator yang digunakan dalam pabrik biodiesel ini adalah :

Tipe	= AC Generator
Jumlah	= 1 buah
Bahan bakar	= Solar
Efisiensi ( $\eta$ )	= 80%
Tegangan	= 220/360
Frekuensi	= 50Hz
Kebutuhan Listrik	= 245,441 kW

$$\text{Input Generator} = \frac{\text{Kebutuhan Listrik}}{\eta}$$

Input Generator = 306.8014 kW

Dipilih Input = 700 kW

#### **5.4. Unit Penyedia Udara Instrumen (Air Instrument Supply Unit)**

Udara tekan diperlukan untuk pemakaian alat pneumatic control. Total kebutuhan udara tekan diperkirakan 57,94272 m<sup>3</sup>/jam. Daftar alat yang membutuhkan udara tekan contohnya pompa, reaktor 1, neutralizer, decanter, accumulator, dan reboiler.

### **5.5. Unit Penyedia Bahan Bakar (*Fuel Supply Unit*)**

Unit ini bertujuan menyediakan bahan bakar yang akan digunakan pada boiler dan generator. Bahan bakar yang digunakan adalah solar karena solar mudah didapat, tersedia secara kontinyu, dan mudah dalam penyimpanannya. Kebutuhan solar pada boiler adalah 4.953 L/hari dan kebutuhan solar pada generator adalah 1.974 L/hari.

### **5.6. Unit Pengolahan Limbah (*Waste Processing Unit*)**

Limbah yang dihasilkan dari pabrik Methyl Acrylate berupa limbah cair.

Limbah cair ini berasal dari :

a. Air Buangan Sanitasi

Air buangan sanitasi yang berasal dari seluruh toilet di kawasan pabrik dikumpulkan dan diolah dengan aerasi dan desinfektan Calcium Hypoclorite.

b. Air Sisa Proses

Limbah dari hasil bawah menara distilasi II berupa 99,5% air dan 0,5% Methyl Acrylate dinetralkan dalam kolom penetral. Penetralan dilakukan dengan menggunakan larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> jika pH buangannya lebih dari 7 dan dengan menggunakan larutan NaOH jika pH buangannya kurang dari 7. Air yang netral dialirkan ke kolam penampungan akhir bersama-sama dengan aliran air dari pengolahan yang lain.

### **5.7. Spesifikasi Alat Utilitas**

1. Pompa Utilitas (PU-01)

Fungsi : Mengalirkan air dari PT. Krakatau Tirta menuju area kebutuhan air.

Tipe : *Centrifugal Pump*

Bahan : *Commercial Steel*

Kapasitas : 532,4134 gpm

IPS (in) : 8

No. Sch : 80

OD (in) : 8,63

ID (in) : 7,625

Efisiensi Pompa : 65%

Power Pompa (Hp) : 3,5122

Power Motor (Hp) : 5

## 2. Pompa Utilitas (PU-02)

Fungsi : Mengalirkan kaporit dari tangki kaporit kee tangki klorinisasi / karbon aktif

Tipe : *Centrifugal Pump*

Bahan : *Commercial Steel*

Kapasitas : 0,0010 gpm

IPS (in) : 0,13

No. Sch : 80

OD (in) : 0,41

ID (in) : 0,215

Efisiensi Pompa : 20%

Power Pompa (Hp) : 0,0000144

Power Motor (Hp) : 0,05

3. Pompa Utilitas (PU-03)

Fungsi : Mengalirkan air dari tangki klorinisasi ke tangki air bersih

Tipe : *Centrifugal Pump*

Bahan ; *Commercial Steel*

Kapasitas : 137,0485

IPS (in) : 4

No. Sch : 40

OD (in) : 4,50

Efisiensi Pompa : 55%

Power Pompa (Hp) : 2,2028

Power Motor (Hp) : 3

4. Pompa Utilitas (PU-04)

Fungsi : Mengalirkan air dari tangki air bersih ke area domestik

Tipe : *Centrifugal Pump*

Bahan : *Commercial Steel*

Kapasitas : 137,0485 gpm

IPS (in) : 4

No. Sch : 40

OD (in) : 4,50

ID (in) : 4,026

Efisiensi Pompa : 55%

Power Pompa (Hp) : 1,1210

Power Motor (Hp) : 1,5

5. Pompa Utilitas (PU-05)

Fungsi : Mengalirkan air dari bak air dingin menuju ke cooling tower

Tipe : *Centrifugal Pump*

Bahan : *Commercial Steel*

Kapasitas : 373,8562 gpm

IPS (in) : 8

No. Sch : 40

OD (in) : 8,63

ID (in) : 7,98

Efisiensi Pompa : 65%

Power Pompa (Hp) : 2

Power Motor (Hp) : 3

6. Pompa Utilitas (PU-06)

Fungsi : Mengalirkan air dari cooling tower menuju recycle dari bak air dingin

Tipe : *Centrifugal Pump*

Bahan : *Commercial Steel*

Kapasitas : 373,8562 gpm

IPS (in) : 8

No. Sch : 40

OD (in) : 8,63

ID (in) : 7,98

Efisiensi Pompa : 65%

Power Pompa (Hp) : 2

Power Motor (Hp) : 3

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

Fungsi : Mengalirkan air dari tangki penampung NaCl menuju Mixed Bed

Tipe : *Centrifugal Pump*

Bahan : *Commercial Steel*

Kapasitas : 10,4416 gpm

IPS (in) : 1,50

No. Sch : 80

OD (in) : 1,90

ID (in) : 1,500

Efisiensi Pompa : 20%

Power Pompa (Hp) : 0,0849

Power Motor (Hp) : 0,125

#### 8. Pompa Utilitas (PU-08)

Fungsi : Mengalirkan air dari mixed bed menuju tangki air demin

Tipe : *Centrifugal Pump*

Bahan : *Commercial Steel*

Kapasitas : 10,4416 gpm

IPS (in) : 1,50  
No. Sch : 80  
OD (in) : 1,90  
ID (in) : 1,500  
Efisiensi Pompa : 20%  
Power Pompa (Hp) : 0,3863  
Power Motor (Hp) : 0,5

9. Pompa Utilitas (PU-09)

Fungsi : Mengalirkan air dari tangki air denim menuju tangki

Daerator

Tipe : *Centrifugal Pump*

Bahan : *Commercial Steel*

Kapasitas : 10,4416 gpm

IPS (in) : 1,50

No. Sch : 80

Efisiensi Pompa : 20%

Power Pompa (Hp) : 0,1363

Power Motor (Hp) : 0,25

10. Pompa Utilitas (PU-10)

Fungsi : Mengalirkan larutan Hydrazine dari tangki N<sub>2</sub>H<sub>4</sub> menuju tangki deaerator

Tipe : *Centrifugal Pump*

Bahan : *Commercial Steel*

Kapasitas : 10,4416  
IPS (in) : 1,50  
No. Sch : 40  
Efisiensi Pompa : 20%  
Power Pompa (Hp) : 0,065  
Power Motor (Hp) : 0,25

#### 11. Pompa Utilitas (PU-11)

Fungsi : Mengalirkan air dari deaerator menuju boiler  
Tipe : *Centrifugal Pump*  
Bahan : *Commercial Steel*  
Kapasitas : 10,4416 gpm  
IPS (in) : 1,50  
No. Sch : 80  
Efisiensi Pompa : 20%  
Power Pompa (Hp) : 0,1363  
Power Motor (Hp) : 0,25

#### 12. Pompa Utilitas (PU-12)

Fungsi : Mengalirkan air dari tangki air service menuju area  
kebutuhan service  
Tipe : *Centrifugal Pump*  
Bahan : *Commercial Steel*  
Kapasitas : 2,5839 gpm  
IPS (in) : 0,75

No. Sch : 80  
Efisiensi Pompa : 20%  
Power Pompa (Hp) : 0,0677  
Power Motor (Hp) : 0,125

#### 13. Pompa Utilitas (PU-13)

Fungsi : Mengalirkan air dari tangki air demin menuju air proses  
Tipe : *Centrifugal Pump*  
Bahan : *Commercial Steel*  
Kapasitas : 0,5168 gpm  
IPS (in) : 0,50  
No. Sch : 40  
Efisiensi Pompa : 20%  
Power Pompa (Hp) : 0,0065  
Power Motor (Hp) : 0,05

#### 14. Pompa Utilitas (PU-14)

Fungsi : Mengalirkan air dari mixed bed menuju area kebutuhan proses  
Tipe : *Centrifugal Pump*  
Bahan : *Commercial Steel*  
Kapasitas : 0,5168 gpm  
IPS (in) : 0,50  
No. Sch : 40  
Efisiensi Pompa : 20%

Power Pompa (Hp) : 0,0112

Power Motor (Hp) : 0,05

#### 15. Tangki Klorinasi

Fungsi : Mencampur klorin dalam bentuk kaporit kedalam air untuk kebutuhan rumah tangga

Tipe : Berbentuk tangki silinder berpengaduk

Bahan : *Carbon Steel*

Tinggi : 3,4353 m

Diameter : 3,4353 m

Volume : 31,8239 m<sup>3</sup>

#### 16. Tangki Air Bersih

Fungsi : Menampung air untuk keperluan kantor dan rumah tangga

Tipe : Tangki silinder tegak

Bahan : *Carbon Steel*

Tinggi : 9,9090 m

Diameter : 9,9090 m

Volume : 763,7711 m<sup>3</sup>

#### 17. Tangki NaCl

Fungsi : Menampung larutan NaCl yang akan digunakan untuk meregenerasi kation exchanger

Tipe : Tangki silinder

Bahan : *Stainless Steel*

Tinggi : 1,138 m

Diameter : 1,138 m

Volume : 1,1559 m<sup>3</sup>

#### 18. Tangki Air Demin

Fungsi : Menampung air bebas mineral sebagai air proses dan air umpan boiler

Tipe : Tangki silinder tegak

Bahan : *Carbon Steel*

Tinggi : 4,2008 m

Diameter : 4,2008 m

Volume : 58,1901 m<sup>3</sup>

#### 19. Deaerator

Fungsi : Menghilangkan gas CO<sub>2</sub> ydan O<sub>2</sub> yang terikat dalam feed water yang menyebabkan kerak pada reboiler

Tipe : Tangki silinder tegak

Kapasitas : 2.020,5203 kg/jam

Tinggi : 1,4563 m

Diameter : 1,4563 m

Volume : 2,4246 m<sup>3</sup>

#### 20. Tangki Umpan Boiler

Fungsi : Mencampur kondensat sirkulasi dan makeup air umpan boiler sebelum dibangkitkan sebagai steam alam boiler

Tipe : Tangki silinder tegak

Bahan : *Carbon Steel*

Tinggi : 1,4563 m  
Diameter : 1,4563 m  
Volume : 2,4246 m<sup>3</sup>

#### 21. Tangki Service Water

Fungsi : Menampung air servis untuk keperluan layanan umum  
Tipe : Tangki silinder tegak  
Bahan : *Carbon Steel*  
Tinggi : 2,6373 m  
Diameter : 2,6373 m  
Volume : 14,4000 m<sup>3</sup>

#### 22. Tangki N<sub>2</sub>H<sub>4</sub>

Fungsi : Menyimpan larutan N<sub>2</sub>H<sub>4</sub>  
Tipe : Tangki silinder tegak  
Bahan : *Carbon Steel*  
Tinggi : 1,4643 m  
Diameter : 1,4643 m  
Volume : 2,4646 m<sup>3</sup>

#### 23. Tangki NaOH

Fungsi : Menampung larutan NaOH yang akan digunakan untuk meregenerasi anion exchanger  
Tipe : tangki silinder  
Bahan : *Carbon Steel*  
Tinggi : 0,907 m

Diameter : 0,907 m

Volume : 0,5849 m<sup>3</sup>

#### 24. Cooling Tower

Fungsi : Mendinginkan air pendingin setelah digunakan

Tipe : Tangki silinder tegak

Panjang (m) : 2,9197

Lebar (m) : 2,9197

Tinggi (m) : 3,5717

#### 25. Tangki Kaporit

Fungsi : Menampung kebutuhan kaporit selama 1 minggu yang akan dimasukkan kedalam tangki klorinasi

Tipe : Tangki silinder

Bahan : *Carbon Steel*

Tinggi : 0,4470 m

Diameter : 0,4470 m

Volume : 0,0701003 m<sup>3</sup>

#### 26. Bak Air Pendingin

Fungsi : Menampung kebutuhan air pendingin

Tipe : Bak persegi

Kapasitas : 72,3438 m<sup>3</sup>/jam

Bahan : Beton bertulang

Tinggi : 8,0460 m

Panjang : 16,0919 m

Lebar : 16,0919 m

#### 27. Mixed Bed

Fungsi : Menghilangkan kesadahan air yang disebabkan oleh kation seperti Ca dan Mg, serta anion seperti Cl, SO<sub>4</sub> dan NO<sub>3</sub>

Tipe : Silinder tegak

Bahan : *Stainless Steel*

Kapasitas : 8,8961 gpm

Tinggi : 1,6764 m

Diameter : 0,5130 m

## **BAB VI**

### **EVALUASI EKONOMI**

Evaluasi ekonomi sangat diperlukan dalam perancangan pabrik yang bertujuan untuk mendapatkan perkiraan tentang kelayakan investasi modal dalam suatu kegiatan produksi suatu pabrik dengan meninjau kebutuhan modal investasi, selain itu juga untuk mengetahui apakah pabrik yang akan didirikan menguntungkan dan layak didirikan atau tidak layak didirikan. Berikut merupakan faktor-faktor yang dapat ditinjau dalam evaluasi ekonomi:

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

Sebelum dilakukan Analisa terhadap kelima faktor tersebut, maka perlu dilakukan perkiraan beberapa hal, yaitu:

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 Expense*)

3. Pendapatan modal

Untuk mengetahui titik impas, maka perlu dilakukan perkiraan terhadap:

a. Biaya Tetap (*Fixed Cost*)

b. Biaya Variabel (*Variable Cost*)

c. Biaya Mengambang (*Regulated Cost*)

### 6.1 Penaksiran Harga peralatan

Harga peralatan setiap saat akan berubah tergantung dengan kondisi ekonomi yang mempengaruhinya. Dalam Analisa ekonomi harga alat maupun harga lain diperhitungkan pada tahun Analisa. Untuk mencari harga pada tahun Analisa, maka dicari index pada tahun yang akan dianalisa. Dimana tahun Analisa perancangan pabrik Metil Akrlilat ini adalah:

Tabel 6. 1 Index Harga Alat

<b>Tahun ke</b>	<b>Tahun</b>	<b>Index</b>
1	1980	261
2	1981	297
3	1982	314
4	1983	317
5	1984	323
6	1985	325
7	1986	318
8	1987	324
9	1988	343
10	1989	355
11	1990	356

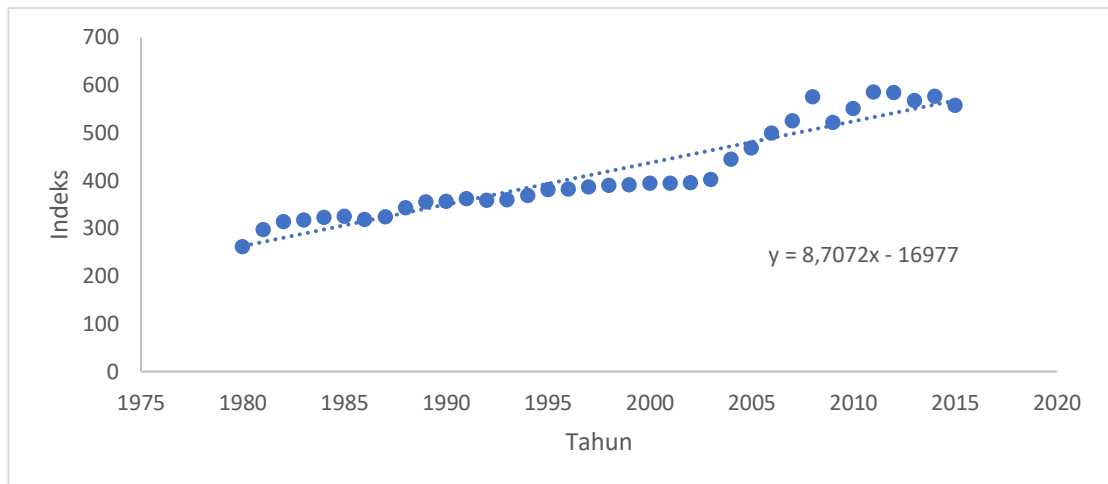
<b>Tahun ke</b>	<b>Tahun</b>	<b>Index</b>
12	1991	361,3
13	1992	358,2
14	1993	359,2
15	1994	368,1
16	1995	381,1
17	1996	381,7
18	1997	386,5
19	1998	389,5
20	1999	390,6
21	2000	394,1
22	2001	394,3
23	2002	395,6
24	2003	402
25	2004	444,2
26	2005	468,2
27	2006	499,6
28	2007	525,4
29	2008	575,4
30	2009	521,9
31	2010	550,8
32	2011	585,7
33	2012	584,6
34	2013	567,3
35	2014	576,1
36	2015	556,8

Dari regresi linier diperoleh nilai dari :

*Tabel 6. 2 Regresi Nilai Alat*

<b>Tahun</b>	<b>Index</b>
2022	629,0
2023	637,7
2024	646,4
2025	655,1
2026	663,8

Berdasarkan data di atas, dengan asumsi kenaikan indeks linear, maka dapat diturunkan persamaan least square sehingga didapatkan grafik hasil plotting data :



Gambar 6. 1 Grafik Index Harga

Berdasarkan data diatas, persamaan yang diperoleh adalah :

$$y = 8,7072x - 16977$$

Dengan menggunakan persamaan diatas pabrik *Methyl Acrylate* dengan kapasitas 20.000 ton/tahun yang akan dibangun pada tahun 2028 memiliki harga indeks sebesar 681,2. Harga-harga alat dan lainnya diperhitungkan pada tahun evaluasi. Selain itu, harga alat dan lainnya ditentukan juga dengan referensi (Peters dan Timberhaus, 1990 dan Aries dan Newton,1955). Adapun persamaan evaluasi harga alat, yaitu :

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

Keterangan :

Ex : Harga pembelian pada tahun 2014

Ey : Harga pembelian pada tahun referensi

Nx : Index harga pada tahun 2014

Ny : Index harga pada tahun referensi

## 6.2 Dasar Perhitungan

Kapasitas produksi	= 20.000
Satu tahun operasi	= 330 hari kerja
	= 7.920 jam
Umur alat	= 10 tahun
Kurs mata uang (1 US\$)	= Rp 15.490,00 (per 12/09/2024)
Tahun pabrik didirikan	= 2028
UMR Kota Cilegon	= Rp 4.815.102,00
Komposisi jumlah buruh	= domestik : asing = 19 : 1
Tenaga Indonesia	= 95%
Tenaga Asing	= 5%
Upah buruh domestic	= Rp 20.000,00/ <i>manhour</i>
Upah buruh asing	= US\$ 20,00/ <i>manhour</i>

## 6.3 Komponen Biaya

### 6.2.1 *Total Capital Investment (Modal)*

*Capital Investment* merupakan jumlah pengeluaran yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas-fasilitas pabrik dan untuk mengoperasikannya. *Capital Investment* terdiri dari :

a. *Fixed Capital Investment* (Modal Tetap)

Biaya yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas-fasilitas pabrik.

Tabel 6. 3 *Physical plant cost (PPC)*

No	Jenis	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Purchased Equipment cost</i>	Rp33,386,844,119.18	\$2,155,380.51
2	<i>Delivered Equipment Cost</i>	Rp8,346,711,029.79	\$538,845.13
3	Instalasi cost	Rp6,184,950,592.24	\$399,286.67
4	Pemipaan	Rp18,492,442,734.01	\$1,193,831.04
5	Instrumentasi	Rp5,872,711,394.48	\$379,129.21
6	Insulasi	Rp1,289,833,582.44	\$83,268.79
7	Listrik	Rp3,338,684,411.92	\$215,538.05
8	Bangunan	Rp39,947,600,000.00	\$2,578,928.34
9	<i>Land &amp; Yard Improvement</i>	Rp18,934,000,000.00	\$1,222,336.99
<b>Total</b>		<b>Rp135,793,777,864.05</b>	<b>\$8,766,544.73</b>

Tabel 6. 4 *Direct plant cost (DPC)*

No	<i>Type of Capital Investment</i>	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Engineering and Construstion</i>	Rp27,158,755,572.81	\$1,753,308.95
2	<i>Direct Plant Cost</i>	Rp162,952,533,436.86	\$10,519,853.68
<b>Total</b>		<b>Rp190,111,289,009.67</b>	<b>\$12,273,162.62</b>

Tabel 6. 5 Fixed capital investment (FCI)

No	Fixed Capital	Biaya (Rp)	Biaya, \$
1	<i>Direct Plant Cost</i>	Rp162,952,533,436.86	\$10,519,853.68
2	<i>Cotractor's fee</i>	Rp8,147,626,671.84	\$525,992.68
3	<i>Contingency</i>	Rp40,738,133,359.22	\$2,629,963.42
	<b>Total</b>	Rp211,838,293,467.92	\$13,675,809.78

b. *Working Capital Invetsment* (Modal Kerja)

Biaya yang diperlukan untuk menjalankan usaha atau modal untuk menjalankan operasi dari suatu pabrik selama waktu tertentu.

Tabel 6. 6 *Working capital investment (WCI)*

No	<i>Type of Expenses</i>	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Raw Material Inventory</i>	Rp7,690,377,290.15	\$496,473.68
2	<i>Inproses Onventory</i>	Rp5,673,215,392.78	\$366,250.19
3	<i>Product Inventory</i>	Rp7,942,501,549.89	\$512,750.26
4	<i>Extended Credit</i>	Rp14,081,818,181.82	\$909,090.91
5	<i>Available Cash</i>	Rp34,039,292,356.69	\$2,197,501.12
	<b>Working Capital (WC)</b>	<b>Rp69,427,204,771.33</b>	<b>\$4,482,066.16</b>

6.2.2 *Manufacturing Cost* (Biaya Produksi)

*Manufacturing Cost* merupakan jumlah *Direct*, *Indirect*, dan *Fixed Manufacturing Cost*, yang bersangkutan dalam pembuatan produk. Menurut Aries and Newton,1955 *Manufacturing Cost* meliputi:

a. *Direct Manufacturing Cost* (Biaya Produksi Langsung)

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

*Tabel 6. 7 Direct manufacturing cost (DMC)*

<b>No</b>	<b><i>Type of Expenses</i></b>	<b>Biaya (Rp)</b>	<b>Biaya (\$)</b>
1	<i>Raw Material</i>	Rp253,782,450,575.02	\$16,383,631.41
2	<i>Labor</i>	Rp14,424,000,000.00	\$931,181.41
3	<i>Supervision</i>	Rp3,606,000,000.00	\$232,795.35
4	<i>Maintenance</i>	Rp14,828,680,542.75	\$957,306.68
5	<i>Plant Supplies</i>	Rp2,224,302,081.41	\$143,596.00
6	<i>Royalty and Patents</i>	Rp4,647,000,000.00	\$1,200,000.00
7	<i>Utilities</i>	Rp5,251,153,377.58	\$339,002.80
<b><i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i></b>		<b>Rp298,763,586,576.77</b>	<b>\$20,187,513.66</b>

b. *Indirect Manufacturing Cost* (Biaya Produksi Tak Langsung)

*Indirect Cost* adalah pengeluaran-pengeluaran sebagai akibat tidak langsung operasi pabrik.

*Tabel 6. 8 Indirect manufacturing cost (IMC)*

<b>No</b>	<b><i>Type of Expenses</i></b>	<b>Biaya (Rp)</b>	<b>Biaya (\$)</b>
1	<i>Payroll Overhead</i>	Rp2,884,800,000.00	\$186,236.28
2	<i>Laboratory</i>	Rp2,884,800,000.00	\$186,236.28
3	<i>Plant Overhead</i>	Rp11,539,200,000.00	\$744,945.13
4	<i>Packaging and Shipping</i>	Rp23,235,000,000.00	\$1,500,000.00
<b><i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i></b>		<b>Rp40,543,800,000.00</b>	<b>\$2,617,417.69</b>

c. *Fixed Manufacturing Cost* (Biaya Produksi tetap)

*Fixed Cost* adalah biaya-biaya tertentu yang selalu dikeluarkan baik pada saat pabrik beroperasi maupun tidak atau pengeluaran yang bersifat tetap tidak bergantung waktu dan Tingkat produksi.

Tabel 6. 9 *Fixed manufacturing cost (FMC)*

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Depreciation</i>	Rp16,947,063,477.43	\$1,094,064.78
2	<i>Property taxes</i>	Rp2,118,382,934.68	\$136,758.10
3	<i>Insurance</i>	Rp2,118,382,934.68	\$136,758.10
<b><i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i></b>		<b>Rp21,183,829,346.79</b>	<b>\$1,367,580.98</b>

### 6.2.3 *General Expenses (Pengeluaran Umum)*

*General Expense* berupa pengeluaran umum meliputi pengeluaran-pengeluaran yang berkaitan dengan fungsi Perusahaan yang tidak termasuk *Manufacturing Cost Expense* meliputi :

a. *Administrasi (Administration)*

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

b. *Sales (Sales Expense)*

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

c. Riset (*Research*)

Penelitian diperlukan untuk menjaga mutu dan inovasi kedepan. Untuk industri kimia, dana riset sebesar 2,8% dari hasil penjualan.

Tabel 6. 10 General Expenses

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	Administration	Rp11,232,966,477.71	\$725,175.37
2	Sales Expense	Rp18,721,610,796.18	\$1,208,625.62
3	Research	Rp13,105,127,557.32	\$846,037.93
4	Finance	Rp5,625,309,964.79	\$363,157.52
<b>General Expenses(GE)</b>		<b>Rp48,685,014,795.99</b>	<b>\$3,142,996.44</b>

#### 6.2.4 Analisa Keuntungan

a. Keuntungan Sebelum Pajak

- Total Penjualan : Rp 464.700.000.000,00
- Total *Production Cost*: Rp 409.176.230.719,56
- Keuntungan : Total penjualan – total biaya produksi

: Rp 55.523.769.280,45

b. Keuntungan Setelah Pajak

- Pajak 20% dari keuntungan :  
Rp11.104.753.856,09
- Keuntungan setelah pajak : Keuntungan sebelum  
pajak – pajak  
:  
Rp44.419.015.424,36

### 6.2.5 Analisa Kelayakan

Analisa kelayakan digunakan untuk mengetahui keuntungan yang diperoleh tergolong besar atau tidak, sehingga dapat dikategorikan apakah pabrik tersebut potensial atau tidak secara ekonomi. Berikut beberapa cara yang digunakan untuk menyatakan kelayakan adalah :

1. *Percent Return On Investment ( ROI)*

*Return On Investment* adalah Tingkat keuntungan yang dapat dihasilkan dari Tingkat investasi yang dikeluarkan.

$$ROI_b = \frac{\textit{Profit before taxes}}{\textit{Fixed Capital}} \times 100\%$$

$$ROI_a = \frac{\textit{Profit after taxes}}{\textit{Fixed capital investment}} \times 100\%$$

$$\begin{aligned} ROI_b &= \text{ROI sebelum pajak} \\ &= 26,21\% \end{aligned}$$

$$ROI_a = \text{ROI setelah pajak}$$

$$= 20,97\%$$

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

*Pay Out Time* merupakan :

- Jumlah tahun yang telah berselang, sebelum didapatkan suatu penerimaan yang melebihi investasi awal atau jumlah tahun yang diperlukan untuk kembalinya *Capital Investment* dengan profit sebelum dikurangi depresi
- Waktu minimum teoritis yang dibutuhkan untuk pengembalian modal.. Tetap yang ditanamkan atas dasar keuntungan setiap tahun ditambah dengan penyusutan.
- Waktu pengembalian modal yang dihasilkan berdasarkan keuntungan yang diperoleh. Perhitungan ini diperlukan untuk mengetahui dalam berapa tahun investasi yang telah dilakukan akan Kembali.

$$\text{POT sebelum pajak} = \frac{\text{Fixed Capital Investment}}{(\text{Profit before taxes} + \text{Depresiasi})}$$

$$\text{POT setelah pajak} = \frac{\text{Fixed Capital Investment}}{\text{Profit after taxes} + \text{Depresiasi}}$$

Untuk industri kimia dengan high risk nilai POT maksimal 2 tahun dan low risk maksimal 5 tahun setelah pajak (Aries and Newton, 1955)

$POT_b = \text{POT sebelum pajak}$

$= 2,92 \text{ tahun}$

$POT_a = \text{POT setelah pajak}$

$= 3,45 \text{ tahun}$

### 3. *Break Event Point* (BEP)

*Break Even Point* merupakan titik impas produksi, yaitu suatu kondisi dimana pabrik tidak mendapatkan keuntungan maupun kerugian. Jadi dapat dikatakan bahwa perusahaan yang mencapai titik *break even point* ialah perusahaan yang telah memiliki kesetaraan antara modal yang dikeluarkan untuk proses produksi dengan pendapatan produk yang dihasilkan. Kapasitas produksi pada saat sales sama dengan *total cost*. Pabrik akan rugi jika beroperasi dibawa BEP dan akan untung jika beroperasi di atas BEP. Salah satu tujuan utama Perusahaan adalah mendapatkan keuntungan atau laba secara maksimal bisa dilakukan dengan beberapa Langkah sebagai berikut :

- a. Menekan sebisa mungkin biaya produksi atau biaya operasional sekecil-kecilnya tetapi tingkat harga, kualitas, maupun kuantitasnya tetap dipertahankan sebisanya.
- b. Penentuan harga jual sedemikian rupa menyesuaikan tingkat keuntungan yang diinginkan/dikehendaki.

- c. Volume kegiatan ditingkatkan dengan semaksimal mungkin.

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

Dimana :

Fa : *Annual Fixed Manufacturing Cost* pada produksi maksimum

Ra : *Annual Regulated Expense* pada produksi maksimum

Va : *Annual Variable Value* pada produksi maksimum

Sa : *Annual Sales Value* pada produksi maksimum

*Tabel 6. 11 Annual Fixed Manufacturing Cost (Fa)*

Depresiasi	=	Rp16,947,063,477.43	\$1,094,064.78
Proerty Taxes	=	Rp2,118,382,934.68	\$136,758.10
Asuransi	=	Rp2,118,382,934.68	\$136,758.10
<b>TOTAL Nilai Fa</b>	<b>=</b>	<b>Rp21,183,829,346.79</b>	<b>\$1,367,580.98</b>

*Tabel 6. 12 Annual Regulated Expenses Cost (Ra)*

Gaji Karyawan	=	Rp14,424,000,000.00	\$931,181.41
Payroll Overhead	=	Rp2,884,800,000.00	\$186,236.28
Supervision	=	Rp3,606,000,000.00	\$232,795.35
Plant Overhead	=	Rp11,539,200,000.00	\$744,945.13
Laboratory	=	Rp2,884,800,000.00	\$186,236.28
General Expense	=	Rp48,685,014,795.99	\$3,142,996.44
Maintenance	=	Rp14,828,680,542.75	\$957,306.68
Plant Supplies	=	Rp2,224,302,081.41	\$143,596.00
<b>TOTAL Nilai Ra</b>	<b>=</b>	<b>Rp101,076,797,420.16</b>	<b>\$6,525,293.57</b>

Raw Material	=	Rp253,782,450,575.02	\$16,383,631.41
Packaging and Shipping	=	Rp23,235,000,000.00	\$1,500,000.00
Utilities	=	Rp5,251,153,377.58	\$339,002.80
Royalty & Patent	=	Rp4,647,000,000.00	\$300,000.00
<b>TOTAL Nilai Va</b>	=	<b>Rp286,915,603,952.60</b>	<b>\$18,522,634.21</b>

Tabel 6. 13 Annual Variable Value Cost (Va)

Tabel 6. 14 Annual Sales Value Cost (Sa)

Annual Sales Value	=	Rp464,700,000,000.00	\$30,000,000.00
<b>TOTAL Nilai Sa</b>	=	<b>Rp464,700,000,000.00</b>	<b>\$30,000,000.00</b>

Nilai BEP pada pabrik kimia umumnya berada pada range 40% - 60%. Dengan menggunakan data yang sudah didapatkan pada tabel di atas, didapatkan nilai BEP sebesar :

$$\text{BEP} = 48,12\%$$

#### 4. Shut Down Point (SDP)

*Shutdown Down Point* merupakan :

- a. Suatu titik atau saat penentuan suatu aktivitas aktivitas produksi dihentikan. Penyebab antara lain *Variable Cost* yang terlalu tinggi, atau bisa juga karena keputusan manajemen akibat tidak ekonomisnya suatu aktivitas produksi ( tidak mau menghasilkan profit).
- b. 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.

- c. Level produksi Dimana biaya untuk melanjutkan operasi pabrik akan lebih mahal daripada biaya untuk menutup pabrik dan membayar *fixed cost*.
- d. Merupakan titik produksi dimana pabrik mengalami kebangkrutan sehingga pabrik harus berhenti atau tutup.

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

$$SDP = 28,33 \%$$

#### 5. *Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFR)*

*Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFR)* merupakan :

- a. 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.
- b. Laju bunga maksimal dimana suatu proyek dapat membayar pinjaman beserta bunganya kepada bank selama umur pabrik.
- c. Merupakan besarnya perkiraan keuntungan yang diperoleh setiap tahun, didasarkan atas investasi yang tidak Kembali pada setiap tahun selama umur pabrik.

Berikut adalah persamaan yang digunakan dalam penentuan :

$$(FC + WC)(1 + i)^n - SV - WC$$

$$= CF[(1 + i)^{n-1} + (1 + i)^{n-2} + \dots + (1 + i) + 1]$$

Dimana :

n = Umur pabrik = 10 tahun

FCI = Rp211.838.293.467,92

WC = Rp69,427,204,771.33

SV = Rp21,183,829,346.79

i = Interest/DCFR = 0,2329

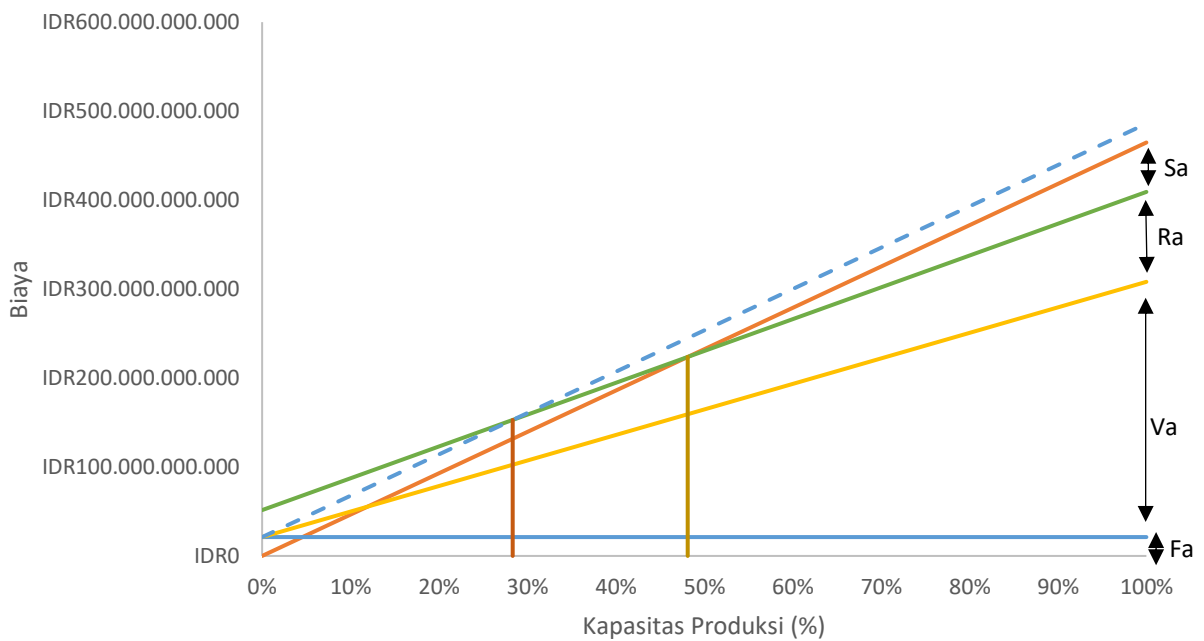
Dari trial & error, diperoleh nilai DCFR = 23,29% dengan minimum nilai DCFR = 9,38%

**Kesimpulan : Memenuhi syarat**

Suku bunga bank Indonesia 2028 = 1,5% x 6,25%  
= 9,38%

(Didasarkan pada suku bunga acuan bank saat ini = 6,25%)

Dengan Analisa ekonomi, didapatkan grafik evaluasi ekonomi sebagai berikut :



Gambar 6. 2 Grafik Evaluasi Ekonomi

Grafik BEP digunakan untuk mengetahui beberapa total kapasitas yang harus di produksi dari kapasitas keseluruhan pabrik, dimana pabrik dalam kondisi untung dan tidak rugi atau dalam kata lain modal Kembali. Sementara jika pabrik telah memproduksi produk dengan kapasitas produksi diatas titik BEP, pabrik akan disebut menguntungkan. Tetapi sebaliknya, jika pabrik memproduksi kurang dari titik BEP, maka dapat dikatakan pabrik mengalami kerugian. SDP adalah titik atau batas yang mengharuskan pabrik untuk ditutup karena mengalami kerugian yang besar.

Pabrik *Metil Akrilat* dari *Asam Akrilat* dan *Metanol* dengan kapasitas 20.000 ton/tahun digolongkan sebagai pabrik beresiko rendah karena tekanan operasi rendah yaitu (<10atm) suhu operasi umumnya sedang yaitu (<1000K), bahan yang digunakan juga umumnya mudah ditangani dan bukan merupakan bahan yang dilarang oleh pemerintah.

## **BAB VII**

### **PENUTUP**

#### **7.1. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil dari perhitungan pra rancangan pabrik *Methyl Acrylate* dengan kapasitas 20.000 ton/tahun baik ditinjau secara teknis maupun ekonomi, maka dapat diambil kesimpulan bahwa :

- a. Pendirian pabrik *Methyl Acrylate* dengan kapasitas 20.000 ton/tahun memiliki tujuan untuk memenuhi kebutuhan methyl acrylate dalam negeri dan mengurangi ketergantungan impor serta dapat membuka lapangan pekerjaan dan meningkatkan pertumbuhan ekonomi.
- b. Pabrik *Methyl Acrylate* ini berbentuk Perseroan Terbatas (PT) yang didirikan di daerah Cilegon, Banten dengan luas tanah 14.267 m<sup>2</sup> dengan jumlah karyawan 169 orang.
- c. Dari segi evaluasi ekonomi serta analisi kelayakan, pabrik ini cukup menari dan layak untuk didirakan dengan beberapa parameter kelayakan sebagai berikut ini:
  - 1) Return Out Time (ROI)
    - a. ROI sebelum pajak = 26,21%
    - b. ROI setelah pajak = 20,97%
  - 2) Pay Out Time (POT)
    - a. POT sebelum pajak = 2,92 tahun
    - b. POT setelah pajak = 3,45 tahun

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

3) *Break Even Point* (BEP)

Nilai BEP untuk pabrik *Methyl Acrylate* adalah 48,12%. Nilai BEP untuk pabrik pada umumnya berada pada rentang 40% - 60%.

4) Shut Down Point (SDP) = 28,33%

5) *Discounted Cash Flow Rate* (DCFR) = 23,29%

- d. Hasil keseluruhan tinjauan yang dilakukan mulai dari tersedianya bahan baku, kondisi operasi proses dan hasil evaluasi ekonomi dapat disimpulkan bawah Pabrik *Methyl Acrylate* dengan kapasitas 20.000 ton/tahun layak untuk didirikan.

## 7.2. Saran

Perancangan suatu pabrik kimia diperlukan pemahaman konsep dasar yang dapat meningkatkan kelayakan pabrik untuk didirikan diantaranya sebagai berikut :

- a. Perlu dilakukan optimasi pemilihan alat utama maupun alat penunjang serta bahan baku sehingga mengoptimalkan keuntungan yang di dapatkan.
- b. Dalam perancangan pabrik kimia diperlukan adanya pengetahuan dan pemahaman yang didukung dengan adanya referensi dan pranalar lain yang berhubungan dengan konsep dasar pendirian suatu pabrik serta mempelajari lebih dalam terkait seluruh konsep dasar tersebut. Harapannya akan menjadikan produk ini dapat direalisasikan sebagai sarana untuk kebutuhan

dalam negeri dan ekspor keluar negeri dimasa mendatang yang jumlahnya semakin meningkat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aries, R.S., and Newton, R.D., "*Chemical Engineering Cost Estimation*", McGraw Hill Handbook Co., Inc., New York, 1955.
- Biro Pusat Statistik, 2018-2023, "*Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia*", Indonesia foreign, Trade Statistic Impor, 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.](http://google.com/patent), Diakses tanggal 9 maret 2024.
- 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 Wiley and Sons, Inc., New York, 1972.
- Ludwig, E.E., "Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plants", Gulf Publishing, Co., Houston, 1964.
- McCabe, Smith, J.C., and Harriot, "Unit Operation of Chemical Engineering", 4th ed., Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York, 1985.
- Ohri, T., Yasuhito, Yukinaga, Michio and Tsunejiro, K., "Process for Continuously Synthesizing Acrylic Acid Ester", Osaka, 1975,  
<http://google.com/patent.>, Diakses tanggal 19 Maret 2024.
- 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](https://en.wikipedia.org/wiki/Methyl_acrylate#cite_note-8), Diakses tanggal 20 Juli 2024.

<http://www.matche.com/equipcost/EquipmentIndex.html>, Diakses tanggal 16 Agustus 2024.

**LAMPIRAN A**

**PERANCANGAN REAKTOR**

## LAMPIRAN A

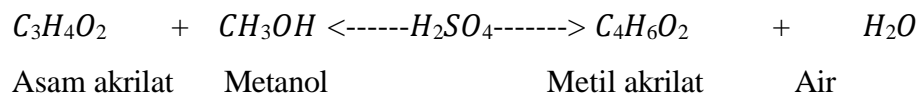
### REAKTOR

#### 3.1 Fungsi :

Tempat berlangsungnya reaksi esterifikasi antara asam akrilat ( $C_3H_4O_2$ ) sebanyak 2420,1555 Kg/jam dan metanol ( $CH_3OH$ ) sebanyak 2132,9362 Kg/jam membentuk metil akrilat ( $C_4H_6O_2$ ) sebanyak 2575,65047 Kg/jam dengan bantuan katalisator asam sulfat ( $H_2SO_4$ ).

#### 3.2 Reaksi yang terjadi :

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



#### 3.3 Kondisi Operasi :

- Temperature = 80°C
- Tekanan = 2 atm

#### 3.4 Reaktor yang digunakan :

Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (*RATB*). Reaktor dilengkapi dengan jaket Pendingin untuk mempertahankan suhu selama reaksi.

### 3.5 Asumsi :

1. Pengadukan sempurna sehingga komposisi zat yang keluar reaktor sama dengan komposisi zat di dalam reaktor.
2. Reaksi berlangsung *eksoterm*.

### 3.6 Konstanta kesetimbangan

$$K = k_1 \frac{[C_3H_4O_2][H_2O]}{k_2 [C_4H_6O_2][CH_3OH]}$$

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 mol metanol dengan asam akrilat 2:1
2. Karena reaksi diatas melepas panas (eksoterm) diusahakan umpan masuk pada suhu reaksi dan reaktor lalu suhu dijaga selama proses dengan jaket pendingin.

### 3.7 Umpan reaktor

1. Asam akrilat ( $C_3H_4O_2$ )

yang digunakan sebagai umpan segar adalah larutan dengan komposisi 99% berat asam akrilat dan 1%  $H_2O$ .

2. Metanol

Metanol yang digunakan sebagai umpan segar adalah larutan metanol dengan komposisi 99,85% berat metanol dan 0,15% 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 MA 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-01.

### 3.8 Komposisi Umpan Masuk Reaktor

Tabel 1. Umpan Masuk Reaktor

Komponen	Massa, Kg/jam	Fraksi, Xi
H <sub>2</sub> O	38,2672	0,008
C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	2359,9539	0,4775
CH <sub>3</sub> OH	2129,7368	0,4244
C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	0	0
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	452,1531	0,0901
Total	5014,4725	1

### 3.9 Komposisi Umpan Keluar Reaktor

Tabel 1. Umpan Keluar Reaktor

Komponen	Massa, Kg/jam	Fraksi, Xi
H <sub>2</sub> O	575,7182	0,1148
C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	239,5953926	0,0478
CH <sub>3</sub> OH	1171,355253	0,2336
C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	2575,1531381	0,5136
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	452,1531381	0,0902
Total	5014,4725	1

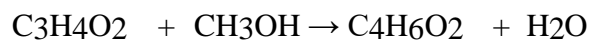
### 3.10 Sifat Fisis Umpan Reaktor

Tabel 2. Sifat Fisis Umpan

Komponen	Flow, Kg/j	Fraaksi, Xi	p (Kg/m <sup>3</sup> )	x.p (Kg/m <sup>3</sup> )
H <sub>2</sub> O	38,2672	0,008	975,4937835	7,4389
C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	2359,9539	0,4775	981,8772817	468,8085
CH <sub>3</sub> OH	2129,7368	0,4244	735,1140262	311,9898
C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	0,0000	0	877,5184748	0
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	452,1531	0,0901	1764,498936	158,9889
Total	5014,4725	1		947,5757

### 3.11 Menentukan Harga Konstanta Kecepatan Reaksi ( k )

Reaksi :



Data:            (A)            (B)            (C)            (D)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$A = 1$$

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

$$B = -1$$

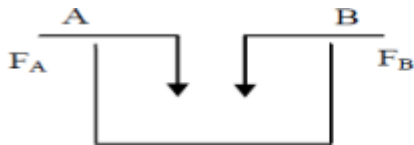
$$\text{Maka : } \frac{1}{(1 - X_A)(2 - X_A)} = \frac{1}{(1 - X_A)} + \frac{1}{(2 - X_A)} = \frac{1}{(1 - X_A)} - \frac{1}{(2 - X_A)}$$

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

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

### 3.12 Mencari harga CA0

Basis : 1 ml volume reaktor



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

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

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

$$\frac{FMA}{Mr A} = \frac{1}{2} \times \frac{FMB}{Mr B}$$

$$FMB = \frac{Mr B}{Mr A} \times 2 \times FMA$$

$$= 0,8889 FMA$$

$$= \frac{32}{72} \times 2 \times FMA$$

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

$$1 \text{ kg} = \frac{FMA}{981.8773} + \frac{0.888889 FMA}{734.8949}$$

$$FMA = 0,002227642$$

$$FMA = 448,905$$

$$C_{A0} = \frac{FMA}{Mr A} =$$

$$= 6,2438 \text{ gmol/ml}$$

Dari pers.(1):

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

$$-\ln(1 - 0.9) + \ln(2 - 0.9) - (-\ln(1 - 0) + \ln(2 - 0)) = k \times C_{A0} \times t$$

$$k = 16,4081 \text{ m}^3/\text{kmol.jam}$$

### 3.13 Mengecek Konversi yang digunakan untuk Satu RATB

Neraca bahan dalam reaktor pada steady state:

$$(\text{Rate of input}) - (\text{Rate of output}) - (\text{Rate of reaction}) = 0$$

$$V_n = \frac{Fv(X_n - X_{n-1})}{k(1 - X_n)}$$

### 3.14 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.

Volume masing-masing reaktor untuk n buah RATB :

$$V_n = \frac{Fv(X_n - X_{n-1})}{k(1 - X_n)}$$

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

$$X_{n-1} = X_n - \frac{V_n \cdot K \cdot (1 - X_n)}{Fv}$$

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 :

- $n = 1$  buah
- $V \text{ gallon} = 2887,1604$
- $\text{Total harga} = 217700$

Tabel 4. Optimasi Jumlah Reaktor

n	V (gallon)	Harga (\$)	Harga Total (\$)
1	2887,1604	217700	217700
2	693,8221	114900	229800
3	370,3436	86700	260100
4	249,6842	72600	290400
5	187,6561	63900	319500

### 3.15 Neraca Massa Reaktor

Tabel 5. Neraca Massa Reaktor 1

Komponen	Masuk	Keluar
	Kg/jam	Kg/Jam
C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	38,2672	575,7182
CH <sub>3</sub> OH	2359,9539	239,5953926
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	2129,7368	1171,355253
H <sub>2</sub> O	0	2575,1531381
C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	452,1531	452,1531381
Total	5014,4725	5014,4725

## MECHANICAL DESAIN REAKTOR

### 3.16 Menghitung Kecepatan Volumetrik Umpan Total Reaktor-01

$$\sum \frac{F_i}{P_i}$$
$$\sum \frac{5014,472 \text{ kg/jam}}{950,467 \text{ m}^3/\text{jam}}$$
$$= 10,7811 \text{ m}^3/\text{j}$$

### 3.17 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
- B. kecil Torispherical flanged and dished head  
Digunakan untuk tangki dengan tekanan sampai 15 bar
- C. Elliptical flanged and dished head

#### 1. Menghitung Volume Cairan dalam Reaktor

Dari persamaan neraca massa komponen di reaktor, diperoleh persamaan :

$$V_{\text{cairan}} = V_{\text{shell}} - V_{\text{bottom}}$$

$$V_{\text{cairan}} = 10,4260 \text{ m}^3$$

#### 2. Dimensi Reaktor

Jenis reaktor = silinder tegak dengan atap dan dasar berbentuk torispherical dished head

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

Alasan :  $P_{\text{operasi}} < 200 \text{ psi}$  (Brownell and Young, 1959)

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

Over design: 20%

$$V_{\text{reaktor}} = 13,6239 \text{ m}^3$$

P operasi = 2 atm

Untuk head jenis torispherical memiliki persamaan:

$$V_{\text{dish}} = 0,000049D^3$$

$$V_{\text{reaktor}} = V_{\text{shell}} + 2V_{\text{head}}$$

Dirancang:

$$V_{\text{over design}} = D^3 \cdot \frac{1,5}{4} \pi$$

$$463,1492 \text{ ft}^3 = D^3 \times 1,1775$$

$$D^3 = 393,3326 \text{ ft}^3$$

$$D = 7,3269 \text{ ft}$$

a) Menentukan tinggi cairan dalam reaktor

$$V_{\text{dish}} = 0,000049D^3$$

$$V_{\text{dish}} = 0,0192733 \text{ ft}^3$$

$$V_h = V_{\text{dish}} + V_{\text{sf}}$$

$$V_h = 0,2545 \text{ m}^3$$

Volume cairan dalam silinder ( $V_s$ ) yaitu:

$$V_s = V_{\text{CAIRAN}} - V_h - V_{\text{SF}}$$

$$V_s = 10,4260 \text{ m}^3$$

b) Menentukan tebal dinding reaktor

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

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

Allowable stress (f) = 18750 psi

Efisiensi pengelasan (E) = 80% (single welded butt joint with backing strip)

Corrosion allowance (C) = 0,125 in

Jari-jari reaktor (ri) = 43,9613 in

Tekanan (P) = 19,2108 psia

$ts = 0,181345408$  in

maka digunakan tebal shell standar adalah 0,25

(tabel 5.7 Brownell & young, hal.90)

ID shell = 87,9227 in

OD shell = ID + 2 ts

= 88,42274519 in

Dicari ukuran OD standart pada tabel 5.7 Brownell hal: 90

OD = 114 in

c) Menentukan tebal head

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

- $r = 108$  in
- $lcr = 6,785$  in
- OD = 114 in

(persamaan 7.77 Brownell and Young, 1959 hal: 138)

$w = 1,74086$  in

Menghitung tebal head yaitu

$th = 0,1740$  in

Dari tabel 5.6 Brownell & Young (hal.88), untuk th standar 0,25 in

d) Menghitung tinggi tutup reaktor

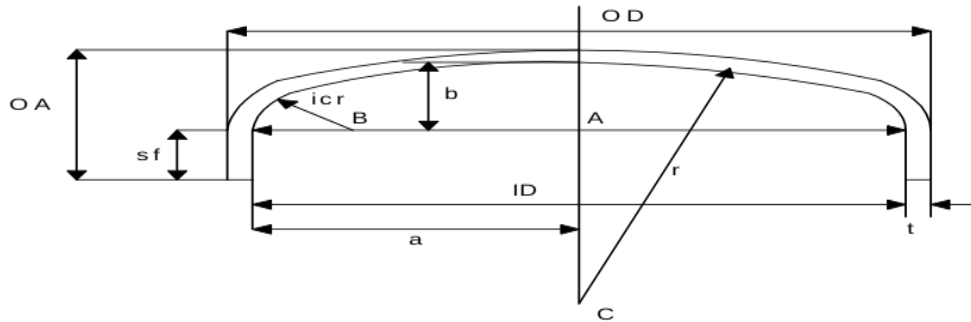


Table 5.8 page 93, Brownell & Young diperoleh data sebagai berikut :

- maka digunakan  $sf : 2,5 \text{ in}$
- $ID = OD - 2ts$   
 $ID = 113,5 \text{ in}$
- $BC = r - icr$  (Brownell and Young, 1959)  
 $BC = 101,125 \text{ in}$

- $a = 56,75 \text{ in}$
- $AB = a - icr$   
 $AB = 49,875 \text{ in}$
- $AC =$   
 $AC = 87,9702 \text{ in}$
- $b = r - AC$   
 $b = 20,0298 \text{ in}$
- $h_{\text{head}} = sf + b + t$   $h_{\text{head}} = 22,7798 \text{ in}$

$$h_{\text{Reaktor}} = 2 h_{\text{Head}} + h_{\text{Shell}}$$

- $h_{\text{reaktor}} = 4,50707 \text{ m}$

### 3. Perancangan pengadukan

Tabel 7. Data viskositas umpan reaktor

komponen	kg/jam	Xi (fraksi massa)	$\mu$	$x\mu$
H <sub>2</sub> O	38,2672	0,008	0,3516	0,0027
C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	2359,9539	0,4775	0,4793	0,2289
CH <sub>3</sub> OH	2129,7368	0,4244	0,2913	0,1236
C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	0	0	0,2501	0,0000
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	452,1531	0,0901	5,6931	0,5130
NaOH	0	1	334,4438	0,0000
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0		0,0001	0,0000
total	5014,4725		341,5093	0,8682

maka diperoleh *viskositas* campuran = 0,8682 cp = 0,000583 lb/ft.s

Pengaduk yang dipakai jenis *flat six 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

Dari Brown, 1978 page 507 diperoleh data:

- $D_t/D_i = 3$
- $Z_i/D_i = 3,9$
- $Z_i/D_i = 1,30$
- $w_b/D_i = 0,17$
- $L/D_i = 0,25$
- $D_t = 87,9227$  in

Ket :

Di = diameter pengaduk  
Dt = diameter dalam reaktor  
ZL = tinggi cairan dalam reaktor  
wb = lebar baffle  
Zi = jarak pengaduk dari dasar tangki  
L = lebar pengaduk

Maka diperoleh :

Diameter Pengaduk (Di) = 0,74441 m  
Tinggi Pengaduk (Zl) = 2,9032 m  
jarak pengaduk dari dasar tangki (Zi) = 0,9677 m  
lebar baffle (Wb) = 0,1265 m  
Lebar Pengaduk (L) = 0,18610 m

### 3.18 Menghitung jumlah impeler

WELH (Water Equivalent Liquid High)

$$WELH = h_{\text{Cairan}} \cdot sg$$

$$sg = \frac{\rho_{\text{Cairan}}}{\rho_{\text{Air}}}$$

- $sg = 0,971 \text{ kg/m}^3$
- $WELH = 3,253 \text{ m}$

$$\Sigma_{\text{Impeller}} = \frac{WELH}{D}$$

- $\Sigma \text{ Impeller} = 1,457$

Maka jumlah pengaduk adalah 1buah

### 3.19 Kecepatan Putaran dan Power Pengaduk

$$\frac{WELH}{2 DI} = \left( \frac{\pi DI N}{600} \right)^2$$

$$N = \frac{600}{\pi DI} \sqrt{\frac{WELH}{2 DI}}$$

Dimana : DI = Diameter pengaduk

Sehingga : N = 115,655 rpm

1,928 rps

Jenis motor : dipilih tipe fixed speed belt (paling ekonomis, mudah dalam pemasangan dan perbaikan)

Kecepatan standar pengaduk = 100 rpm

= 2,083 rps

### Menghitung Power Pengaduk

$$Re = \frac{\rho \times N \times D_I^2}{\mu}$$

Dimana :

- $\rho = 947,5757$
- $\mu = 0,8682$
- $Di = 0,7444 \text{ m}$
- $N = 125,000 \text{ rpm}$

$Re = 75599.8941$

dengan menggunakan fig 477 G.G Brown page 507, 1978 diperoleh  $N_p = 7$

$$P_a = N_p \times \rho \times N_i^3 \times D_i^5$$

Dimana :

- $N_p = 7$
- $\rho = 947,5757 \text{ kg/m}^3$
- $Di = 0,7444 \text{ m}$
- $N_i = 2,0833 \text{ rps}$

Maka  $P_a = 18,3864 \text{ Hp}$

Daya motor , efisiensi motor adalah 85% (figur 14.38 peters hal 521)

sehingga  $P = 30,7935 / 85\% = 21,6311 \text{ Hp}$

dipilih power standar  $P = 40 \text{ Hp}$  (standard NEMA, Rase & Barrow, 1957, p.358)

## NERACA PANAS REAKTOR

Tabel 8. Data kapasitas panas cairan

komponen	A	B	C	D
H <sub>2</sub> O	92,053	-3,9953E-02	-2,1103E-04	5,3469E-07
C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	-18,242	1,2106E+00	-3,1160E-03	3,1409E-06
CH <sub>3</sub> OH	40,152	3,1046E-01	-1,0291E-03	1,4598E-06
C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	54,109	8,0399E-01	-2,5149E-03	3,3155E-06
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	26,004	7,0337E-01	-1,3856E-03	1,0342E-06
NaOH	87,639	-4,8368E-04	-4,5423E-06	1,1863E-09
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	233,515	-9,5276E-03	-3,4665E-05	1,5771E-08

## 1. Panas Masuk

Tabel 9. Panas masuk

NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1	H <sub>2</sub> O	18	38,26718104	2,125954502	4,1364E+03	8793,737072
2	C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	72	2395,953926	33,27713786	8470,111093	281861,0545
3	CH <sub>3</sub> OH	32	2129,736823	66,55427572	4544,811912	302476,6651
4	C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	86	1,999255855	0,023247161	9015,057197	209,574487
5	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	98	452,1531381	4,613807532	7905,55886	36474,72701
TOTAL			5018,110324	106,5944228		629815,7582

$$Q = 629815,7582 \text{ Kj/jam}$$

## 2. Panas Reaksi

Tabel 10. Panas Reaksi

Komponen	$\Delta H_f$	n	n. $\Delta H_f$
	kj/kmol	(kmol/jam)	kj/jam
C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	11129	29,94942408	333307,1405
CH <sub>3</sub> OH	3205	29,94942408	95987,90416
C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	11129	29,94942408	333307,1405
H <sub>2</sub> O	6002	29,94942408	179756,4433

$\Delta H_f$  yang dipakai adalah data enthalpy of fusion dr buku yaws

$$n. \Delta H_f = \Delta H_{Produk} - \Delta H_{reaktan}$$

$$n.\Delta H_f = 83768,53914 \text{ Kj/Jam}$$

$$\Delta H_R = n.\Delta H_f + Q_{output} + Q_{input}$$

$$\Delta H_R = 83768,53914 \text{ Kj/Jam}$$

karena  $\Delta H_R$  negatif (+), maka eksoterm dan butuh jaket pendingin

Masuk	kj/jam	Keluar	kj/jam
$\Delta H_{in}$	629815,7582	$\Delta H_{out}$	633904,0175
pendingin	91945,05763	$\Delta H_R$	87856,79838
Total	721760,8158	Total	721760,8158

$$Q_{pendingin} = 174720,1878 \text{ Kj/Jam}$$

$$= 165634,7381 \text{ btu/jam}$$

### 3.20 Menentukan Kebutuhan Pendingin

Media pendingin yang digunakan adalah cooling water dengan suhu masuk ( $T_{in} = 30\text{ C}$ ) dan Suhu Keluar ( $T_{out} = 45$ )

- $C_p$  air pada  $30\text{C} = 4,1915\text{ KJ/kgK}$
- $C_p$  air pada  $45\text{C} = 4,2020\text{ KJ/kgK}$

$$\Delta H = C_p \cdot \Delta T$$

Sehingga  $\Delta H = 63,0825\text{ KJ/kg}$

Maka kebutuhan air pendingin :

$$Q = m C_p \Delta T$$

$$m = \frac{Q}{\Delta H}$$

$$\begin{aligned} m &= 1457,53668\text{ Kg/jam} \\ &= 3213,285365\text{ lb/jam} \end{aligned}$$

## Suhu LMTD

Komponen`	C	K	F
Suhu fluida panas masuk reaktor	80	353,15	176
Suhu fluida panas keluar reaktor	80	353,15	176
Suhu fluida dingin masuk	30	303,15	86
Suhu fluida dingin keluar	45	318,15	113

NO	Fluida Panas F	Fluida Dingin F	Delta T, F
1	176	113	63
2	176	86	90

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

$$\Delta T_{LMTD} = 75,669 \text{ } ^\circ\text{F}$$

### 3.2/Menghitung Luas Transfer Panas

Nilai UD untuk Medium organics (hot) dan water (cold) sebesar 50-125 Btu/ft<sup>2</sup>.F jam

$$A = \frac{Q}{U_D \Delta T_{LMTD}}$$

Diambil : UD = 70 Btu/ft<sup>2</sup>.°F.jam

$$Q_p = 91945,0576 \text{ Kj/jam} = 87163,9146 \text{ btu/jam}$$

$$A = 16,4493 \text{ ft}^2 = 1,5281 \text{ m}^2$$

### 3.22 Perancangan jaket Pendingin

komponen	B M	kg/jam	kmol/jam	Xi (fraksi massa)	f° reaktor (kg/m <sup>3</sup> )	μ reaktor(C p)	f camp	μ camp(Cp)
H <sub>2</sub> O	18	38,2672	2,1260	0,0076	975,4938	0,3516	7,4389	0,0027
C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	72	2395,953	67,79645 7	0,4775	981,8773	0,4793	468,80	0,2289
CH <sub>3</sub> OH	32	2129,736	135,5929 1	0,4244	735,1140	0,2913	311,98	0,1236
C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	86	1,9993	0	0,0004	877,5185	0,2501	0,3496	0,0001
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	98	452,1531	9,399841	0,0901	1764,4989	5,6931	158,98	0,5130
NaOH	40	0,0000	0	0,0000	1887,4613	334,4438	0,0000	0,0000
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	14 2	0,0000	0	0,0000	2449,4497	0,0001	0,0000	0,0000
total	0	10216,12 7	216,9350 1	1	9671,413542	341,5093	947,59	0,868639

Menghitung Konduktivitas termal

- Konduktivitas termal Organik

$$\log_{10} k = A + B \left[ 1 - \frac{T}{C} \right]^2$$

$$T = 80 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$= 353,15 \text{ k}$$

Komponen	A	B	C	log 10 k	k (W/m.K)	k (Btu/ft.hr.°F)
C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	-1,6101	0,9742	615,0000	-0,779	0,166	0,096
CH <sub>3</sub> OH	-1,1793	0,6191	512,5800	-0,623	0,238	0,138
C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	-1,5867	0,9925	536,0000	-0,706	0,197	0,114

(Carl L Yaws, 1999)

- Konduktivitas termal in organik

$$k = A + BT + CT^2$$

$$T = 80 \text{ C}$$

$$= 353,15 \text{ K}$$

Komponen	A	B	C	k (W/m.K)	k (Btu/ft.hr.°F)
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,1553	0,0010699	-0,00000129	0,373	0,215
H <sub>2</sub> O	-0,2758	0,0046	-0,000005539	0,662	0,383

(Carl L

Yaws,1999)

Komponen	kg/jam	Fraksi Massa	k (Btu/ft.hr.°F)	k.x
H <sub>2</sub> O	38,267	0,008	0,383	0,003
C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	2395,954	0,477	0,096	0,046
CH <sub>3</sub> OH	2129,737	0,424	0,138	0,058
C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	1,999	0,000	0,114	0,000
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	452,153	0,090	0,215	0,019
	5018,110	1,000	0,946	0,127

### 3.23 Menghitung Dimensi Pendingin Reaktor (Jaket)

Data - data yang diketahui :

- Rotasi pengaduk (N) = 125 rpm
- Densitas ( $\rho$ ) = 947,595 kg/m<sup>3</sup> = 58,893 lb/ft<sup>3</sup>
- Viskositas ( $\mu$ L) = 0,869 cP = 2,101 lb/ft.jam
- konduktivitas termal (k) = 0,127 Btu/ft.hr.°F
- Panas spesifik (C) = 1 Btu/lb.°F
- Diameter reaktor, Dt = 2,233 m
- Diameter impeler, L = 0,744 m

### 3.24 Menghitung Tinggi Jaket

luas perpindahan panas =  $3.14 \times ID \times H_j + 0.25 \times 3.14 \times ID^2 H_j = 3,2032 \text{ m}$

### 3.25 Menghitung Lebar Jaket (Lj)

- kebutuhan air = 2769,709 Kg/jam
- $\rho$  air pendingin = 1000 Kg/jam

### 3.26 Menghitung Tebal Jaket (Tj)

$$t_j = \left( \frac{P \cdot R_i}{f \cdot E - 0.2P} \right) + C$$

Keterangan :

- $t_j$  = tebal jaket
- r = jari-jari jaket
- E = efisiensi pengelasan
- C = faktor korosi
- F = tegangan yang diijinkan
- P = tekanan design

Untuk bahan jaket dipilih bahan : SA 285 grade B

- $R_i = 56,1325 \text{ in}$
- P = 14,7 psi
- E = 0,8
- F = 12500 psi

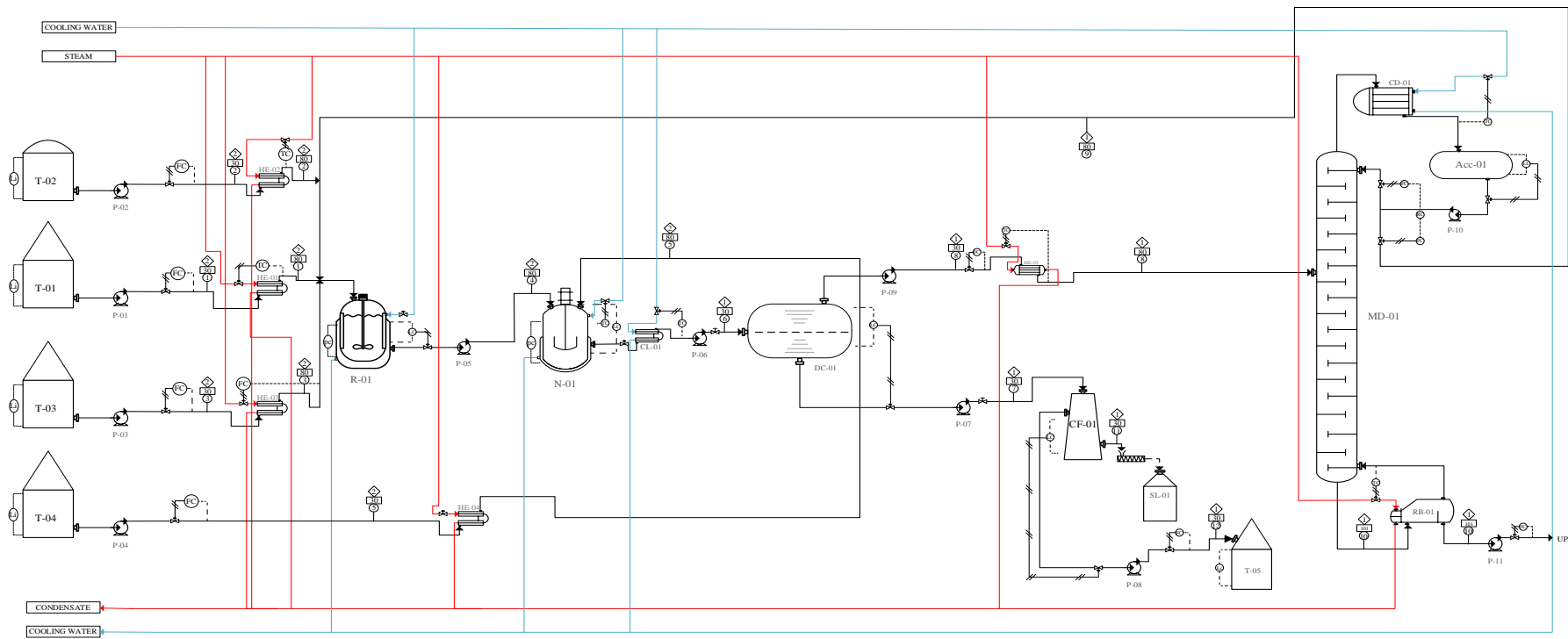
- $C = 0,125$

Maka :  $t_j = 0,2075$  in

digunakan tebal standart =  $0,25$  in

**LAMPIRAN B**  
***PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM (PEFD)***

**PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM**  
**PRARANCANGAN PABRIK METIL AKRILAT DARI METANOL DAN ASAM AKRILAT**  
**MENGGUNAKAN KATALIS HOMOGEN ASAM SULFAT KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN**



Komponen	Arus(kg /jam)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	2359,95			239,59		239,59		239,59		239,59		
CH <sub>3</sub> OH		2129,73		1171,35		1171,35		1171,35	1171,23	0,11		
C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>				2575,65		2575,65	2573,65	1,99	1,99	0,0004	64,34	2509,3
H <sub>2</sub> O	24,2	3,19	9,22	575,71	369,1	1110,91		1110,91	1,63	1109,28		
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>			452,15	452,15								
NaOH					369,1							
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>						655,16	637,71	17,44		17,44	621,77	15,94
<b>Total</b>	<b>2384,15</b>	<b>2132,92</b>	<b>461,37</b>	<b>5014,45</b>	<b>738,2</b>	<b>5752,66</b>	<b>3211,36</b>	<b>2541,28</b>	<b>1174,85</b>	<b>1366,42</b>	<b>686,11</b>	<b>2525,24</b>

Keterangan Alat	
T	Tangki
SL	Silo
R	Reaktor
N	Netralizer
MD	Menara Distilasi
CF	Centrifuge
P	Pompa
HE	Heat Exchanger
CL	Cooler
CD	Condensor
SC	Screw Conveyor
ACC	Accumulator

Instrumen Kontrol	
TC	Temperatur Control
LC	Level Control
FC	Flow Control
RC	Ratio Control
Keterangan Instrumen Simbol	
	Tekanan (atm)
	Temperature (°C)
	Nomor Arus
	Control Valve
	Sinyal Pneumatic
	Sinyal Elektrik
	Piping



**JURUSAN TEKNIK KIMIA**  
**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
**2024**







*PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM*  
**PRARANCANGAN PABRIK KIMIA METHYL**  
**ACRYLATE DARI METHANOL DAN ACRYLATE ACID**  
**MENGGUNAKAN KATALIS HOMOGEN SULFURIC**  
**ACID KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN**  
**DISIJUN OLEH :**



**Declalove Caesa Depasa (19521139)**  
**Dzulham Lour Mokobombang (19521172)**  
**DOSEN PEMBIMBING :**  
**Ajeng Yulianti Dwi Lestari, S.T., M.T.**

**LAMPIRAN C**  
**KARTU KONSULTASI BIMBINGAN**  
**PRARANCANGAN PABRIK**

### KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRA RANCANGAN PABRIK

Nama Mahasiswa 1 : **DECLALOVE CAESA DEPASA**  
No. Mahasiswa 1 : **19521139**  
Nama Mahasiswa 2 : **DZULHAM LOUR MOKOBOMBANG**  
No. Mahasiswa 2 : **19521172**  
Judul Pra rancangan Pabrik :  
**“ PRA RANCANGAN PABRIK METHYL ACRYLATE DARI  
METHANOL DAN ACRYLATE ACID MENGGUNAKAN KATALIS  
HOMOGEN SULFURIC ACID KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN “.**  
Mulai Masa Bimbingan : 14 MARET 2024  
Selesai Masa Bimbingan : 13 SEPTEMBER 2024

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1.	19 MARET 2024	Penentuan kapasitas dan kinetika reaksi	
2.	23 APRIL 2024	Penentuan kapasitas dan bahan baku	
3.	01 MEI 2024	Penentuan Diagram Alir Kualitatif	
4.	08 MEI 2024	Neraca Massa	
5.	22 MEI 2024	Penentuan Alat - Alat Proses	
6.	6 JUNI 2024	Penentuan Alat - Alat Penukar Panas	

7.	20 JUNI 2024	Penentuan Unit Utilitas	
8.	18 JUNI 2024	Penentuan Evaluasi Ekonomi	

Disetujui Draft Penulisan :  
Yogyakarta, 3 Agustus 2024  
Pembimbing,



(Ajeng Yulianti Dwi Lestari, S.T., M.T.)

NIK. 155211305

**Catatan:**

- Kartu Konsultasi Bimbingan dilampirkan pada Laporan Pra Rancangan Pabrik
- Kartu Konsultasi Bimbingan dapat difotocopy