

**PRA RANCANGAN PABRIK METIL AKRILAT DARI ASAM AKRILAT  
DAN METANOL DENGAN PROSES ESTERIFIKASI KAPASITAS 70.000  
TON/TAHUN**

**PRA RANCANGAN PABRIK**

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



Oleh :

Nama : Ega Dwi Ayunda

Nama : Hanifa Haifal Ilmi

No. Mhs : 17521062

No.Mhs 17521101

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

2021

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL

PRA RANCANGAN PABRIK METIL AKRILAT DARI ASAM AKRILAT  
DAN METANOL DENGAN PROSES ESTERIFIKASI KAPASITAS 70.000  
TON/TAHUN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama	: Ega Dwi Ayunda	Nama	: Hanifa Haifal Ilmi
No. Mhs	: 17521062	No.Mhs	: 17521101

Yogyakarta, 02 Agustus 2021

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.



Ega Dwi Ayunda



Hanifa Haifal Ilmi

**LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING**

PRA RANCANGAN PABRIK METIL AKRILAT DARI ASAM AKRILAT DAN  
METANOL DENGAN PROSES ESTERIFIKASI KAPASITAS 70.000 TON/TAHUN

**PERANCANGAN PABRIK**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia

Oleh :

Nama : Ega Dwi Ayunda  
No. Mhs : 17521062

Nama : Hanifa Haifal Ilmi  
No.Mhs : 17521101

Yogyakarta, 02 Agustus 2021

Pembimbing I

PembimbingII



Dra. Kamariah Anwar, M.S

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

## LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PRA RANCANGAN PABRIK METIL AKRILAT DARI ASAM AKRILAT  
DAN METANOL DENGAN PROSES ESTERIFIKASI KAPASITAS 70.000  
TON/TAHUN

### PERANCANGAN PABRIK

Oleh :

Nama : Ega Dwi Ayunda  
No. Mhs : 17521062

Nama : Hanifa Haifal Ilmi  
No. Mhs : 17521101

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, 26 Agustus 2021

Tim Penguji

Dra. Kamariah Anwar, M.S  
Ketua Penguji



Sholeh Ma'mun, S.T., M.T., Ph.D  
Penguji I



Lucky Wahyu Nuzulia S, S.T., M.Eng  
Penguji II



Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Kimia  
Fakultas Tekonologi Industri



(Dr. Suharno Rusdi)

## KATA PENGANTAR



*Assalamu'alaikum Wr., Wb.*

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

Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik yang berjudul “Pra Rancangan Pabrik Metil Akriolat Dari Asam Akriolat Dan Metanol Dengan Proses Esterifikasi Kapasitas 70.000 Ton/Tahun”, disusun sebagai penerapan dari ilmu teknik kimia yang telah diperoleh selama dibangku kuliah, dan merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Penulisan laporan Tugas Akhir ini dapat berjalan dengan lancar atas bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penyusun ingin menyampaikan terimakasih kepada :

1. Orang Tua dan Keluarga yang selalu memberikan doa, semangat, dan dukungan yang tiada henti-hentinya.
2. Bapak Hari Purnomo, Prof., Dr., Ir., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Dr. Suharno Rusdi selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia
4. Ibu Dra. Kamariah Anwar, M.S selaku Dosen Pembimbing I dan Ibu Ajeng Yulianti Dwi Lestari, S.T., M.T, selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
5. Seluruh civitas akademika di lingkungan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

6. Teman – teman Teknik Kimia 2017 yang selalu memberikan dukungan, semangat, dan kerja samanya.
7. Semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu per satu yang telah membantu penyusunan Tugas Akhir ini.

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

*Wassalamu'alaikum Wr., Wb.*

Penulis,



Ega Dwi Ayunda



Hanifa haifal Ilmi

## LEMBAR PERSEMBAHAN



Karya ini saya persembahkan kepada:

Bapak Sumardi dan Ibu Sudiyah serta kakak saya yang selalu memberikan do'a, dorongan, motivasi dan kasih sayang yang luar biasa. Terima kasih telah berjuang dan berkorban untuk saya hingga saya bisa mencapai di tahap ini.

Hanifa Haifal Ilmi sebagai partner pra rancangan pabrik saya ini, yang selama ini telah bersabar dan terus berjuang dalam penyusunan pra rancangan pabrik ini. Terima kasih atas waktu, ilmu, semangat dan dukungan selama ini. Terima kasih telah menemani saya berjuang dalam menyelesaikan tahap untuk menjadi sarjana. Semoga kita mendapatkan ilmu yang bermanfaat untuk diri sendiri maupun orang lain.

HnM Group (Annisa, Dea, Dita, Juli) sahabat saya dari jaman mahasiswa baru sampai saat ini. Terima kasih telah menerima segala suka duka selama perkuliahan. Terima kasih telah menjadi wanita hebat yang bisa melewati rintangan semasa menjalani kuliah. Semoga kita diberikan ilmu yang bermanfaat dan sukses untuk kedepannya dan dapat dipertemukan kembali dalam keadaan yang paling baik.

Teknik Kimia UII 2017, almamater tercinta, yang punya andil besar di dalam membentuk karakter pribadi menjadi lebih baik. Terimakasih sudah mengizinkan saya untuk menjadi bagian dari keluarga ini. Semoga kalian dapat meraih apa yang dicita-citakan.

(Ega Dwi Ayunda)

## LEMBAR PERSEMBAHAN



Karya ini saya persembahkan kepada:

Bapak Ahmad Jawahir dan Ibu Rotikoh serta kakak dan adik saya yang selalu memberikan do'a, dorongan, motivasi dan kasih sayang yang luar biasa. Terima kasih telah berjuang dan berkorban untuk saya hingga saya bisa mencapai di tahap ini.

Ega Dwi Ayunda sebagai partner pra rancangan pabrik saya ini, yang selama ini telah bersabar dan terus berjuang dalam penyusunan pra rancangan pabrik ini. Terima kasih atas waktu, ilmu, semangat dan dukungan selama ini. Terima kasih telah menemani saya berjuang dalam menyelesaikan tahap untuk menjadi sarjana. Semoga kita mendapatkan ilmu yang bermanfaat untuk diri sendiri maupun orang lain.

HnM Group (Annisa, Dea, Dita, Juli) sahabat saya dari jaman mahasiswa baru sampai saat ini. Terima kasih telah menerima segala suka duka selama perkuliahan. Terima kasih telah menjadi wanita hebat yang bisa melewati rintangan semasa menjalani kuliah. Semoga kita diberikan ilmu yang bermanfaat dan sukses untuk kedepannya dan dapat dipertemukan kembali dalam keadaan yang paling baik.

Teknik Kimia UII 2017, almamater tercinta, yang punya andil besar di dalam membentuk karakter pribadi menjadi lebih baik. Terimakasih sudah mengizinkan saya untuk menjadi bagian dari keluarga ini. Semoga kalian dapat meraih apa yang dicita-citakan.

(Hanifa Haifal Ilmi)



## DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL	ii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	iv
KATA PENGANTAR	v
LEMBAR PERSEMBAHAN	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
ABSTRAK	xvi
ABSTRACT	xvii
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
<b>1.1 Latar Belakang</b>	1
<b>1.2 Kapasitas Perancangan</b>	2
<b>1.3 Ketersediaan Bahan Baku</b>	4
<b>1.4 Tinjauan Pustaka</b>	5
<b>1.5 Kegunaan Produk</b>	7
BAB II	9
PERANCANGAN PRODUK	9
<b>2.1 Spesifikasi Bahan Baku, Bahan Pembantu dan Produk</b>	9
<b>2.2 Pengendalian Kualitas</b>	10
BAB III	13
PERANCANGAN PROSES	13
<b>3.1 Uraian Proses</b>	13
3.1.1 Persiapan Bahan Baku dan Bahan Pembantu	13
3.1.2 Tahap Reaksi	14
3.1.3 Tahap Pemisahan Produk dan Pemurnian Produk	15
<b>3.2 Spesifikasi Alat Proses</b>	16
3.2.1 Reaktor-01, Reaktor-02 dan Reaktor 03	16
3.2.2 Decanter	18

3.2.3. Evaporator	19
3.2.4. <i>Condensor</i>	21
3.2.5. <i>Accumulator</i>	22
3.2.6 Cooler	22
3.2.7 Tangki Penyimpanan Bahan Baku, Bahan pembantu dan produk	24
3.2.8 Heat exchanger	26
3.2.9 Pompa	28
3.2.10 Kompresor	31
<b>3.3. Perencanaan Produksi</b>	32
3.3.1. Kapasitas Perancangan	32
3.3.2. Perencanaan Bahan Baku dan Alat Proses	33
BAB IV	35
PERANCANGAN PABRIK	35
<b>4.3 Tata Letak Mesin atau Alat (<i>Machines</i>)</b>	43
<b>4.4 Tata Letak Alat Proses</b>	44
<b>4.5 Alir Proses dan Material</b>	47
4.5.1 Neraca Massa	47
4.5.2 Neraca Panas	50
<b>4.6. Pelayanan Teknik (Utilitas)</b>	55
4.6.1. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air	56
4.6.1.1 Unit Penyediaan Air	56
4.6.1.2 Unit Pengolahan Air	57
4.6.1.3 Kebutuhan Air	60
4.6.2 Unit Penyediaan Steam	61
4.6.3 Unit Penyediaan Listrik	62
4.6.4 Unit Penyediaan Udara	65
4.6.5 Unit Pengolahan Limbah	65
<b>4.7 Spesifikasi Alat-alat Utilitas</b>	65
4.7.1 Saringan / <i>Screening</i> (FU-01)	65
4.7.2 Bak Pengendapan awal (B-01) / Sedimentasi	66
4.7.3 Bak Floktuator/ Bak Penggumpal (B-02)	66
4.7.4 Tangki Larutan Alum (TU-01)	66
4.7.5 Bak Pengendap I (BU-01)	67
4.7.6 Bak Pengendap II (BU-02)	67
4.7.7 <i>Sand Filter</i> (FU-02)	67
4.7.8 Bak Penampung Sementara (BU-03)	68

4.7.9 Tangki Klorinasi (TU-02)	68
4.7.10 Tangki Kaporit (TU-03)	68
4.7.11 Tangki Air Bersih (TU-01)	68
4.7.12 Tangki <i>Service Water</i> (TU-05)	69
4.7.13 Tangki Air Bertekanan (TU-04)	69
4.7.14 Bak Air Pendingin (BU-04)	69
4.7.15 <i>Cooling Tower</i> (CT-01)	69
4.7.16 <i>Blower Cooling Tower</i> (BL-01)	70
4.7.17 <i>Mixed Bed</i> (TU-05)	70
4.7.18 Tangki NaCl (T-02)	70
4.7.19 Tangki NaOH (T-03)	70
4.7.20 Deaerator (DE)	71
4.7.21 Tangki N <sub>2</sub> H <sub>4</sub> (TU-09)	71
<b>4.8 Organisasi Perusahaan</b>	73
4.8.1 Bentuk Perusahaan	73
4.8.2 Struktur Organisasi	74
4.8.3 Tugas dan Wewenang	78
<b>4.9 Evaluasi Ekonomi</b>	87
4.9.1 Penaksiran Harga Peralatan	88
4.9.2 Dasar Perhitungan	89
4.9.3 Perhitungan Biaya	90
4.9.3.1 Capital Investment	90
4.9.3.2 Manufacturing Cost	91
4.9.3.3 General Expenses	91
4.9.4 Analisa Kelayakan	92
4.9.4.1 Percent Return On Investment	92
4.9.4.2 Pay Out Time (POT)	92
4.9.4.3 Break Even Point (BEP)	93
4.9.4.4 Shut Down Point (SDP)	94
4.9.4.5 Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFR)	94
4.9.5 Hasil Perhitungan	95
4.9.7 Hasil Kelayakan Ekonomi	99
4.9.7.1 Percent Return On Investment (ROI)	99
4.9.7.2 Pay Out Time (POT)	100
4.9.7.3 Break Even Point (BEP)	100
4.9.7.4 Shut Down Point (SDP)	100

4.9.7.5 Discounted Cash Flow Rate (DCFR)	100
BAB V	102
PENUTUP	102
<b>5.1 Kesimpulan</b>	102
<b>5.2 Saran</b>	103
DAFTAR PUSTAKA	104
LAMPIRAN A	106
LAMPIRAN B	126



## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Data Impor Metil Akrilat di Indonesia	17
Tabel 1.2 Kapasitas Produksi Pabrik Metil Akrilat di Dunia	18
Tabel 1.3 Perbandingan Proses Pembuatan Metil Akrilat	22
Tabel 2.1 Spesifikasi Bahan Baku, Bahan Pembantu dan Produk	24
Tabel 3. 1 Spesifikasi Reaktor-01, -02, -03	33
Tabel 3. 2 Spesifikasi Decanter-01	35
Tabel 3. 3 Spesifikasi Evaporator-01	36
Tabel 3. 4 Spesifikasi Evaporator-02	38
Tabel 3. 5 Spesifikasi Cooler	39
Tabel 3. 6 Spesifikasi Tangki Bahan Baku, Bahan Pembantu, dan Produk	42
Tabel 3. 7 Spesifikasi Heat Exchanger	43
Tabel 3. 8 Spesifikasi Pompa	45
Tabel 4. 1 Lokasi perincian luas tanah dan bangunan pabrik	59
Tabel 4. 2 Neraca Massa di Reaktor-01	68
Tabel 4. 3 Neraca Massa di Reaktor-02	68
Tabel 4. 4 Neraca Massa di Reaktor-03	69
Tabel 4. 5 Neraca Massa di Decanter-01	69
Tabel 4. 6 Neraca Massa di Evaporator-01	70
Tabel 4. 7 Neraca Massa di Evaporator-02	70
Tabel 4. 8 Neraca Panas di Reaktor-01	71
Tabel 4. 9 Neraca Panas di Reaktor-02	71
Tabel 4. 10 Neraca Panas di Reaktor-03	71

Tabel 4. 11 Neraca Panas di Dekanter-01	72
Tabel 4. 12 Neraca Panas di Evaporator-01	72
Tabel 4. 13 Neraca Panas di Evaporator-02	73
Tabel 4. 14 Neraca Panas di Heater-01	73
Tabel 4. 15 Neraca Panas di Heater-02	73
Tabel 4. 16 Neraca Panas di Heater-03	74
Tabel 4. 17 Neraca Panas di Heater-04	74
Tabel 4. 18 Neraca Panas di Cooler-01	74
Tabel 4. 19 Neraca Panas di Cooler-02	75
Tabel 4. 20 Jadwal Kerja	88
Tabel 4. 21 Gaji Karyawan	89
Tabel 4. 22 Harga Indeks Tahun Perancangan	96
Tabel 4. 23 Physical Plant Cost (PPC)	105
Tabel 4. 24 Direct Plant Cost (DPC)	106
Tabel 4. 25 Fixed Capital Investment (FCI)	106
Tabel 4. 26 Direct Manufacturing Cost (DMC)	106
Tabel 4. 27 Indirect Manufacturing Cost (IMC)	107
Tabel 4. 28 Fixed Manufacturing Cost (FMC)	107
Tabel 4. 29 Manufacturing Cost (MC)	107
Tabel 4. 30 Working Capital (WC)	107
Tabel 4. 31 General Expense (GE)	108
Tabel 4. 32 Total Biaya Produksi	108
Tabel 4. 33 Fixed Cost (Fa)	108
Tabel 4. 34 Variable Cost (Va)	108
Tabel 4. 35 Regulated Cost (Ra)	109

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Impor Etil Akrilat di Indonesia	17
Gambar 4. 1 Lokasi Pabrik	55
Gambar 4. 2 Layout Pabrik Metil Akrilat	61
Gambar 4. 3 Tata Letak Alat Proses skala 1:1000	67
Gambar 4. 4 Struktur Organisasi	81
Gambar 4. 5 Grafik Indeks Harga dan Tahun	96
Gambar 4. 6 Grafik BEP	11
2	



## ABSTRAK

Pabrik Metil Akrilat dirancang berkapasitas 70,000 ton/tahun dengan waktu operasi 330 hari/tahun selama 24 jam/hari. Bahan baku yang digunakan adalah asam akrilat sebanyak 7,626.763 kg/jam yang diperoleh dari PT Nippon Shokubai Indonesia, Methanol sebanyak 3,387.604 kg/jam yang diperoleh dari PT Kaltim Methanol Industri, katalis yang digunakan adalah Asam Sulfat ( $H_2SO_4$ ) sebanyak 2,075.587 kg/jam yang diperoleh dari PT Indonesian Acid Industry. Metil akrilat merupakan bahan baku polimer. Yang dapat digunakan sebagai pembuatan cat (*coating*), pembuatan kertas, bahan perekat, dan tekstil. Untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri serta mengambil langkah untuk menambah pendapatan ekspor negara maka dirancang pabrik metil akrilat ( $C_4H_6O_2$ ) dengan kapasitas 70,000 Ton/Tahun dengan bahan baku Asam Akrilat ( $C_3H_4O_2$ ) 67,332.899 ton/tahun, metanol ( $CH_3O$ ) 21,180.629 ton/tahun. Pabrik metil akrilat direncanakan didirikan di daerah kawasan industri Ciwandan, Cilegon, Banten diatas lahan seluas 166.600 m<sup>2</sup>. Pabrik beroperasi selama 330 hari dalam 1 tahun.

Proses produksi dilakukan dengan metode esterifikasi dengan katalis Asam Sulfat ( $H_2SO_4$ ) pada ketiga Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) yang disusun secara seri dengan suhu operasi 80°C dan tekanan 1 atm. Proses reaksi berlangsung secara *reversible* dengan perbandingan mol umpan reaktan antara asam akrilat dan metanol adalah 1:1. Nilai konversi yang didapat sebesar 98%. Hasil keluaran reaktor mengandung bahan baku yang masuk ke *decanter* untuk dilakukan proses pemisahan, hasil keluaran atas dari *decanter* berupa produk metil akrilat dengan kemurnian 98%. Keluaran bawah dari *decanter* masih mengandung asam sulfat yang akan dilakukan proses pemurnian dengan menggunakan dua evaporator. Hasil bawah dari evaporator 2 yang mengandung asam sulfat dengan kadar 98% akan di *recycle* ke reaktor dan hasil keluaran atasnya akan dialirkan ke unit pengolahan limbah. Dalam menunjang proses produksi dibutuhkan air untuk proses utilitas 122.080 kg/jam dan 492 kW listrik yang disediakan oleh PLN, serta generator sebagai cadangan listrik.

Sebuah parameter kelayakan pendirian pabrik menggunakan analisis ekonomi dengan modal total investasi yang terdiri dari Penanaman Modal Tetap sebesar Rp. 1,129,872,967,208.68 dan Modal Kerja Rp. 1,539,163,378,060. Total Biaya Rp. 1,995,000,000,000 dan penjualan tahunan Rp. 1,692,684,831,603.390 sehingga didapat keuntungan sebelum pajak Rp. 302,315,168,396.61 dan keuntungan setelah pajak Rp. 151,157,584,198. Analisa kelayakan dilihat dari nilai *Return On Investment* (ROI) sebelum pajak 26,81%, *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak 3 tahun, *Discounted Cash Flow Rate of Return* (DCFR) 22,45%, *Break Event Point* (BEP) 45,63%, dan *Shut Down Point* (SDP) 19,26%. Dari parameter kelayakan di atas, dapat disimpulkan bahwa pabrik metil akrilat ini layak untuk didirikan.

Kata kunci: *Coatings*, Esterifikasi, Metil Akrilat



## ABSTRACT

Methyl Akrilat plant is designed with a capacity of 70,000 tons/year with an operating time of 330 days/year for 24 hours/day. The raw material used is acrylate acid as much as 7,626.763 kg/hour obtained from PT Nippon Shokubai Indonesia, Methanol as much as 3,387.604 kg/hour obtained from PT Kaltim Methanol Industri, the catalyst used is Sulfuric Acid ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) as much as 2,075.587 kg/hour obtained from PT Indonesian Acid Industry. Methyl acrylate is a polymer raw material. It can be used as a paint (*coating*), paper making, adhesive materials, and textiles. To meet domestic needs and take steps to increase the country's export revenues, the methyl acrylate plant ( $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_2$ ) with a capacity of 70,000 tons / year with the raw material Acrylate Acid ( $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_2$ ) 67,332.899 tons / year, methanol ( $\text{CH}_4\text{O}$ ) 21,180.629 tons / year. Methyl acrylate plant is planned to be established in the industrial area of Ciwandan, Cilegon, Banten on an area of 166,600  $\text{m}^2$ . The plant operates for 330 days in 1 year.

The production process is carried out by esterification method with Sulfuric Acid catalyst ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) at all three Controlled Tank Flow Reactors (RATB) arranged in series with an operating temperature of  $80^\circ\text{C}$  and a pressure of 1 atm. The reaction process takes place *reversibly* with the ratio of moles of reactant bait between acrylate acid and methanol is 1:1. The conversion value obtained is 98%. The output of the reactor contains raw materials that enter the *decanter* for separation process, the upper output of the *decanter* in the form of methyl acrylate products with purity of 98%. The lower output of *the decanter* still contains sulfuric acid which will be refined using two evaporators. The bottom result of evaporator 2 containing sulfuric acid with a content of 98% will be *recycled* to the reactor and the upper output will be streamed to the waste treatment unit. In supporting the production process, water is needed for the utility process of 122,080 kg/hour and 492 kW of electricity provided by PLN, as well as generators as electricity reserves.

A parameter of feasibility of establishing a factory using economic analysis with total investment capital consisting of Fixed Investment of Rp1,129,872,967,208.68 and Working Capital of Rp. 1,539,163,378,060. Total Cost Rp. 1,995,000,000,000 and annual sales Rp. 1,692,684,831,603.390 so that profit before tax Rp. 302,315,168,396.61 and profit after tax Rp. 151,157,584,198. *Discounted Cash Flow Rate of Return* (DCFR) 22.45%, *Break Event Point* (BEP) 45.63%, and *Shut Down Point* (SDP) 19.26%. From the eligibility parameters above, it can be concluded that this methyl acrylate plant is worth establishing.

*Keywords:* Coatings, Esterification, Methyl Acrylate

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Pada saat ini Indonesia sebagai negara berkembang sedang giat meningkatkan perkembangan di segala sektor, termasuk sektor perindustrian. Segala kebutuhan Indonesia masih belum dapat dihasilkan dan terpenuhi secara mandiri. Industri kimia memegang peranan penting dalam perkembangan dan kemajuan negara. Namun kebutuhan produk kimia masih belum seluruhnya dapat dihasilkan sendiri. Kebutuhan produk tersebut masih dilakukan dengan mengimpor dari berbagai negara untuk memenuhinya, terutama bahan – bahan yang dapat diproses lebih lanjut menjadi bahan yang lebih bermanfaat dalam kehidupan sehari – hari. Dengan pendirian pabrik kimia dapat mengurangi angka pengangguran dan tingkat kemiskinan dengan adanya lapangan pekerjaan baru. Oleh karena itu, berbagai upaya harus dilakukan untuk mampu bersaing dengan negara – negara lainnya.

Metil Akrilat merupakan produk yang dapat digunakan sebagai bahan baku polimer. Polimer dapat digunakan sebagai pembuatan cat (*coating*), pembuatan kertas, bahan perekat, dan tekstil. Kebutuhan metil akrilat akan semakin bertambah seiring dengan meningkatnya kebutuhan negara dalam memenuhi kebutuhan industri yang menggunakan metil akrilat sebagai bahan bakunya. Sehingga pembangunan pabrik metil akrilat dapat mengurangi angka impor dari berbagai negara pemasok seperti Amerika Serikat, Jepang, Malaysia, Singapura.

Diharapkan dengan adanya pembangunan pabrik metil akrilat dapat membantu konsumen dalam negeri yang menggunakan metil akrilat sebagai bahan baku serta dapat membantu mengurangi pengeluaran devisa negara untuk mengimpor bahan tersebut. Serta mengingat nilai ekonomis yang dimiliki oleh metil akrilat yang cukup tinggi yang ditunjukkan dengan banyaknya pabrik yang menggunakan metil akrilat sebagai bahan bakunya. Atas dasar ketersediaan bahan baku yang mudah, sumber daya manusia yang terampil dan terlatih, sumber daya alam, modal dan IPTEK yang cukup untuk peningkatan sumber daya ekonomi dan

kesejahteraan masyarakat indonesia, maka pendirian pabrik metil akrilat merupakan alternatif yang sangat memungkinkan untuk didirikan di indonesia.

## 1.2 Kapasitas Perancangan

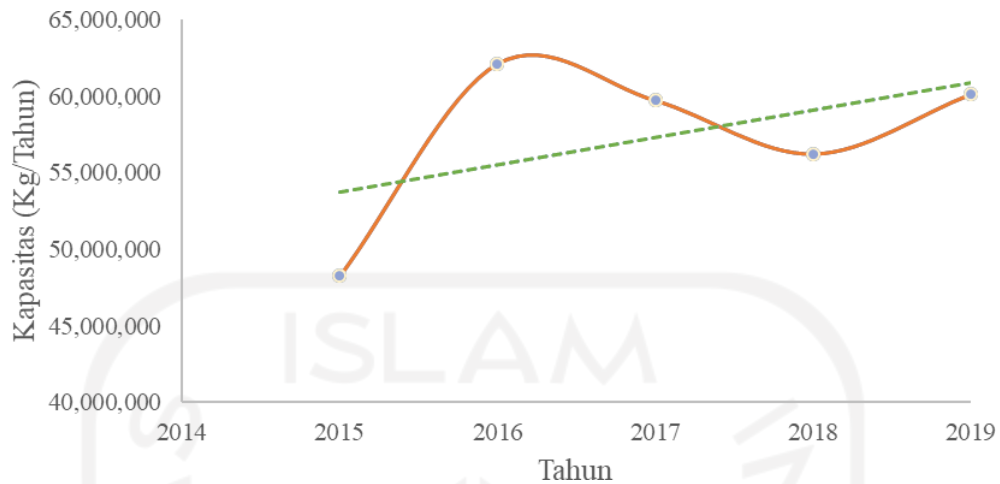
Beberapa faktor yang dipertimbangkan dalam penentuan kapasitas perancangan pabrik antara lain adalah kebutuhan produk, ketersediaan bahan baku, serta kapasitas produk dari pabrik yang sudah beroperasi. Kapasitas dari pabrik akan mempengaruhi nilai ekonomis dan teknis dalam perancangan pabrik. Semakin besar kapasitas produksi pabrik maka kemungkinan nilai keuntungannya akan semakin besar. Pabrik Metil Akrilat direncanakan berdiri pada tahun 2026 dengan kapasitas produksi sebesar 70.000 ton/tahun. Adapun data kebutuhan metil akrilat di Indonesia ditunjukkan pada tabel 1.1 sebagai berikut :

**Tabel 1.1 Data Impor Metil Akrilat di Indonesia**

Tahun	Jumlah Import (Ton/tahun)
2015	48,264.53
2016	62,136.91
2017	59,723.57
2018	56,245.32
2019	60,159.14

(Sumber : bps.go.id)

Dari tabel diatas dapat digunakan sebagai acuan untuk membuat grafik yang menunjukkan proyeksi kebutuhan metil akrilat di Indonesia pada tahun 2026.



Gambar 1.1 Grafik Impor Metil Akrilat di Indonesia 2015 – 2019

Berdasarkan grafik diatas dengan menggunakan metode regresi linear dapat diketahui kebutuhan metil akrilat di Indonesia, dimana :

$$\begin{aligned}
 y &= 1,789,762.200x - 3,552,644,465.200 \\
 &= 1,789,762.200(2026) - 3,552,644,465.200 \\
 &= 3,626,058,217.20 - 3,552,644,465.200 \\
 &= 73,413.752 \text{ Kg/tahun} \\
 &= 73,413.752 \text{ Ton/tahun}
 \end{aligned}$$

Untuk melakukan produksi dan pendirian pabrik metil akrilat di Indonesia, harus melakukan tinjauan terhadap pabrik metil akrilat yang sudah berdiri. Adapun datanya sebagai berikut :

**Tabel 1.2 Kapasitas Produksi Pabrik Metil Akrilat di Dunia**

<b>Pabrik</b>	<b>Kapasitas</b> (ton/tahun)	<b>Lokasi</b>	<b>Proses Produksi</b>
Toa Gosei Co., Ltd	20,000	Singapore	Esterifikasi dengan katalis <i>p-toluenesulfonic acid</i>

Arkema Inc	45,000	Texas,As	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))

Berdasarkan pada data diatas diketahui bahwa kebutuhan metil akrilat di Indonesia hasil dari regresi linier adalah sebesar 73,413.75 ton/tahun. Sedangkan kapasitas maksimal pabrik metil akrilat yang telah berdiri di negara-negara lain adalah sebesar 82,000 ton/tahun dan kapasitas minimal sebesar 20,000 ton/tahun. Oleh karena itu dapat ditentukan bahwa kapasitas prarancangan pabrik metil akrilat adalah sebesar 70,000 ton/tahun. Sehingga diharapkan:

1. Mampu memenuhi kebutuhan metil akrilat di Indonesia.
2. Membantu pemerintah meningkatkan pendapatan negara pada sektor perindustrian.
3. Memberikan lapangan pekerjaan baru sehingga dapat mengurangi angka pengangguran dan dapat memberikan kesejahteraan bagi masyarakat Indonesia.

### 1.3 Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku pembuatan metil akrilat adalah asam akrilat dan metanol. Kedua bahan baku tersebut dapat dipenuhi dari dalam negeri yaitu asam akrilat diperoleh dari PT. Nippon Shokubai Indonesia (PT NSI) yang terletak di Cilegon, Banten. Dengan kapasitas 140,000 ton/tahun yang mana merupakan produsen terbesar di Asia Tenggara untuk produk asam akrilat dan turunannya. Sedangkan bahan baku methanol 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.

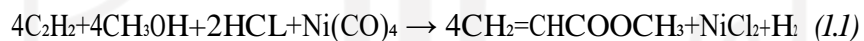
## 1.4 Tinjauan Pustaka

Metil akrilat merupakan senyawa organik dengan rumus  $\text{CH}_2\text{CHCO}_2\text{CH}_3$ . Metil akrilat memiliki bentuk karakteristik yang cair dan tidak berwarna dengan bau yang tajam, serta larut di dalam air. Dari segi bahaya, senyawa ini merupakan senyawa yang mudah terbakar

Proses pembuatan metil akrilat dapat dilakukan dengan beberapa cara, berdasarkan pemilihan proses yang digunakan harus mempertimbangkan dari segi bahan baku yang mudah didapatkan serta nilai ekonomis dari produk tersebut. Metil akrilat dapat diproses dengan beberapa cara, diantaranya adalah :

### a) Proses Asetilen

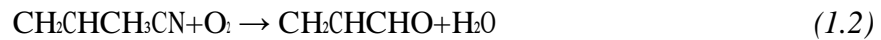
Pada proses ini metil akrilat dibuat dengan mereaksikan asetilen dengan alkohol dalam kondisi asam dengan katalis nikel karbonil pada tekanan atmosferis. Kekurangan dari proses ini adalah penanganan yang sulit untuk menghilangkan nikel karbonil yang bersifat racun dan korosif. Reaksi proses asetilen adalah :



(Ullman, 1985)

### b) Reaksi Oksidasi Propilen

Pada reaksi oksidasi Propilen dilakukan pada fasa uap dengan menggunakan katalisator *cobalt molybdate-tellurium oksida* dengan kondisi operasi  $500^\circ\text{C}$  dengan tekanan atmosferis. Gas panas yang keluar dari reaktor langsung didinginkan didalam alat pendingin. Proses oksida ini mula – mula akan membentuk akrolein. Oksidasi akrolein akan membentuk asam akrilat. Asam akrilat diperoleh dengan proses pemisahan pada menara distilasi kemudian diesterifikasi pada suhu  $200^\circ\text{C}$  dengan menambahkan metanol dan katalisator asam mineral, dengan reaksi sebagai berikut :



c) Proses Esterifikasi

Proses ini merupakan esterifikasi asam akrilat dan methanol dengan katalis asam sulfat akan membentuk metil akrilat. Reaksi esterifikasi asam akrilat dan metanol berlangsung pada suhu 50-100°C dengan tekanan atmosferis. Perbandingan mol asam akrilat dan metanol yang digunakan adalah 1:1. Reaksi tersebut berlangsung pada reaktor alir tangki berpengaduk. Reaksi yang terjadi sebagai berikut :



**Tabel 1.3 Perbandingan Proses Pembuatan Metil Akrilat**

Proses	Konversi Reaksi	Bahan Baku	Kondisi Operasi	Tahapan Reaksi
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
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 98%	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bahan baku mudah didapatkan.</li> <li>• Katalis yang digunakan murah.</li> <li>• Membutuhkan katalis asam yang bersifat korosif</li> </ul>	Berlangsung pada tekanan 1 atm dan suhu 50°C - 100°C	Reaksi berlangsung 1 tahap

Dari beberapa proses yang telah dijelaskan di atas perlu dipertimbangkan kelayakan pemakaian suatu proses dalam perancangan agar pabrik yang dirancang mempunyai nilai ekonomi yang tinggi. Kriteria yang harus di perhatikan dalam pemilihan suatu proses antara lain yaitu, proses sederhana, peralatan yang digunakan sederhana, murah dan mudah didapat, kondisi operasi (suhu dan tekanan) yang tidak terlalu tinggi, serta bahan baku yang digunakan murah dan mudah didapat. Setelah mengetahui kelebihan dan kekurangan pada masing - masing proses dan melakukan beberapa pertimbangan, maka dipilih proses esterifikasi asam akrilat untuk memproduksi metil akrilat.

### 1.5 Kegunaan Produk

Secara komersial metil akrilat dengan grade 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 polimetil akrilat.

Berikut adalah penjelasan tentang kegunaan produk *methyl acrylate* 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, furniture 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 *methyl acrylate* 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*.



## 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 produk, spesifikasi bahan baku, spesifikasi bahan pembantu dan pengendalian kualitas yang akan ditunjukkan pada Tabel 2.1.

#### 2.1 Spesifikasi Bahan Baku, Bahan Pembantu dan Produk

Tabel 2.1 Spesifikasi Bahan Baku, Bahan Pembantu dan Produk

Parameter	Spesifikasi			
	Bahan Baku		Bahan Pembantu	Produk
Nama Senyawa	Metanol	Asam Akrilat	Asam Sulfat	Metil Akrilat
Rumus Kimia	CH <sub>3</sub> OH	CH <sub>2</sub> CHCOOH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>
Berat Molekul	32.04 g/mol	72 g/mol	98.08 g/mol	86 g/mol
Kenampakan (Fase)	Cairan tak berwarna (pada 1 atm, 30 <sup>0</sup> C)	Cairan tak berwarna (pada 1 atm, 30 <sup>0</sup> C)	Cairan kental tak berwarna (1 atm, 30 <sup>0</sup> C)	Cairan tak berwarna (pada 1 atm, 30 <sup>0</sup> C)
Kemurnian	99.9%	99%	93%	99.5%
Kelarutan	Mudah larut dalam air	Larut dalam air, sedikit larut dalam <i>acetone</i> , tidak larut dalam <i>diethyl ether</i> .	Larut dalam air	Larut dalam alkohol, eter, dan sedikit larut dalam air
Titik Didih	64.5°C	141°C	270°C	80.5°C (760 mmHg)
Titik Leleh	-97.8°C	14°C	-35°C	-76.5°C (760 mmHg)

Suhu Kritis	240°C	324°C	650,89°C	263°C
Spesifik Gravity	0.7915	1.05	1.84	0.9561
Tekanan Kritis	78.5 atm	56 atm	63.16 atm	39.52 atm
Tekanan Uap	128 mmHg (20°C)	3 mmHg (20°C)	-	65 mmHg (20°C)
Densitas	0.7924 g/ml (20°C)	1.0511 g/ml (20°C)	1.84 g/ml (20°C)	0.9561 g/ml (25°C)
Viskositas	0.55 cp (20°C)	1.19 cp (20°C)	3.99 cp (25°C)	0.49 cp (20°C)
Sumber	(Sumber: <i>Methyl Alcohol</i> MSDS)	(Sumber: <i>Acrylic Acid</i> MSDS)	(Sumber: <i>Sulfuric Acid</i> MSDS)	(Sumber: <i>Methyl Acrylate</i> MSDS)

## 2.2 Pengendalian Kualitas

Untuk memenuhi kualitas produk yang sesuai standar maka dibutuhkan kualitas yang sudah sesuai dengan standar proses yang telah ditetapkan, pengawasan dan pengendalian terhadap proses melalui sistem kontrol sehingga diperoleh produk yang memiliki kualitas dan dapat dipasarkan. Tujuan dilakukan pemeriksaan untuk menjaga stabilitas kualitas produk dan mengetahui apakah proses berjalan dengan normal atau tidak. Bila terjadi masalah dapat segera dilakukan tindakan pengendalian agar tidak timbul masalah yang jauh lebih besar dan mengakibatkan kualitas dari produk terganggu. Adapun pengendalian yang dilakukan:

### 1. Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Sebelum dilakukan proses produksi, dilakukan pemilihan kualitas bahan baku yang di peroleh. Tujuannya agar mendapatkan bahan baku sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan. Bahan baku terdiri dari Asam Akrlat dan metanol, adapun parameter yang akan diukur untuk menentukan bahan baku diantaranya :

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

## 2. Pengendalian Kualitas Bahan Pembantu

Bahan - bahan pembantu seperti katalis asam sulfat, untuk mendirikan pabrik juga perlu di analisa untuk mengetahui sifat fisisnya, tujuannya agar dapat sesuai dengan spesifikasi dari masing – masing bahan untuk membantu proses produksi.

## 3. Pengendalian Kualitas Produk

Pengendalian kualitas produk dilakukan pada produksi metil akrilat. Setelah perencanaan produksi dijalankan perlu adanya pengawasan dan pengendalian produksi agar proses berjalan dengan baik. Kegiatan proses produksi diharapkan dapat menghasilkan produk yang mutunya sesuai dengan standar yang dipakai sesuai spesifikasi dan jumlah produksi yang sesuai dengan rencana serta waktu yang tepat sesuai jadwal.

## 4. Pengendalian Proses Produk

Pengendalian proses produksi pabrik ini meliputi aliran dan sistem kontrol.

### 1) Alat Sistem Pengendali

- a) *Controller* dan Indikator, meliputi level indikator dan *control, temperature control, pressure control, flow control*.
- b) Sensor, digunakan untuk identifikasi variabel-variabel proses, alat yang digunakan *automatic control valve* dan *manual hand valve*.

## 2) Aliran Sistem Control

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



## BAB III

### PERANCANGAN PROSES

#### 3.1 Uraian Proses

Pembuatan Metil Akrilat pada tugas prarancangan ini menggunakan bahan baku Asam Akrilat dan Metanol, dengan katalisator Asam Sulfat. Secara keseluruhan proses beroperasi pada tekanan 1 atm. Proses yang terjadi dapat dibagi menjadi tiga tahap, yaitu :

- a. Persiapan bahan baku dan bahan pembantu
- b. Proses reaksi
- c. Pemurnian produk

##### 3.1.1 Persiapan Bahan Baku dan Bahan Pembantu

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

Bahan baku Asam akrilat ( $C_3H_4O_2$ ) yang digunakan yaitu Asam akrilat ( $C_3H_4O_2$ ) dengan kemurnian 99.5%. Asam akrilat ( $C_3H_4O_2$ ) ini disimpan dalam tangki penyimpanan (T-01) dalam fase cair pada suhu  $30^\circ C$  dan tekanan 1 atm dengan kapasitas pakai selama satu minggu. Bahan baku Asam akrilat didapat dari pabrik dalam negeri yaitu PT. Nippon Shokubai yang terletak di Cilegon Jawa Barat. Asam akrilat dipompa dengan pompa (P-01) dan dialirkan ke dalam heater (HE-01) untuk dinaikkan suhunya menjadi  $80^\circ C$  sebelum dimasukkan ke dalam Reaktor (R-01) jenis Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB).

###### 2. Metanol

Bahan baku Metanol ( $CH_4O$ ) yang digunakan yaitu Metanol ( $CH_4O$ ) dengan kemurnian 99.85%. Metanol ( $CH_4O$ ) ini disimpan dalam tangki penyimpanan (T-02) dalam fase cair pada suhu  $30^\circ C$  dan tekanan 1

atm dengan kapasitas pakai selama lima hari. Bahan baku Metanol didapat dari pabrik dalam negeri yaitu PT Kaltim Methanol Industri yang terletak di Bontang Kalimantan Timur. Metanol dipompa dengan pompa (P-02) dan dialirkan ke dalam heater (HE-02) untuk dinaikkan suhunya menjadi 80°C sebelum dimasukkan ke dalam Reaktor (R-01) jenis Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB).

### 3. Asam Sulfat

Bahan pembantu yang pertama berupa katalis homogen Asam Sulfat ( $H_2SO_4$ ) dengan kemurnian 98%. Asam Sulfat ( $H_2SO_4$ ) ini disimpan dalam tangki penyimpanan (T-03) dalam fase cair pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm dengan kapasitas pakai selama satu minggu. Bahan pembantu Asam Sulfat didapat dari pabrik dalam negeri yaitu PT. Indonesian Acid Industri yang terletak di Jakarta timur. Asam Sulfat dipompa dengan pompa (P-03) dan dialirkan ke dalam heater (HE-03) untuk dinaikkan suhunya menjadi 80°C sebelum dimasukkan ke dalam Reaktor (R-01) jenis Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB).

#### 3.1.2 Tahap Reaksi

Asam akrilat ( $C_3H_4O_2$ ) dan Metanol ( $CH_3O$ ) dengan rasio perbandingan molar 1:1 serta katalis Asam Sulfat 10% total volume umpan. setelah melalui tahap proses persiapan bahan baku dan pembantu dimasukkan ke dalam reaktor (R-01) jenis Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) yang dilengkapi dengan jaket pemanas. Reaksi dalam reaktor terjadi pada kondisi 80°C dan tekanan 1 atm selama 70 menit berlangsung secara endotermis dalam fase cair-cair. Arus masuk reaktor berasal dari T-01, T-02, T-03, dengan tambahan arus *recycle* Asam Sulfat 98% dari bottom evaporator 2. Perhitungan jumlah kebutuhan katalis diambil 10% dari total volume reaktan yang masuk reaktor.

Reaksi yang terjadi yaitu:



Reaktor disusun secara seri dengan total reaktor setelah di optimasi adalah tiga reaktor. Reaksi pada reaktor (R-01) diperoleh konversi sebesar 73% produk keluaran (R-01) akan dipompakan ke Pompa (P-04) menuju reaktor (R-02) diperoleh konversi sebesar 92% produk keluaran (R-02) akan dipompakan ke Pompa (P-05) menuju reaktor (R-03) diperoleh konversi final sebesar 98%. Jenis reaktor yang digunakan baik R-01, R-02, R-03 adalah Reaktor alir tangki berpengaduk (*Continuous stirring tank reactor*). Produk keluaran R-03 akan di pompakan oleh pompa P-06 menuju ke Dekanter (DC-01) dengan asumsi tidak terjadi perubahan suhu dari reaktor R-01 hingga dekanter. Keluaran reaktor R-03 ini berupa Asam Akrilat, Metanol, Metil Akrilat, Air dan Asam Sulfat yang akan masuk kedalam Dekanter.

### **3.1.3 Tahap Pemisahan Produk dan Pemurnian Produk**

Tahapan pemurnian dan pemisahan produk yang pertama dilakukan pada alat Decanter (DC-01). Decanter tersebut berkerja berdasarkan kelarutan dan perbedaan densitas umpan masuk dengan kondisi operasi suhu 30°C dan tekanan 1 atm. keluaran bawah DC-01 atau fasa berat adalah air, asam akrilat, metanol, metil akrilat, dan air. Sedangkan fasa keluaran atas DC-01 atau fasa ringan adalah metil akrilat dan air. Keluaran bawah decanter akan di pompakan oleh pompa P-07 menuju HE-04 untuk menaikkan suhu umpan menjadi 80°C sebelum masuk pada alat evaporator (EV-01). Keluaran atas decanter akan di pompakan oleh pompa P-08 menuju tangki metil akrilat.

EV-01 bekerja pada kondisi operasi tekanan 1 atm dan suhu 126°C. Keluaran atas evaporator 1 atau distilat berupa methanol, metil akrilat, dan air, akan dibuang ke Unit Pengolahan Air (UPL) karena produk metil akrilat yang dihasilkan sedikit dan sebagian besar berupa air. Hasil bawah evaporator 1 atau bottom akan masuk ke evaporator 2, berupa asam akrilat, air, dan asam sulfat.



Hasil atas dari evaporator 2 alat condenser CD-01 yang berfungsi mengubah fasa gas kembali menjadi fasa cair serta menurunkan suhu dari 141°C ke 80°C. Umpan dari kondenser yang berisi asam sulfat akan di umpankan menuju accumulator ACC-01 dengan menggunakan pompa P-11. Accumulator berfungsi sebagai penampung arus keluaran condensor serta untuk menjaga kontinuitas dan kestabilan aliran keluar sebelum diumpankan balik ke R-01 sebagai arus *recycle*. Sedangkan keluaran atas evaporator yang berisi metanol, metil akrilat, air akan dibuang di unit pengolahan limbah (UPL), alasan dilakukan pembuangan di UPL adalah hasil produk metil akrilat yang dihasilkan sedikit dan sebagian besar berupa air.

### 3.2 Spesifikasi Alat Proses

#### 3.2.1 Reaktor-01, Reaktor-02 dan Reaktor 03

Tabel 3. 1 Spesifikasi Reaktor-01, -02, -03

Kode	R-01
Fungsi	Mereaksikan Asam akrilat dan Metanol dengan bantuan katalis Asam Sulfat menjadi Metil Akrilat dan Air
Jenis	Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB)
Bahan	<i>Stainless Stell SA 299 grade 3 type 302</i>
Tekanan	1 atm
Kode	R-01
Temperatur	80°C
Diameter Reaktor :	

- Diameter <i>shell</i>	2.3596 m
- Tinggi <i>shell</i>	3.5394 m
- Tebal <i>shell</i>	3/16 in
- Volume <i>shell</i>	12.8912 m <sup>3</sup>
- Tinggi Reaktor	4.4764 m
- Volume Reaktor	15.9273 m <sup>3</sup>
Dimensi Head :	
- Tinggi <i>head</i>	0.4685 m
- Tebal <i>head</i>	1/4 in
- Volume <i>head</i> :	0.2290 m <sup>3</sup>
Pengaduk :	
- Jenis <i>impeller</i>	<i>Turbin with 6 flat blade</i>
- Jumlah <i>impeller</i>	2
- Jumlah <i>baffle</i>	4
- Diameter pengaduk	0.7865 m
- Tinggi pengaduk	3.0675 m
- Lebar pengaduk	0.1966 m
- Jarak pengaduk	1.0225 m
Kode :	
- Lebar <i>baffle</i>	0.1337 m
- Kecepatan pengadukan	114.437 rpm
- <i>Power</i> pengadukan	60 Hp
Jaket Pemanas :	
- Tinggi Jaket	4.3218 m
- Diameter Jaket	2.309153779 m
- Tebal jaket	0.1284 in
- Luas selubung reaktor	17.557 m <sup>2</sup>
- Jumlah	3
- Harga	\$ 108,709

### 3.2.2 Decanter

Tabel 3. 2 Spesifikasi Decanter-01

Kode	DC-01
Fungsi	Memisahkan fase ringan dan fase berat yang keluar dari reaktor 03 dengan prinsip perbedaan densitas dan kelarutannya
Jenis	<i>Silinder Horizontal dengan Head Torispherical</i>
Bahan	<i>Carbon Stell SA 283 grade C</i>
Tekanan	1 atm
Suhu	30°C
Decanter	
- Diameter	0.9604 m
- Tebal <i>shell</i>	1/4 in
- Tebal <i>head</i>	1/4 in
- Panjang	3.7106 m
Pipa	
- Diameter pipa umpan	40.30 in
- Tinggi pipa umpan	3.0861 m
- Diameter pipa fase ringan	2.4 in
- Tinggi pipa fase ringan	2.7775 m
Kode	
- Diameter pipa fase berat	1.6 in
- Tinggi pipa fase berat	2.3321 m
Jumlah	1
Harga	\$ 3,421,074

### 3.2.3. Evaporator

Tabel 3. 3 Spesifikasi Evaporator-01

Kode	EV-01
Fungsi	Memisahkan larutan metanol dan metil akrilat dari campuran untuk di umpankan ke evaporator 2
Jenis	<i>Long Tube Vertical Evaporator</i>
Bahan	<i>Stainless Stell SA 167 grade 11 type 316</i>
Tekanan	1 atm
Suhu	126°C
Evaporator :	
- Diameter	2.0217 m
- Tinggi	4.7580 m
- Tebal <i>shell</i>	1/2 in
- Tebal <i>head</i>	90 in
Kode :	EV-01
- Tinggi <i>head</i>	8.2310 in
- Volume <i>head</i>	7.2167 ft <sup>3</sup>
- Jumlah tube	177
- Pass	1
- Fouling factor	491.41 Btu/jam.ft <sup>2</sup> .f
- Pressure Drop	0.00313 psi
- Suhu keluar fluida panas	130°C
- Suhu keluar fluida dingin	126.52°C
Steam :	
- Massa Steam	1993 kg/jam
- Luas transfer panas	41.88 m <sup>2</sup>
Jumlah	1
Harga	\$ 6,640

Tabel 3. 4 Spesifikasi Evaporator-02

Kode	EV-02
Fungsi	Memisahkan larutan asam sulfat dari campuran untuk di umpan balikkan ke recycle
Jenis	<i>Long Tube Vertical Evaporator</i>
Bahan	<i>Stainless Stell SA 167 grade 11 type 316</i>
Tekanan	1 atm
Suhu	141°C
Evaporator	
- Diameter	1.0116 m
- Tinggi	2.0232 m
- Tebal <i>shell</i>	1/2 in
- Tebal <i>head</i>	48 in
Kode	EV-02
- Tinggi <i>head</i>	5.6047 in
- Volume <i>head</i>	0.00299 ft <sup>3</sup>
- Jumlah tube	81
- Pass	1
- Fouling factor	925.811 Btu/jam.ft <sup>2</sup> .f
- Pressure Drop	0.00408 psi
- Suhu keluar fluida panas	145°C
- Suhu keluar fluida dingin	141.86°C
Steam	
- Massa Steam	268.25
- Luas transfer panas	16.26 m <sup>2</sup>
Jumlah	1
Harga	\$ 2,701

### 3.2.4. Condensor

Tabel 3. 5 Spesifikasi Condensor

Kode	CD-01
Fungsi	Mengembunkan uap hasil atas Evaporator (EV-02)
Jenis	<i>Shell and Tube Heat Exchanger</i>
Bahan	<i>Stainless Steel SA 167 grade 11 type 316</i>
Q Pemanas	427,482 Btu/Jam
Luas Transfer Panas	316,901 ft <sup>2</sup>
<i>Shell Side</i>	Fluida panas : uap dari EV-02
- ID	13.25 in
- Pass	2
<i>Tube Side</i>	Fluida dingin : air
- ID	13.25 in
- OD	0.75 in
- Pass	2
Koefisien Perpindahan Panas	
- UC	35.023 Btu/J.sqft.°C
- UD	21.2851 Btu/J.sqft.°C
Faktor Kekotoran	
- Rd min	0.001
- Rd terhitung	0.005
Kode	CD-01
Jumlah	1
Harga	\$ 39,400

### 3.2.5. Accumulator

Tabel 3. 6 Spesifikasi Accumulator

Kode	ACC-01
Fungsi	Menampung sementara hasil atas evaporator (EV-02) sebelum di recycle
Jenis	Tangki Silinder Horizontal
Kondisi Operasi	
- Tekanan	1 atm
- Suhu	80°C
Dimensi Accumulator	
- Diameter	1.2097 m
- Panjang	6.8858 m
- Volume	5.9295 m <sup>3</sup>
- Tebal shell	3/16 in
- Tebal head	3/16 in
- Tinggi head	0.261 m
Jumlah	1
Harga	\$ 47,300

### 3.2.6 Cooler

Tabel 3. 7 Spesifikasi Cooler 1

<i>Cooler</i>	<i>Cooler-01</i>
Kode	CL-01
Fungsi	Menurunkan emperature aliran keluar Reaktor 3 (R-03) dari 80°C menjadi 30°C untuk diumpankan ke Dekanter (DC)
Jenis	<i>Double Pipe Heat Exchanger</i>
Bahan	<i>Stainless Steel SA-167 type 316</i>

Jumlah Hairpin	6
<i>Annulus</i>	
- IPS	2 in
- OD	2.38 in
- ID	2.067 in
- <i>Surface area</i>	0.622 sqft/ft
- Panjang	15 ft
<i>Inner Pipe</i>	
- IPS	1/4 in
- Odr	1.66 in
- ID	1.38 in
- <i>Surface area</i>	0.435 sqft/ft
- Panjang	15 ft
A	56.686 ft <sup>2</sup>
Ud	85 Btu/jam.ft.°F
Uc	342.144 Btu/jam.°F
Harga	\$ 16,093

<i>Cooler</i>	<i>Cooler-02</i>
Kode	CL-02
Fungsi	Menurunkan emperature aliran keluar Evap 1 (Evap-2) dari 141°C menjadi 80°C untuk diumpankan ke Reaktor 1 (R-01) untuk di Recycle
Jenis	<i>Double Pipe Heat Exchanger</i>
Bahan	<i>Stainless Steel SA-167 type 316</i>
Jumlah Hairpin	6
<i>Annulus</i>	
- IPS	2 in
- OD	2.38 in



- ID	2.067 in
- <i>Surface area</i>	0.622 sqft/ft
- Panjang	15 ft
<i>Inner Pipe</i>	
- IPS	1/4 in
- OD	1.66 in
- ID	1.38 in
- <i>Surface area</i>	0.435 sqft/ft
- Panjang	15 ft
A	56.686 ft <sup>2</sup>
Ud	85 Btu/jam.ft.°C
Uc	342.144 Btu/jam.ft.°C
Harga	\$ 16,093

### 3.2.7 Tangki Penyimpanan Bahan Baku, Bahan pembantu dan produk

Tabel 3. 8 Spesifikasi Tangki Bahan Baku dan Produk

Tangki	Tangki-01	Tangki-02
Kode	T-01	T-02
Fungsi	Menyimpan bahan baku asam akrilat untuk kebutuhan selama 7 hari dengan kapasitas penyimpanan 7,630.45 kg/jam	Menyimpan bahan baku metanol untuk kebutuhan selama 7 hari dengan kapasitas penyimpanan 3,389.24 kg/jam
Jenis	Silinder Tegak dengan alas datar dan tutup <i>conical</i>	Silinder Tegak dengan alas datar dan tutup <i>Conical</i>
Bahan	<i>Stainless Steel SA-240</i> tipe 316	<i>Carbon Steel SA-283</i>

Tekanan	1 atm	1 atm
Temperatur	30 <sup>0</sup> C	30 <sup>0</sup> C
Diameter Tangki	18.2880 m	13.7160 m
Tinggi Tangki	5.4864 m	5.4864 m
Tebal Tangki	¼ in	¼ in
Volume tangki	1,494.2169 m <sup>3</sup>	624.1118 m <sup>3</sup>
Tinggi <i>Head</i>	0.731 m	0.772 m
Tebal <i>Head</i>	2/3 in	1/8 in
Jumlah	1	1
Harga	\$ 7,171,989	\$ 4,066,237

Tangki	Tangki-03	Tangki-04
Kode	T-03	T-04
Fungsi	Menyimpan bahan pembantu asam sulfat untuk kebutuhan selama 7 hari dengan kapasitas penyimpanan 2,103.02 kg/jam	Menyimpan produk metil akrilat untuk kebutuhan selama 5 hari dengan kapasitas penyimpanan 9,015.28 kg/jam
Jenis	Silinder Tegak dengan alas datar dan tutup <i>Conical</i>	Silinder Tegak dengan alas datar dan tutup <i>Conidal</i>
Bahan	<i>Stainless Steel SA-240</i> tipe 316	<i>Carbon Steel SA-283</i>
Tekanan	1 atm	1 atm
Temperatur	30°C	30°C
Diameter Tangki	10.6680 m	18.2880 m
Tinggi Tangki	3.6576 m	5.4864 m
Tebal Tangki	¼ in	¼ in

Volume tangki	238.8999 m <sup>3</sup>	1,379.6408 m <sup>3</sup>
Tinggi <i>Head</i>	0.248 m	0.854 m
Tebal <i>Head</i>	2/3 in	2 in
Jumlah	1	1
Harga	\$ 2,027,661	\$ 4,177,536

### 3.2.8 Heat exchanger

Tabel 3. 9 Spesifikasi Heat Exchanger

<i>Heat Exchanger</i>	<i>Heat Exchanger-01</i>	<i>Heat Exchanger-02</i>
Kode	HE-01	HE-02
Fungsi	Menaikkan temperatur umpan asam akrilat dari 30°C menjadi 80°C dari tangki penyimpanan (T-01) menuju reaktor (R-01).	Menaikkan temperatur umpan Metanol dari 30°C menjadi 80°C dari tangki penyimpanan (T-02) menuju reaktor (R-01)
Jenis	<i>Double Pipe Heat Exchanger</i>	<i>Double Pipe Heat Exchanger</i>
Bahan	<i>Stainless Steel SA-167 type 316</i>	<i>Stainless Steel SA-167 type 316</i>
Jumlah Hairpin	9	5
- <i>Annulus</i>		
- IPS	2 in	2 in
- OD	2.380 in	2.380 in
- ID	2.067 in	2.067 in
<i>Surface area</i>	0.622 sqft/ft	0.622 sqrt/ft
Panjang	15 ft	15 ft
<i>Inner Pipe</i>		
- IPS	1.25 in	1.25 in
- OD	1.66 in	1.66 in
- ID	1.38 in	1.38 in

<i>Surface area</i>	0.435 sqrt/ft	0.435 sqrt/ft
Panjang	15 ft	15 ft
A	84.158 ft <sup>2</sup>	44.391ft <sup>2</sup>
Ud	56.125 Btu/jam.ft.°C	53.288 Btu/jam.ft.°C
Uc	193.005 Btu/jam.ft.°C	194.778 Btu/jam.ft.°C
Rd	0.013	0.014
Rd min	0.001	0.001
Jumlah	1	1
Harga	\$ 17,668	\$ 15,192

<i>Heat Exchanger</i>	<i>Heat Exchanger-03</i>	<i>Heat Exchanger-04</i>
Kode	HE-03	HE-04
Fungsi	Menaikkan temperatur umpan Asam Sulfat dari 30°C menjadi 80°C dari tangki penyimpanan (T-02) menuju reaktor (R-01)	Menaikkan temperatur bahan keluaran dekanter dari 80°C menjadi 250°C dari Dekanter (DC-01) menuju Evaporator 1 (Evap 1)
Jenis	<i>Double Pipe Heat Exchanger</i>	<i>Double Pipe Heat Exchanger</i>
Bahan	<i>Stainless Steel SA-167 type 316</i>	<i>Stainless Steel SA-167 type 316</i>
Jumlah Hairpin	2	4
<i>Annulus</i>		
- IPS	2 in	2 in
- OD	2.380 in	2.380 in
- ID	2.067 in	2.067 in
<i>Surface area</i>	0.622 sqrt ft	0.622 sqft/ft
Panjang	15 ft	15 ft
<i>Inner Pipe</i>		
- IPS	1.25 in	1.25 in

- OD	1.66 in	1.66 in
- ID	1.38 in	1.38 in
Surface area	0.435 sqrt/ft	0.435 sqrt/ft
Panjang	15 ft	15 ft
A	16.536 ft <sup>2</sup>	36.165 ft <sup>2</sup>
Ud	49.707 Btu/jam.ft.°C	54.267 Btu/jam.ft.°C
Uc	309.740 Btu/jam.ft.°C	64.575 Btu/jam.ft.°C
Rd	0.017	0.003
Rd min	0.001	0.001
Jumlah	1	1
Harga	\$12,041	\$14,405

### 3.2.9 Pompa

Tabel 3. 10 Spesifikasi Pompa

Pompa	Pompa-01	Pompa-02	Pompa-03	Pompa-04
Kode	P-01	P-02	P-03	P-04
Fungsi	Memompa bahan baku Asam akrilat dari tangki penyimpanan T-01) menuju reaktor (R-01)	Memompa bahan baku Metanol dari tangki penyimpanan (T-02) menuju reaktor (R-01)	Memompa bahan pembantu asam sulfat dari tangki (T-03) menuju reaktor (R-01)	Memompa keluaran reaktor 01 (R-01) menuju reaktor (R-02)
Jenis	<i>Single Stage Centrifugal Pump</i>	<i>Single Stage Centrifugal Pump</i>	<i>Single Stage Centrifugal Pump</i>	<i>Single Stage Centrifugal Pump</i>
Dimensi Pipa:				
IPS	2.5 in	2 in	1.5 in	3 in

<i>Sch.Number</i>	80	80	80	80
OD	2.88 in	2.38 in	1.61 in	3.5 in
ID	2.323 in	2.067 in	1.9 , in	2.9 in
Dimensi Daya :				
<i>Friction Head</i>	0.024	0.02	0.038	0.1
Efisiensi motor	0.5	0.43	0.42	0.6
Daya motor	0.5 Hp	0.25 Hp	0.25 Hp	0.75 Hp
Kecepatan Putar	2,907.79 rpm	2,223.58 rpm	1,158.06 rpm	3,805.62 rpm
Jumlah	2	2	2	2
Harga	\$ 20,481	\$ 19,131	\$ 16,430	\$ 23,632

Pompa	Pompa-05	Pompa-06	Pompa-07	Pompa-08
Kode	P-05	P-05	P-07	P-08
Fungsi	Memompa umpan keluaran R-02 menuju R-03	Memompa aliran umpan R-03 menuju DC-01	Memompakan keluaran atas DC-01 menuju T-04 (Tangki Metil Akrilat)	Memompakan keluaran bawah decanter (DC-01) menuju evaporator (EV-01)
Jenis	<i>Single Stage Centrifugal Pump</i>	<i>Single Stage Centrifugal Pump</i>	<i>Single Stage Centrifugal Pump</i>	<i>Single Stage Centrifugal Pump</i>
Dimensi Pipa:				
IPS	3 in	3 in	3 in	2 in
<i>Sch.Number</i>	80	80	80	80
OD	3.5 in	3.5 in	3.5 in	2.323 in

ID	2.9 in	2.9 in	2.9 in	2.38 in
Dimensi Daya:				
<i>Friction Head</i>	0.027	0.026	0.02	0.02
Efisiensi motor	0.8	0.8	0.8	0.8
Daya motor	0.563 Hp	0.445 Hp	0.469 Hp	0.269 Hp
Kecepatan Putar	3,817.5306 rpm	4,396.0205 rpm	2,942.3655 rpm	1,785.2113 rpm
Jumlah	2	2	2	2
Harga	\$ 23,632	\$ 23,632	\$ 23,632	\$ 20,481

Pompa	Pompa-09	Pompa-11	Pompa-12
Kode	P-09	P-11	P-12
Fungsi	Memompakan keluaran atas (Evap-01) menuju UPL	Mengalirkan keluaran atas (Evap-02) menuju UPL	Mengalirkan keluaran bawah (Evap-02) menuju Reaktor (R-01)
Jenis	<i>Single Stage Centrifugal Pump</i>	<i>Single Stage Centrifugal Pump</i>	<i>Single Stage Centrifugal Pump</i>
Dimensi Pipa:			
IPS	2 in	2 in	2 in
<i>Sch.Number</i>	80	80	80
OD	2.38 in	2.38 in	2.38 in
ID	2.323 in	2.323 in	2.323 in
Dimensi Daya:			
<i>Friction Head</i>	0.024	0.09	0.02
Efisiensi motor	0.8	0.8	0.8

Daya motor	0.114 Hp	0.23 Hp	0.12 Hp
Kecepatan Putar	1,368.4959 rpm	499,6203 rpm	1,054.5873 rpm
Jumlah	2	2	2
Harga	\$ 20,481	\$ 20,481	\$ 20,481

### 3.2.10 Kompresor

Tabel 3. 11 Spesifikasi Kompresor

Kompresor	Kompresor-01
Kode	C-01
Fungsi	Memompakan keluaran atas (Evap-01) menuju UPL
Jenis	<i>Single Stage Centrifugal Pump</i>
Dimensi Pipa:	
IPS	2 in
<i>Sch.Number</i>	80
OD	2.38 in
ID	2.323 in
Dimensi Daya:	
<i>Friction Head</i>	0.024
Efisiensi motor	0.8
Daya motor	0.114 Hp
Kecepatan Putar	1,368.4959 rpm
Jumlah	2
Harga	\$ 15,755



### **3.3. Perencanaan Produksi**

#### **3.3.1. Kapasitas Perancangan**

Dalam perancangan pabrik tentu diperlukan adanya penentuan kapasitas pabrik pertahunnya. Penentuan kapasitas perancangan pabrik ditentukan berdasarkan beberapa faktor, yaitu kebutuhan metil akrilat di Indonesia, ketersediaan bahan baku serta kapasitas minimal.

Kebutuhan metil akrilat di Indonesia dari tahun ke tahun cenderung mengalami peningkatan, hal ini menunjukkan pesat tidaknya perkembangan industri kimia di Indonesia. Karena sangat minimnya pabrik metil akrilat di Indonesia sedangkan kebutuhan metil akrilat semakin bertambah, maka sebagian besar produk diimpor dibanding menciptakan sendiri.

Kebutuhan metil akrilat di Indonesia pada tahun 2026 diperkirakan sebesar 70,000 ton/tahun. Hal ini ditentukan berdasarkan kebutuhan impor dan berdasarkan kapasitas pabrik metil akrilat yang telah berdiri di Indonesia.

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

##### **1. Proyeksi Kebutuhan Dalam Negeri**

Berdasarkan data statistik yang diterbitkan oleh BPS dalam “Statistik Perdagangan Indonesia”, dikatakan bahwa kebutuhan metil akrilat di Indonesia dari tahun ke tahun kurang terpenuhi. Dengan kapasitas tersebut diharapkan :

- a. Dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri dan mengekspor ke negara-negara lain.
- b. Dapat menghemat devisa negara yang cukup besar karena laju impor metil akrilat dapat ditekan seminimal mungkin.

##### **2. Ketersediaan Bahan Baku**

Ketersediaan bahan baku dalam pembuatan Metil Akriolat adalah penting dan mutlak yang harus diperhatikan pada penentuan kapasitas produksi suatu pabrik. Diharapkan kebutuhan bahan baku Metanol dapat diperoleh dari PT Kaltim Methanol Industri, Kalimantan Timur dengan kapasitas 660,000 ton/tahun (<https://kaltimmethanol.com/>). Kebutuhan Asam Akriolat dapat diperoleh dari PT. Nippon Shokubai yang beralamat di Cilegon, Jawa Barat dengan kapasitas produksi 140,000 ton/tahun (<https://www.shokubai.co.jp/en/>). Kebutuhan Asam Sulfat dapat dibeli dari Indonesian Acid Industry Jakarta timur dengan kapasitas produksi 127,000 ton/tahun (<https://www.indoacid.com/>).

### 3.3.2. Perencanaan Bahan Baku dan Alat Proses

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

#### 1. Kemampuan Pasar

Dapat dibagi menjadi 2 kemungkinan, yaitu :

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

## 2. Kemampuan Pabrik

Pada umumnya pabrik ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain :

### a. Material (bahan baku)

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

### b. Manusia (tenaga kerja)

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

### c. Mesin (peralatan)

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

## **BAB IV**

### **PERANCANGAN PABRIK**

#### **4.1 Lokasi Pabrik**

Pemilihan lokasi merupakan hal yang sangat penting dalam perancangan suatu pabrik, karena berhubungan langsung dengan nilai ekonomis dari pabrik yang akan didirikan. Pemilihan lokasi pabrik memerlukan pertimbangan dari berbagai faktor, hal utama yang harus di perhatikan adalah pemilihan pabrik yang tepat sehingga mempunyai biaya produksi dan distribusi seminimal mungkin serta memberikan keuntungan pada pabrik yang akan didirikan dan lingkungan sekitarnya.

Pabrik metil akrilat dengan kapasitas produksi 70,000 ton/tahun direncanakan akan didirikan di Kota Cilegon, Provinsi Banten, yang merupakan kawasan industri terpadu. Pertimbangan dalam pemilihan lokasi pabrik adalah sebagai berikut :

1. Ketersediaan bahan baku

Bahan baku yang berupa Asam Akrilat diperoleh dari dalam negeri, yaitu dari PT Nippon Shokubai, Cilegon. Bahan baku yang lain yaitu Metanol diperoleh dari PT Kaltim Methanol Industri, Kalimantan Timur. Sedangkan katalis Asam Sulfat yang didapat dari Indonesia Acid Industry yang terletak di Jakarta Timur.

2. Letak Daerah

Pabrik akan didirikan di sebuah Kawasan Industri yang jauh dari kepadatan penduduk sehingga tersedia lahan yang cukup luas dengan infrastruktur yang cukup memadai. Wilayah Cilegon termasuk salah satu kawasan industri yang ditetapkan oleh pemerintah, sehingga permasalahan perijinan pendirian pabrik tidak menjadi masalah.

### 3. Pemasaran

Lokasi pabrik harus mempertimbangkan tempat produk dipasarkan. Selain untuk keperluan dalam negeri, produk dari pabrik ini juga akan diekspor sehingga diusahakan lokasi yang dekat dengan pelabuhan. Pemasaran produk *Methyl Acrylate* yang akan didirikan ditujukan untuk kebutuhan dalam negeri, diantaranya akan dijual ke berbagai pabrik yang menggunakan *Methyl Acrylate* sebagai bahan baku produksi polimer diantaranya PT. Shin-Estu Polymer Indonesia, Karawang dan PT. WMK (*Polymer & Plastic Chemical*) Indonesia, Bandung dan pabrik-pabrik polimer lain di Indonesia.

### 4. Sarana Transportasi dan Ketersediaan Air

Tersedianya sarana transportasi di wilayah Cilegon yang dapat memudahkan lalu lintas kegiatan produksi dan kemudahan distribusi dan juga dekat dengan laut sehingga transportasi lebih mudah. Cilegon merupakan daerah yang dekat dengan laut sehingga ketersediaan air sangat melimpah. Air merupakan salah satu aspek yang paling penting untuk jalannya suatu proses produksi, aktifitas kantor, dan sebagainya.

### 5. Tenaga Kerja

Tenaga kerja merupakan pelaku dari proses produksi. Ketersediaan tenaga kerja yang terampil dan terdidik akan memperlancar jalannya proses produksi. Untuk tenaga kerja dengan kualitas tertentu dapat dengan mudah diperoleh meski tidak dari daerah setempat. Sedangkan untuk tenaga buruh diambil dari daerah setempat atau dari para pendatang pencari kerja. Dengan adanya pembangunan pabrik baru di daerah tersebut diharapkan dapat menurunkan angka TPT (Tingkat Pengangguran Terbuka).

### 6. Utilitas

Utilitas yang diperlukan seperti air dan tenaga listrik dapat dan dekat dengan kawasan industri sehingga dapat terpenuhi. Penyediaan air di peroleh dari

air sungai Berung. Serta penyediaan tenaga listrik di peroleh dari PLN dan generator pabrik.

## 7. Pengolahan Limbah

Limbah pabrik tidak akan dibuang langsung ke lingkungan namun diolah terlebih dahulu di Unit Pengolahan Limbah (UPL). Untuk limbah cair dilakukan penyesuaian pH dengan lingkungan sehingga aman saat dibuang ke lingkungan. Sedangkan limbah padat yaitu garam natrium sulfat di larutkan dalam air.



Gambar 4. 1 Lokasi Pabrik

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

Tata letak pabrik merupakan suatu tata cara dalam mengatur fasilitas-fasilitas yang ada di dalam pabrik guna melancarkan proses produksi. Tata letak pabrik meliputi rencana kebutuhan ruangan untuk melakukan seluruh aktivitas di dalam pabrik meliputi kantor, gudang, kamar serta semua fasilitas lain yang berhubungan dengan proses dalam menghasilkan produk. Oleh karena itu tata letak pabrik disusun secara cermat agar tidak terjadi kesulitan di kemudian hari.

Fasilitas pabrik tidak semata-mata hanya mesin-mesin tetapi juga daerah pelayanan termasuk tempat penerimaan. Penerimaan barang, tempat pemeliharaan, gudang dan sebagainya. Disamping itu perlu diperhatikan keamanan para pekerja sehingga tata letak pabrik meliputi didalam dan diluar gedung. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam perancangan tata letak pabrik adalah :

1. Perluasan pabrik

Perluasan pabrik ini harus sudah masuk dalam perhitungan sejak dalam perancangan pabrik. Hal ini ditujukan agar masalah kebutuhan tempat di kemudian hari tidak dipermasalahkan. Sejumlah area khusus sudah disiapkan untuk dipakai sebagai perluasan pabrik, penambahan peralatan dan peningkatan kapasitas pabrik.

2. Keamanan

Keamanan terhadap kemungkinan adanya bahaya kebakaran, ledakan, asap/gas beracun harus benar-benar diperhatikan dalam penentuan tata letak pabrik. Untuk itu harus dilakukan penempatan alat-alat pengaman seperti hydrant, penampungan air yang cukup serta penahan ledakan. Tangki penyimpanan produk yang berbahaya harus diletakkan di area khusus serta perlu adanya jarak antara bangunan yang satu dengan yang lainnya guna memberikan pertolongan dan menyediakan jalan bagi para karyawan untuk menyelamatkan diri di saat terjadinya keadaan darurat.

3. Luas area yang tersedia

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

#### 4. Bangunan

Bangunan yang ada secara fisik harus memenuhi standar dan perlengkapan yang menyertainya seperti ventilasi, instalasi, dan lain-lainnya tersedia dan memenuhi syarat.

#### 5. Instalasi dan Utilitas

Pemasangan dan distribusi yang baik dari gas, steam dan listrik akan membantu kemudahan kerja dan perawatannya. Penempatan alat proses diatur sedemikian rupa sehingga karyawan dapat dengan mudah mencapainya dan dapat menjamin kelancaran operasi serta memudahkan dalam perawatannya.

#### 6. Jaringan jalan raya

Untuk pengangkutan bahan, keperluan perbaikan, pemeliharaan dan keselamatan kerja, maka di antara daerah proses dibuat jalan yang cukup untuk memudahkan mobil keluar masuk, sehingga bila terjadi suatu bencana maka tidak akan mengalami kesulitan dalam menanggulangnya. Secara garis besar tata letak pabrik dibagi dalam beberapa daerah utama, yaitu:

- a) Daerah administrasi / perkantoran, laboratorium dan fasilitas pendukung.  
Area ini terdiri dari :
  1. Daerah administrasi sebagai pusat kegiatan administrasi dan keuangan pabrik.
  2. Laboratorium sebagai pusat kontrol kualitas bahan baku dan produk.
  3. Fasilitas – fasilitas bagi karyawan seperti : poliklinik, kantin, aula dan masjid.
- b) Daerah proses dan perluasan.  
Merupakan daerah tempat alat-alat proses diletakkan dan proses berlangsung. Ruang kontrol sebagai pusat pengendaliann berlangsungnya proses.
- c) Daerah pergudangan umum, bengkel dan garasi.
- d) Daerah utilitas dan pemadam kebakaran



Merupakan lokasi pusat kegiatan penyediaan air, steam, air pendingin dan tenaga listrik disediakan guna menunjang jalannya proses serta unit pemadam kebakaran.

e) Daerah pengolahan limbah

Merupakan daerah pembuangan dan pengolahan limbah hasil proses produksi.

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

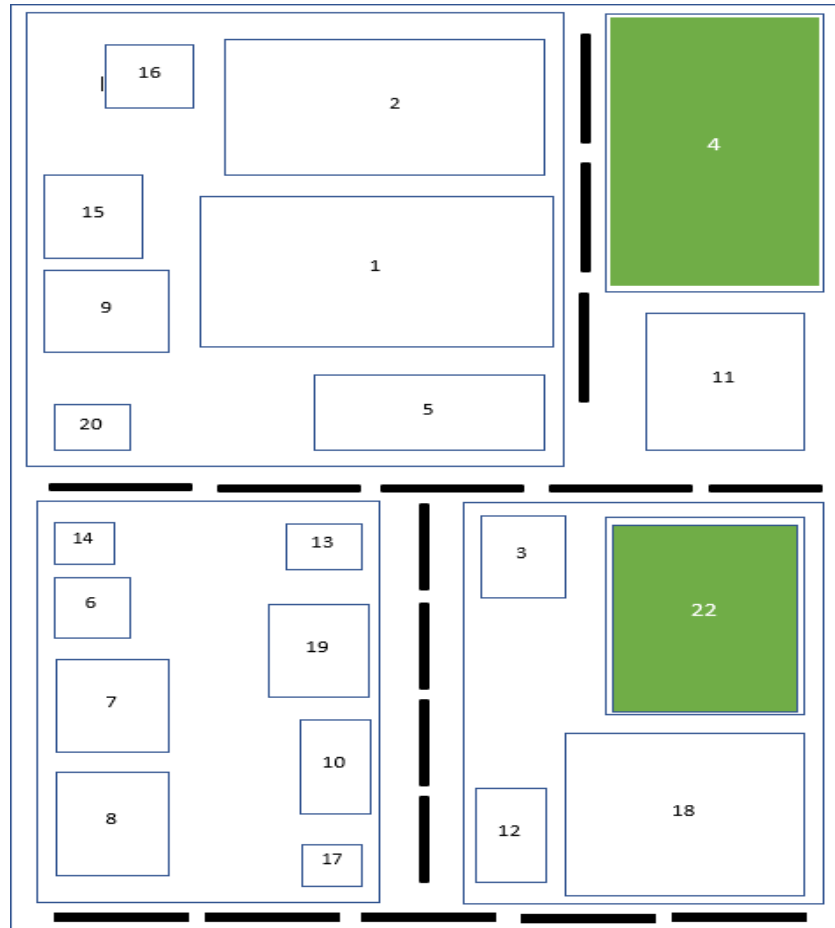
Tabel 4. 1 Lokasi perincian luas tanah dan bangunan pabrik

No	Lokasi	Luas (m <sup>2</sup> )	Panjang (m)	Lebar (m)
1	Area Proses	4000	80	50
2	Area Utilitas	3500	70	50
3	Bengkel	200	20	10
4	Daerah Perluasan	2800	20	15
5	Gudang Peralatan	300	10	10
6	Kantin	100	20	15
7	Kantor Teknik dan Produksi	300	20	15
8	Kantor Utama	300	50	20
9	Laboratorium	1000	20	20
10	Parkir Utama	400	30	20
11	Parkir Truk	600	10	8
12	Perpustakaan	80	10	10

13	Poliklinik	100	4	5
14	Pos Keamanan	20	10	15
15	Control Room	150	10	10
16	Control Utilitas	100	40	20
17	Pos keamanan	20	20	10
18	Area Mess	800	10	10
19	Masjid	200	20	30
20	Unit Pemadam kebakaran	100	40	20
21	Jalan	800	70	40
22	Taman	600	70	50
Luas Bangunan		12400	454	313
Luas Tanah		16600	584	403

Dalam uraian di atas maka dapat disimpulkan bahwa tujuan dari pembuatan tata letak pabrik adalah sebagai berikut :

- a) Mengadakan integrasi terhadap semua faktor yang mempengaruhi produk.
- b) Mengalirkan kerja dalam pabrik sesuai dengan jalannya diagram alir proses.
- c) Mengerjakan perpindahan bahan sesedikit mungkin.
- d) Menggunakan seluruh areal secara efektif.
- e) Menjamin keselamatan dan kenyamanan karyawan.
- f) Mengadakan pengaturan alat-alat produksi yang fleksibel.



Keterangan gambar :

- |                     |                             |
|---------------------|-----------------------------|
| 1. Area Proses      | 12. Perpustakaan            |
| 2. Area Utilitas    | 13. Poliklinik              |
| 3. Bengkel          | 14. Pos keamanan            |
| 4. Daerah perluasan | 15. <i>Control room</i>     |
| 5. Gudang peralatan | 16. <i>Control utilitas</i> |
| 6. Kantin           | 17. Pos kemanan             |
| 7. Kantor Produksi  | 18. Area mess               |
| 8. Kantor Utama     | 19. Masjid                  |
| 9. Laboratorium     | 20. Unit pemadam kebakaran  |
| 10. Parkir utama    | 21. Jalan                   |
| 11. Parkir truck    | 22. Taman                   |

Gambar 4. 2 Layout Pabrik Metil Akrilat (Skala 1 : 3000)

### 4.3 Tata Letak Mesin atau Alat (*Machines*)

Pemasangan alat-alat proses produksi harus diperhatikan terutama pada aliran bahan baku dan produk, lalu lintas alat berat dan jarak antar alat proses. Tujuannya agar kelancaran produksi, keamanan, dan keselamatan terjaga sehingga dapat menekan biaya produksi dan meningkatkan keuntungan. Dalam perencanaan tata letak peralatan proses ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, yaitu:

1. Aliran bahan baku dan produk

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

2. Aliran udara

Aliran udara di dalam dan di sekitar area proses diperhatikan supaya lancar. Hal ini bertujuan untuk menghindari stagnasi udara pada suatu tempat yang dapat mengakibatkan akumulasi bahan kimia yang berbahaya. Sehingga dapat membahayakan keselamatan pekerja, sehingga perlu juga diperhatikan 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

Dalam hal perancangan tata letak peralatan perlu diperhatikan agar pekerja dapat mencapai seluruh alat proses dengan cepat dan mudah. Jika terjadi gangguan alat proses maka harus cepat diperbaiki, selain itu keamanan pekerja selama menjalankan tugasnya perlu diprioritaskan.

#### 5. Tata letak alat proses

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

#### 6. Jarak antara alat proses

Untuk alat proses yang mempunyai suhu dan tekanan tinggi sebaiknya dipisahkan dari alat proses lain. Sehingga apabila terjadi ledakan atau kebakaran pada alat tersebut tidak membahayakan alat proses lainnya. Tata letak alat proses harus dirancang sedemikian rupa sehingga :

- a. Kelancaran proses produksi dapat terjamin.
- b. Dapat mengefektifkan penggunaan luas tanah.
- c. Biaya material handling menjadi rendah, sehingga menyebabkan menurunnya pengeluaran untuk capital yang tidak penting.
- d. Jika tata letak peralatan proses sedemikian rupa sehingga urutan proses produksi lancar, maka perusahaan tidak perlu untuk memakai alat angkut dengan biaya mahal.
- e. Karyawan mendapat kepuasan kerja.

#### 7. *Maintenance*

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

### **4.4. Tata Letak Alat Proses**

Tata letak peralatan proses adalah tempat kedudukan dari alat-alat yang digunakan dalam proses produksi. Tata letak alat-alat proses harus dirancang sedemikian rupa sehingga :

1. Kelancaran proses produksi lebih terjamin.
2. Dapat mengefektifkan penggunaan luas lantai.
3. Biaya material handling menjadi lebih rendah dan menyebabkan turunnya/terhindarnya pengeluaran untuk hal-hal yang tidak penting.
4. Jika tata letak peralatan diatur sesuai dengan urutan-urutan proses maka proses produksi akan lancar, sehingga perusahaan tidak perlu membeli alat angkut tambahan sehingga lebih efisien.
5. Karyawan mendapatkan kenyamanan dalam bekerja sehingga akan meningkatkan semangat kerja yang menyebabkan meningkatnya produktivitas kerja.

Hal yang harus diperhatikan juga :

1. Letak alat dalam ruangan yang cukup sehingga tersedia ruang gerak untuk keperluan perawatan, perbaikan maupun penggantian alat.
2. Pengaturan tata letak diusahakan menurut urutan proses.
3. Penempatan alat control atau alat bantu pada alat maupun pipa aliran proses dapat terjangkau atau dapat terlihat jelas untuk pengawasan proses.

Faktor-faktor yang dipertimbangkan dalam penyusunan tata letak alat proses pabrik Metil Akrilat, yaitu :

1. Pertimbangan ekonomis

Biaya konstruksi diminimumkan dengan jalan menempatkan peralatan yang memberikan sitem pemipaan sependek mungkin diantara alat proses, sehingga akan mengurangi daya tekan alat terhadap bahan, akibatnya akan mengurangi biaya variable.

2. Kemudahan operasi

Letak tiap alat diusahakan agar dapat memberikan keleluasaan bergerak pada para pekerja dalam melaksanakan aktifitas produksi.

### 3. Kemudahan pemeliharaan

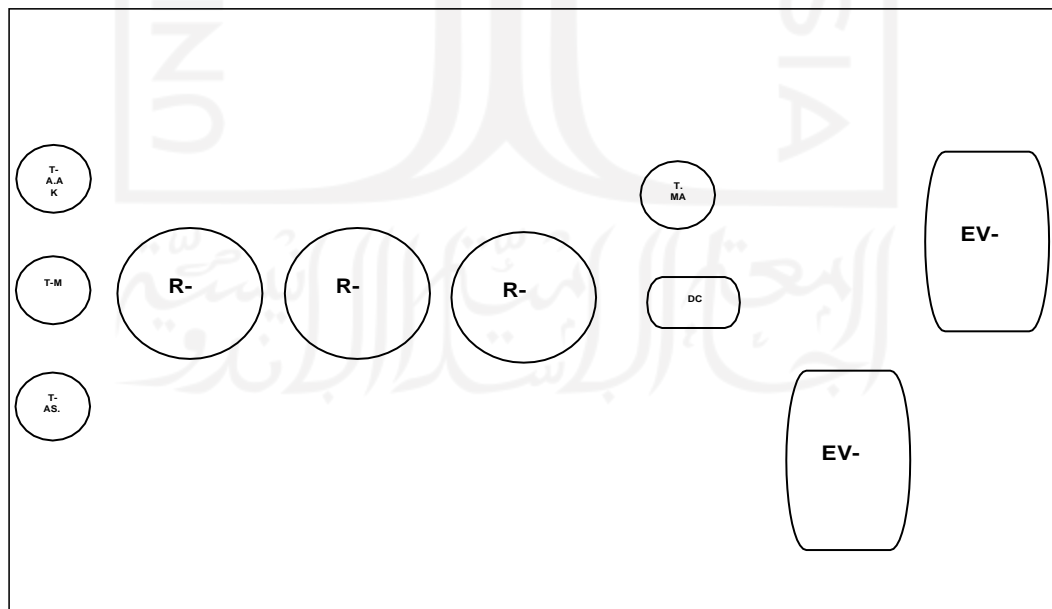
Kemudahan pemeliharaan alat juga dapat dipertimbangkan dalam penempatan alat-alat proses. Hal ini disebabkan karena pemeliharaan alat merupakan hal yang penting untuk menjaga alat beroperasi sebagaimana mestinya dan berumur panjang. Penempatan alat yang baik akan memberikan ruang gerak yang cukup untuk memperbaiki maupun untuk membersihkan peralatan.

### 4. Keamanan

Untuk alat-alat yang bersuhu tinggi diisolasi dengan bahan isolator, sehingga tidak membahayakan pekerja. Selain itu perlu disediakan pintu keluar darurat sehingga memudahkan para pekerja untuk menyelamatkan diri jika terjadi sesuatu yang tidak diinginkan.

### 5. Perluasan dan Pengembangan Pabrik

Setiap pabrik yang didirikan diharapkan dapat berkembang dengan penambahan unit sehingga diperlukan susunan pabrik yang memungkinkan adanya perluasan.



Gambar 4. 3 Tata Letak Alat Proses skala 1:100

## 4.5 Alir Proses dan Material

### 4.5.1 Neraca Massa

Basis perhitungan neraca massa :

Kapasitas produk : 70,000 ton/tahun

Diambil dalam 1 tahun : 330 hari kerja

1 hari Kerja : 24 jam

Basis perhitungan : 1 jam

$$= \left[ \frac{70,000 \text{ ton}}{1 \text{ tahun}} \right] \left[ \frac{1,000 \text{ kg}}{1 \text{ ton}} \right] \left[ \frac{1 \text{ tahun}}{330 \text{ hari}} \right] \left[ \frac{1 \text{ hari}}{24 \text{ jam}} \right]$$

$$= 8,838.38 \text{ kg/jam}$$

#### 4.5.1.1 Reaktor-01

Tabel 4. 2 Neraca Massa di Reaktor-01

Komponen	Massa Input (Kg/Jam)				Massa Output (Kg/Jam)
	Arus 1	Arus 2	Arus 3	Arus 9	Arus 4
Asam akrilat (C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub> )	7,630.45				2,071.26
Metanol (CH <sub>4</sub> OH)		3,389.24			919.99
Metil Akrilat (C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub> )					6,644.51
Air (H <sub>2</sub> O)	77.08	5.091	2,103.02	38.63	2,103.12
Asam Sulfat (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )			42.918	189.,72	1,509.02
<b>Total</b>			<b>13,247.79</b>		<b>13,247.79</b>



## 4.5.1.2 Reaktor-02

Tabel 4. 3 Neraca Massa di Reaktor-02

Komponen	Massa <i>Input</i> (Kg/Jam)	Massa <i>Output</i> (Kg/Jam)
	Arus 5	Arus 6
Asam akrilat (C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub> )	2,071.26	152.61
Metanol (CH <sub>4</sub> OH)	919.99	67.79
Metil Akrilat (C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub> )	6.644,51	893.71
Air (H <sub>2</sub> O)	2,103.12	2103.02
Asam Sulfat (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	1,509.02	1.243
<b>Total</b>	<b>13,247.79</b>	<b>13,247.79</b>

## 4.5.1.3 Reaktor-03

Tabel 4. 4 Neraca Massa di Reaktor-03

Komponen	Massa <i>Input</i> (Kg/Jam)	Massa <i>Output</i> (Kg/Jam)
	Arus 6	Arus 7
Asam akrilat (C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub> )	152.61	3.05
Metanol (CH <sub>4</sub> OH)	67.79	1.36
Metil Akrilat (C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub> )	8,937.71	9,116.47
Air (H <sub>2</sub> O)	1,986.66	2,023.89
Asam Sulfat (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	2,103.02	2103.02
<b>Total</b>	<b>13,247.79</b>	<b>13,247.79</b>

## 4.5.1.4 Decanter DC-01

Tabel 4. 5 Neraca Massa di Decanter-01

Komponen	Massa <i>Input</i> (Kg/Jam)	Massa <i>Output</i> (Kg/Jam)	
	Arus 7	Arus 8	Arus 9
Asam akrilat (C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub> )	3.052	3.05	0
Metanol (CH <sub>4</sub> OH)	1.356	1.35	0
Metil Akrilat (C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub> )	9,116.47	101.19	9,015.28
Air (H <sub>2</sub> O)	2,023.89	1,922.69	101.19
Asam Sulfat (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	1.635	2,103.00	0
<b>Total</b>	<b>13,247.79</b>	<b>13,247.79</b>	

## 4.5.1.5 Evaporator EV-01

Tabel 4. 6 Neraca Massa di Evaporator-01

Komponen	Massa <i>Input</i> (Kg/Jam)	Massa <i>Output</i> (Kg/Jam)	
	Arus 8	Arus 9	Arus 10
Asam akrilat (C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub> )	3.05	0	3.05
Metanol (CH <sub>4</sub> OH)	1.36	1.35	0
Metil Akrilat (C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub> )	101.19	101.19	0
Air (H <sub>2</sub> O)	1,922.69	1,730.42	192.26
Asam Sulfat (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	2,103.00	0	2,103.02
<b>Total</b>	<b>4.131,32</b>	<b>4.131,32</b>	

## 4.5.1.6 Evaporator EV-02

Tabel 4. 7 Neraca Massa di Evaporator-02

Komponen	Massa <i>Input</i> (Kg/Jam)	Massa <i>Output</i> (Kg/Jam)	
	Arus 10	Arus 11	Arus 10
Asam akrilat (C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub> )	3.05	3.052	0
Metanol (CH <sub>4</sub> OH)	0	0	0
Metil Akrilat (C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub> )	0	0	0
Air (H <sub>2</sub> O)	192.27	153.64	38.63
Asam Sulfat (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	2,103.02	210.30	1,892.72
<b>Total</b>	<b>2,298.35</b>	<b>2,298.35</b>	

## 4.5.2 Neraca Panas

## 4.5.2.1 Reaktor-01, Reaktor R-02, Reaktor R-03

Tabel 4. 8 Neraca Panas di Reaktor-01

Keterangan	Q <sub>masuk</sub> (kJ/jam)	Q <sub>keluar</sub> (kJ/jam)
Umpan	1,570,270	
Produk		1,649,506
Q Reaksi	294,101	
Q Pemanas		214,864
<b>Total</b>	<b>1,864,371</b>	<b>1,864,371</b>

## 4.5.2.2 Reaktor-02

Tabel 4. 9 Neraca Panas di Reaktor-02

Keterangan	$Q_{\text{masuk}}$ (kJ/jam)	$Q_{\text{keluar}}$ (kJ/jam)
Umpan	1,649,506	
Produk		1,676,853
Q Reaksi	101,502	
Q Pemanas		74,155
<b>Total</b>	<b>1,751,009</b>	<b>1,751,009</b>

## 4.5.2.3 Reaktor-03

Tabel 4. 10 Neraca Panas di Reaktor-03

Keterangan	$Q_{\text{masuk}}$ (kJ/jam)	$Q_{\text{keluar}}$ (kJ/jam)
Umpan	1,676,853	
Produk		1,678,985
Q Reaksi	7,912	
Q Pemanas		10,043
<b>Total</b>	<b>1,668,941</b>	<b>1,668,941</b>

## 4.5.2.4 Decanter DC-01

Tabel 4. 11 Neraca Panas di Dekanter-01

Komponen	$Q_{\text{Input}}$ (Kj/Jam)	$Q_{\text{Output}}$ (Kj/Jam)	
	Arus 7	Arus 8	Arus 9
Asam akrilat ( $C_3H_4O_2$ )	357.18	31.51	0
Metanol ( $CH_4OH$ )	191.65	16.90	0
Metil Akrilat ( $C_4H_6O_2$ )	949,984	927.65	82,643.12

Air (H <sub>2</sub> O)	464,695	40,289.06	2,120.48
Asam Sulfat (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	169,491	15,042.83	0
<b>Total</b>	<b>141,071.55</b>	<b>141,071.55</b>	

## 4.5.2.5 Evaporator-01

Tabel 4. 12 Neraca Panas di Evaporator-01

Keterangan	Q <sub>masuk</sub> (kJ/jam)	Q <sub>keluar</sub> (kJ/jam)
Umpan	622,046	
Produk Distilat		756,188
Produk Bottom		401,101
Uap		3,708,326
Steam	5,460,672	1,217,102
<b>Total</b>	<b>6,082,718</b>	<b>6,082,718</b>

## 4.5.2.6 Evaporator 2

Tabel 4. 13 Neraca Panas di Filter-01

Keterangan	Q <sub>masuk</sub> (kJ/jam)	Q <sub>keluar</sub> (kJ/jam)
Umpan	2,213,994	
Produk Distilat		113,040
Produk Bottom		350,886
Uap		321,290
Steam	735,055	163,832
<b>Total</b>	<b>949,050</b>	<b>949,050</b>

## 4.5.2.7 Heater-01

Tabel 4. 14 Neraca Panas di Heater-01

Komponen	Q <sub>masuk</sub> (kJ/jam)	Q <sub>keluar</sub> (kJ/jam)
Asam akrilat (C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub> )	78,762	892,940
Air (H <sub>2</sub> O)	1,615	17,696
Pemanas	830,259	
<b>Total</b>	<b>910,636</b>	<b>910,636</b>

## 4.5.2.8 Heater-02

Tabel 4. 15 Neraca Panas di Heater-02

Komponen	Q <sub>masuk</sub> (kJ/jam)	Q <sub>keluar</sub> (kJ/jam)
Metanol (CH <sub>4</sub> OH)	42,244	479,118
Air (H <sub>2</sub> O)	106	1,169
Pemanas	437,936	
<b>Total</b>	<b>480,287</b>	<b>480,287</b>

## 4.5.2.9 Heater-03

Tabel 4. 16 Neraca Panas di Heater-03

Komponen	Q <sub>masuk</sub> (kJ/jam)	Q <sub>keluar</sub> (kJ/jam)
Asam Sulfat (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	15,042	169,491
Air (H <sub>2</sub> O)	899	9,854
Pemanas	163,403	
<b>Total</b>	<b>179,345</b>	<b>179,345</b>

## 4.5.2.10 Heater-04

Tabel 4. 17 Neraca Panas di Heater-04

Komponen	Q <sub>masuk</sub> (kJ/jam)	Q <sub>keluar</sub> (kJ/jam)
Asam akrilat (C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub> )	357	492
Metanol (CH <sub>4</sub> OH)	191	265
Metil Akrilat (C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub> )	10,545	14,597
Air (H <sub>2</sub> O)	441,461	602,254
Asam Sulfat (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	169,491	233,049
Pemanas	228,613	
<b>Total</b>	<b>850,660</b>	<b>850,660</b>

## 4.5.2.11 Cooler-01

Tabel 4. 18 Neraca Panas di Cooler-01

Komponen	Q <sub>masuk</sub> (kJ/jam)	Q <sub>keluar</sub> (kJ/jam)
Asam akrilat (C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub> )	357	325
Metanol (CH <sub>4</sub> OH)	191	174
Metil Akrilat (C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub> )	949,984	866,413
Air (H <sub>2</sub> O)	464,695	422,286
Asam Sulfat (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	169,491	154,448
Pendingin		141,071
<b>Total</b>	<b>1,584,720</b>	<b>1,584,720</b>

## 4.5.2.12 Cooler 02

Tabel 4. 19 Neraca Panas di Cooler-01

Komponen	Q <sub>masuk</sub> (kJ/jam)	Q <sub>keluar</sub> (kJ/jam)
Air (H <sub>2</sub> O)	28,877	20,008
Asam Sulfat (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	506,589	354,047
Pendingin		161,411
<b>Total</b>	<b>535,467</b>	<b>1,584,720</b>

#### 4.6. Pelayanan Teknik (Utilitas)

Utilitas adalah sekumpulan unit-unit atau bagian dari sebuah pabrik kimia yang berfungsi untuk menyediakan kebutuhan penunjang proses produksi. Salah satu faktor yang menunjang kelancaran suatu proses produksi didalam pabrik Metil Akrlat ini adalah dengan penyediaan utilitas. Sarana penunjang merupakan sarana lain yang diperlukan selain bahan baku dan bahan pembantu agar proses produksi dapat berjalan sesuai yang diinginkan.

Unit pendukung proses (unit utilitas) yang tersedia dalam perancangan pabrik butil asetat, terdiri dari:

1. Unit penyediaan dan pengolahan air
2. Unit penyediaan steam
3. Unit penyediaan listrik
4. Unit penyediaan bahan bakar
5. Unit penyediaan udara
6. Unit pengolahan limbah



#### 4.6.1. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air

##### 4.6.1.1. Unit Penyediaan Air

Air merupakan salah satu bahan baku maupun bahan penunjang yang sangat dibutuhkan dalam proses produksi. Untuk memenuhi kebutuhan air suatu pabrik, pada umumnya sumber air diperoleh dari air sumur, air sungai, air danau, maupun air laut. Dalam produksi butil asetat ini, air sungai dipilih untuk keperluan lingkungan pabrik. Air sungai brantas yang dekat dengan lokasi pabrik digunakan untuk keperluan pabrik sebagai:

##### 1. Air Pendingin

Air pendingin diproduksi oleh menara pendingin (*cooling tower*). Unit air pendingin ini mengolah air dengan proses pendinginan, untuk dapat digunakan sebagai air dalam proses pendinginan pada alat pertukaran panas (*heat exchanger*) dari alat yang membutuhkan pendinginan.

Air pendingin yang keluar dari media-media perpindahan panas di area proses akan disirkulasikan dan didinginkan kembali seluruhnya di dalam *cooling tower*. Penguapan dan kebocoran air akan terjadi didalam *cooling tower* ini. Oleh karena itu, untuk menjaga jumlah air pendingin harus ditambah air *make up* yang jumlahnya sesuai dengan jumlah air yang hilang.

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

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

## 2. Air Umpan Boiler

Umpan atau steam dalam pabrik digunakan sebagai media pemanas. Adapun syarat air umpan boiler, yaitu:

- a) Tidak membuih (berbusa)
- b) Tidak membentuk kerak dalam reboiler
- c) Tidak menyebabkan korosi pada pipa
- d) Air Umpan Boiler

## 3. Air Sanitasi

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

- a) Syarat fisika, meliputi:
  - Suhu : dibawah suhu udara
  - Warna :jernih
  - Rasa : tidak berasa
  - Bau : tidak berbau
- b) Syarat kimia, meliputi:
  - Tidak mengandung zat organik dan anorganik yang terlarut dalam air.
  - Tidak mengandung bahan beracun.
  - Tidak mengandung bakteri terutama *panthogen* yang dapat merubah fisik air.

### 4.6.1.2 Unit Pengolahan Air

Berikut merupakan tahap-tahap pengolahan air:

#### 1. Clarifier

Kebutuhan air dari suatu pabrik diperoleh dari sumber air yang berada disekitar pabrik dengan cara mengolah air terlebih dahulu agar memenuhi

persyaratan yang digunakan. Pengolahan tersebut meliputi pengolahan secara fisik, kimia maupun *ion exchanger*.

Pada *clarifier* lumpur dan partikel padat lain diendapkan, kemudian air bahan baku dialirkan ke bagian tengah *clarifier* untuk diaduk. Selanjutnya air bersih akan keluar melalui pinggiran *clarifier* sedangkan flok yang terbentuk akan mengendap secara gravitasi.

## 2. Penyaringan

Air hasil dari *clarifier* dialirkan menuju saringan pasir dengan tujuan untuk memisahkan dengan partikel-partikel padatan yang terbawa. Air setelah penyaringan tersebut dialirkan menuju tangki penampung yang kemudian didistribusikan menuju menara air dan unit demineralisasi.

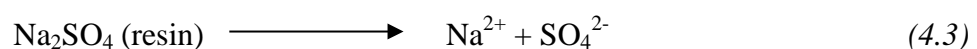
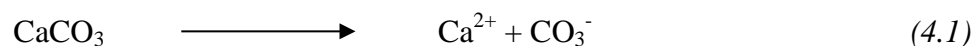
## 3. Demineralisasi

Air umpan boiler harus bebas dari garam yang terlarut, maka proses demineralisasi berfungsi untuk menghilangkan ion-ion yang terkandung. Berikut adalah tahapan pengolahan air umpan boiler:

### a. *Cation Exchanger*

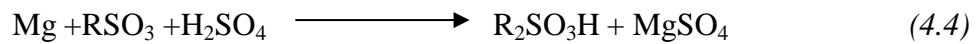
Kation exchanger ini berisi resin pengganti kation dimana pengganti kation - kation yang dikandung di dalam air diganti dengan ion  $H^+$  sehingga air yang akan keluar dari kation exchanger adalah air yang mengandung anion dan ion  $H^+$ . Sehingga air yang keluar dari kation tower adalah air yang mengandung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

Reaksi:



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

Reaksi:



#### 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  $\text{CO}_3^{3-}$ ,  $\text{Cl}^-$  dan  $\text{SO}_4^{2-}$  akan membantu garam resin tersebut.

Reaksi:



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

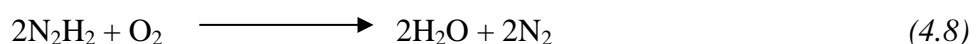
Reaksi:



#### c. Deaerasi

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

Reaksi:



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

#### 4.6.1.3 Kebutuhan Air

##### 1. Air Pendingin

Tabel 4. 20 Kebutuhan Air Pendingin

Nama Alat	Kode	Jumlah (kg/jam)
Cooler - 01	CL-01	2,249.667
Cooler - 02	CL-02	1,931.409
Condensor - 01	CD-01	7,144.630
<b>Total</b>		<b>11,325.706</b>

Perancangan dibuat *over design* sebesar 20%, maka kebutuhan air pendingin listrik menjadi 16,935.708 kg/jam

##### 2. Air Steam

Tabel 4. 21 Kebutuhan Air Steam

Nama Alat	Kode	Jumlah (kg/jam)
Reaktor - 01	R-01	4,468.840
Reaktor - 02	R-02	2,042.553
Reaktor - 03	R-03	159.219
Heat Exchanger 1	HE-01	296.479
Heat Exchanger 2	HE-02	156.383
Heat Exchanger 3	HE-03	59.519
Heat Exchanger 4	HE-04	81.636
Evaporator 1	EV-01	1,992.80
Evaporator 2	EV-02	268.25
<b>Total</b>		<b>9,525.679</b>

Perancangan dibuat *over design* sebesar 20%, maka kebutuhan air pembangkit listrik menjadi 11,430.81 kg/jam

### 3. Kebutuhan Air Proses

Pada pabrik metil akrilat air kebutuhan proses yang diperlukan sebesar 2855,067 kg/jam.

### 4. Air Rumah Tangga dan Kantor

Diperkirakan kebutuhan air tiap orang adalah 100L/hari atau sama dengan 1,023 kg/L

Jumlah karyawan 170 orang

Kebutuhan air tiap karyawan adalah 4.0729kg/jam

Maka, kebutuhan untuk semua karyawan adalah 692.3991kg/jam

Pabrik merencanakan mendirikan mess sebanyak 20 rumah yang diperkirakan dihuni oleh 60 orang

Perkiraan kebutuhan air tiap orangnya 200 kg/hari

Maka, kebutuhan air untuk mess adalah 10,000 kg/jam

Total kebutuhan air rumah tangga dan kantor adalah 26,617.580kg/jam

Perkiraan kebutuhan untuk layanan umum seperti bengkel, laboratorium, pemadam kebakaran, dll adalah sebesar 500 kg/jam

Kebutuhan air total keseluruhan

$$= 26618\text{Kg/Jam} + 500 \text{ kg/jam} + 91536 \text{ kg/jam} + 3426 \text{ kg/jam} +$$

$$2,855.067 \text{ kg/jam}$$

$$= 124,935.141 \text{ kg/jam}$$

#### 4.6.2 Unit Penyediaan Steam

Unit ini bertujuan untuk memenuhi kebutuhan steam pada produksi dengan cara menyediakan steam untuk boiler. Sebelum air dari water treatment plant digunakan sebagai umpan boiler, mula-mula diatur terlebih dahulu kadar silika, oksigen dan bahan terlarut lainnya dengan cara menambahkan bahan kimia ke dalam *boiler feed water tank*. Air kemudian dialirkan ke dalam *economizer*

sebelum dialirkan masuk ke dalam boiler yaitu alat penukar panas dengan tujuan memanfaatkan panas dari gas sisa pembakaran residu boiler. Gas dari sisa pembakaran tersebut dialirkan menuju *economizer* sebelum dibuang melalui cerobong asap. Setelah uap air terkumpul kemudian dialirkan menuju steam header untuk didistribusikan menuju alat-alat proses.

#### 4.6.3 Unit Penyediaan Listrik

Kebutuhan listrik di pabrik ini dipenuhi oleh PLN, selain itu listrik cadangan dihasilkan dari generator pabrik apabila ada gangguan pasokan listrik dari PLN setempat. Hal ini bertujuan agar pasokan tenaga listrik dapat berlangsung kontinyu meskipun ada gangguan pasokan dari PLN.

Generator yang digunakan adalah generator arus bolak-balik karena :

- a. Tenaga listrik yang dihasilkan cukup besar.
- b. Tegangan dapat dinaikkan atau diturunkan sesuai kebutuhan

Kebutuhan listrik di pabrik ini antara lain terdiri dari :

1. Listrik untuk AC
2. Listrik untuk laboratorium dan bengkel
3. Listrik untuk keperluan proses dan utilitas
4. Listrik untuk penerangan
5. Listrik untuk instrumentasi

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

Energi listrik diperlukan untuk penggerak alat proses, alat utilitas, instrumentasi, penerangan, dan alat-alat kontrol. Rincian kebutuhan listrik adalah sebagai berikut :

## 1. Kebutuhan listrik untuk alat proses :

Tabel 4. 22 Kebutuhan Listrik Alat Proses

Alat	Kode Alat	Daya	
		Hp	Watt
Reaktor-01	R-01	60	44,742
Reaktor-02	R-02	59	43,996.30
Reaktor-03	N-01	59	43.996.30
Pompa-01	P-01	0.50	372.85
Pompa-02	P-02	0.25	186.43
Pompa-03	P-03	0.25	186.43
Pompa-04	P-04	0.75	559.28
Pompa-05	P-05	0.75	559.28
Pompa-06	P-06	0.50	372.85
Pompa-07	P-07	0.50	372.85
Pompa-08	P-08	0.50	372.85
Pompa-09	P-09	0.25	186.43
Pompa-10	P-10	0.25	186.43
Pompa 11	P-11	0.25	186.43
Pompa 12	P-12	0.25	186.43
<b>Total</b>			<b>136.463,10</b>

## 2. Kebutuhan listrik untuk alat utilitas :

Tabel 4. 23 Kebutuhan Listrik Alat Utilitas

Alat	Kode Alat	Daya	
		Hp	Watt
Bak Penggumpal (Koagulasi dan Flokulasi)	BU-01	2	1,491.40



Blower Cooling Tower	BL-01	15	11,185.50
Kompresor Udara	CP-01	6	4,474.20
Pompa-01	PU-01	7.50	5,592.75
Pompa-02	PU-02	7.50	5,592.75
Pompa-03	PU-03	5	3,728.50
Pompa-04	PU-04	0.05	37.29
Pompa-05	PU-05	5	3,728.50
Pompa-06	PU-06	5	3,728.50
Pompa-07	PU-07	2	1,491.40
Pompa-08	PU-08	3	2,237.10
Pompa-09	PU-09	3	2,237.10
Pompa-10	PU-10	0.05	37.29
Pompa-11	PU-11	2	1,491.40
Pompa-12	PU-12	2	1,491.40
Pompa-13	PU-13	0.13	93.21
Pompa-14	PU-14	0.05	37.29
Pompa-15	PU-15	3	2,237.10
Pompa-16	PU-16	3	2,237.10
Pompa-17	PU-17	0.75	559.28
Pompa-18	PU-18	0.75	559.28
Pompa-19	PU-19	0.50	372.85
Pompa-20	PU-20	0.50	372.85
Pompa-21	PU-21	0.50	372.85
<b>Total</b>		<b>74.28</b>	<b>55,386.87</b>

Kebutuhan listrik utilitas dan keperluan lain seperti alat-alat kontrol, instrumentasi dan penerangan sebesar 30 Kw. Jadi total kebutuhan listrik adalah 491.85 Kw. Energi utama diperoleh dari listrik PLN dengan kekuatan 1,600 Kw dengan bahan bakar solar.

#### 4.6.4 Unit Penyediaan Udara

Udara tekan digunakan sebagai penggerak alat-alat kontrol dan bekerja secara *pneumatic*. Jumlah udara tekan yang dibutuhkan diperkirakan 56.0736 m<sup>3</sup>/jam pada tekanan 6 atm. Alat pengadaan udara tekan menggunakan compressor yang dilengkapi dengan dryer yang berisi silica gel untuk menyerap kandungan air sampai maksimal 84 ppm.

#### 4.6.5 Unit Pengolahan Limbah

Limbah yang dihasilkan dari pabrik Metil Akrlat dapat diklasifikasikan menjadi dua:

##### 1. Bahan buangan cair.

Buangan cairan dapat berupa:

- a. Air buangan yang mengandung zat organik
- b. Buangan air domestik.
- c. *Back washfilter*, air berminyak dari pompa
- d. *Blow down cooling water*

Air buangan domestik berasal dari toilet di sekitar pabrik dan perkantoran. Air tersebut dikumpulkan dan diolah dalam unit stabilisasi dengan menggunakan lumpur aktif, aerasi dan injeksi gas klorin.

##### 2. Bahan buangan padat berupa lumpur dari proses pengolahan air.

Untuk menghindari pencemaran dari bahan buangan padat maka dilakukan penanganan terhadap bahan buangan tersebut dengan cara membuat unit pembuangan limbah yang aman bagi lingkungan sekitar.

### 4.7 Spesifikasi Alat-alat Utilitas

#### 4.7.1 Saringan / *Screening* (FU-01)

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

Bahan : Alumunium

Jumlah air : 157,770.85 kg/jam

Dimensi bak :

- Panjang = 3.048 m
- Lebar = 2.438 m
- Tinggi = 1 m

#### 4.7.2 Bak Pengendapan awal (B-01) / Sedimentasi

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

Tipe : Bak persegi yang diperkuat beton bertulang

Jumlah air : 149,882.305 kg/jam

Dimensi bak :

- Panjang = 12.9269 m
- Lebar = 12.9269 m
- Tinggi = 6.4634 m

#### 4.7.3 Bak Floktuator/ Bak Penggumpal (B-02)

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

Jumlah air : 115,068.9277kg/jam

Dimensi bak :

- Diameter = 5.6030m
- Tinggi = 5.6030m

Pengaduk :

- Jenis = *Marine propeller 3 blade*
- Diameter = 5.6030 m
- Power = 2 Hp

#### 4.7.4 Tangki Larutan Alum (TU-01)

Fungsi : Menyiapkan dan menyimpan larutan alum 5% untuk 1 minggu operasi.

Kebutuhan : 0.4590 kg/jam

Dimensi bak :

- Diameter = 1.6999 m
- Tinggi = 3.3997 m

#### 4.7.5 Bak Pengendap I (BU-01)

Fungsi : Mengendapkan endapan yang berbentuk flok yang terbawa dari air sungai dengan proses flokulasi (menghilangkan flokulasi).

Tipe : Bak persegi yang diperkuat beton bertulang

Jumlah air : 115,069 kg/jam

Dimensi bak :

- Panjang = 11.8367m
- Lebar = 11.8367m
- Tinggi = 5.9183m

#### 4.7.6 Bak Pengendap II (BU-02)

Fungsi : Mengendapkan endapan yang berbentuk flok yang terbawa dari air sungai dengan proses flokulasi (memberi kesempatan untuk proses flokulasi ke 2).

Tipe : Bak persegi yang diperkuat beton bertulang

Jumlah air : 122,080 kg/jam

Dimensi bak :

- Panjang = 12.0724 m
- Lebar = 12.0724 m
- Tinggi = 6.0342 m

#### 4.7.7 Sand Filter (FU-02)

Fungsi : Menyaring partikel-partikel halus yang ada dalam air sungai.

Jumlah air : 122,080 /jam

Dimensi bak :

- Panjang = 3.2008 m
- Lebar = 3.2008m
- Tinggi = 1.6004 m

#### 4.7.8 Bak Penampung Sementara (BU-03)

Fungsi: Menampung sementara *raw water* setelah disaring di *sand filter*

Jumlah air : 122,080 kg/jam

Dimensi bak :

- Panjang = 6.6418 m
- Lebar = 6.6418 m
- Tinggi = 3.3209 m

#### 4.7.9 Tangki Klorinasi (TU-02)

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

Jumlah air : 26,617.58 kg/jam

Dimensi bak :

- Diameter = 3.4395 m
- Tinggi = 3.4395 m

#### 4.7.10 Tangki Kaporit (TU-03)

Fungsi : Menampung kebutuhan kaporit selama 1 minggu yang akan dimasukkan kedalam tangki Klorinasi (TU-01).

Jumlah bahan : 137,786 kg

Dimensi bak :

- Diameter = 0.4475 m
- Tinggi = 0.4475 m

#### 4.7.11 Tangki Air Bersih (TU-01)

Fungsi : Menampung air keperluan kantor dan rumah tangga.

Tipe : Tangki silinder tegak

Jumlah air 26,617.5798 kg/jam

Dimensi bak :

- Diameter = 9.9212m
- Tinggi = 9.9212m

#### 4.7.12 Tangki *Service Water* (TU-05)

Fungsi : Menampung air untuk keperluan layanan umum.

Tipe : Tangki silinder tegak

Jumlah air : 2855 kg/jam

Dimensi bak :

- Diameter = 2 m

- Tinggi = 1.6764 m

#### 4.7.13 Tangki Air Bertekanan (TU-04)

Fungsi : Menampung air bertekanan untuk keperluan layanan umum

Tipe : Tangki silinder tegak

Jumlah air : 500 kg/jam

Dimensi bak :

- Diameter = 2.6373 m

- Tinggi = 2.6373 m

#### 4.7.14 Bak Air Pendingin (BU-04)

Fungsi : Menampung kebutuhan air pendingin.

Tipe : Bak persegi panjang

Jumlah air : 91,536.414 kg/jam

Dimensi bak :

- Panjang = 17.4049 m

- Lebar = 17.4049 m

- Tinggi = 8.7025 m

#### 4.7.15 *Cooling Tower* (CT-01)

Fungsi : Mendinginkan air pendingin setelah digunakan.

Jumlah air : 91,536.414 kg/jam

Dimensi bak :

- Panjang = 3.2843 m

- Lebar = 3.2843 m

- Tinggi = 4.0943 m

#### 4.7.16 *Blower Cooling Tower (BL-01)*

Fungsi : Menghisap udara sekeliling untuk dikontakkan dengan air yang akan didinginkan.

Jumlah udara : 2,773,927 ft<sup>3</sup>/jam

Daya motor : 15 Hp

#### 4.7.17 *Mixed Bed (TU-05)*

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>.

Jumlah air : 2855.068 kg/jam

Dimensi bak :

- Diameter = 0.6099 m
- Tinggi = 1.6764 m
- Tebal = 3/16 in

#### 4.7.18 *Tangki NaCl (T-02)*

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

Tipe : Tangki silinder

Jumlah NaCl : 134,8445 lb/ft<sup>3</sup>

Dimensi bak :

- Diameter = 1.277 m
- Tinggi = 1.277 m

#### 4.7.19 *Tangki NaOH (T-03)*

Fungsi : Menampung Larutan NaOH yang akan digunakan untuk mengregenerasi anion exchanger.

Tipe : Tangki silinder

Jumlah NaOH : 8.167 kg

Dimensi bak :

- Diameter = 1.017 m
- Tinggi = 1.017 m

#### 4.7.20 Deaerator (DE)

Fungsi : Menghilangkan gas  $\text{CO}_2$  dan  $\text{O}_2$  yang terikat dalam *feed water* yang menyebabkan kerak pada reboiler.

Tipe : Tangki silinder tegak

Jumlah air : 2,855,0668 kg/jam

Dimensi bak :

- Diameter = 1.6342 m

- Tinggi = 1.6342 m

#### 4.7.21 Tangki $\text{N}_2\text{H}_4$ (TU-09)

Fungsi : Menyimpan larutan  $\text{N}_2\text{H}_4$ .

Tipe : Tangki silinder tegak

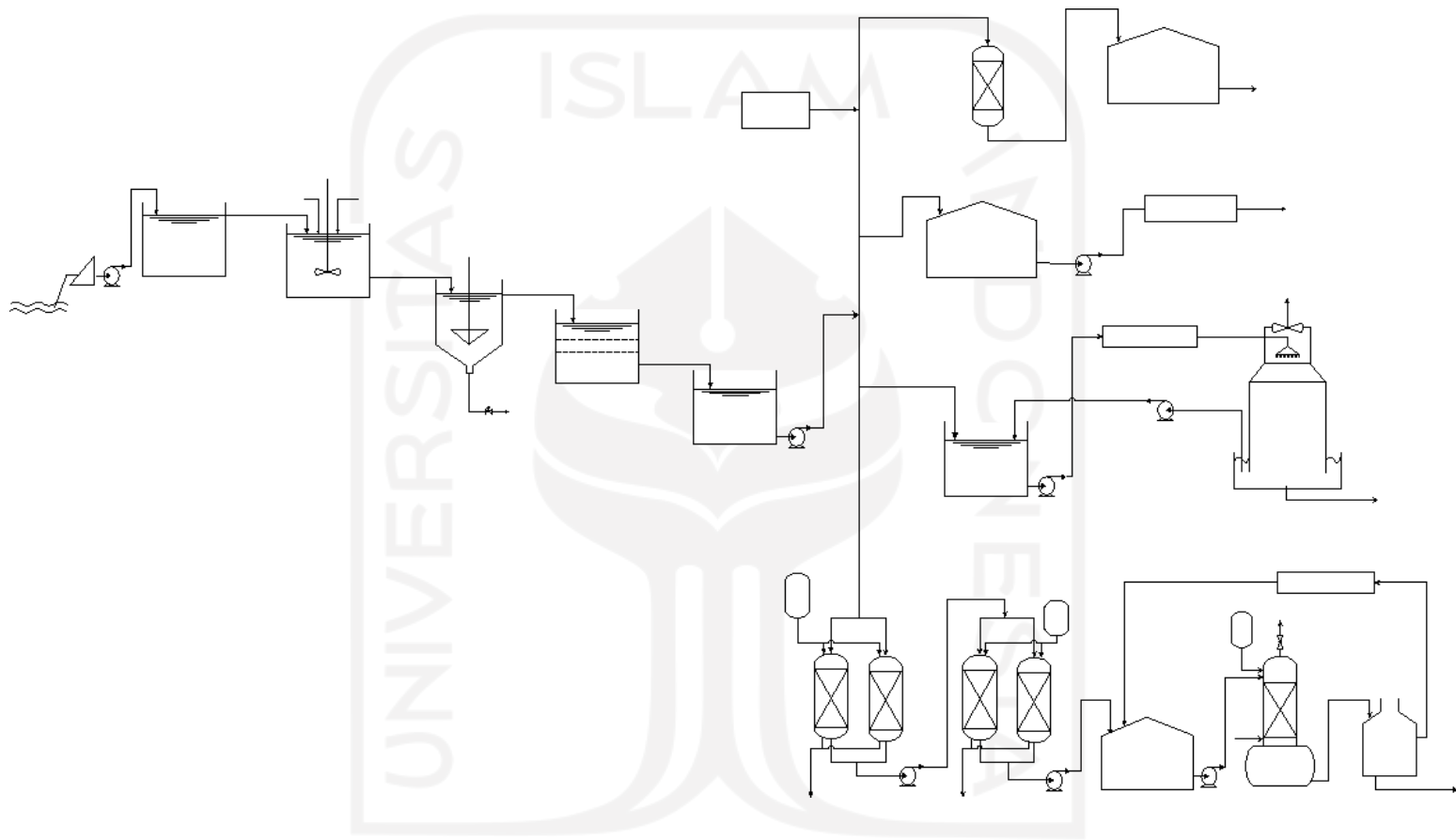
Jumlah air : 2855.0668 kg/jam

Dimensi bak :

- Diameter = 1.6431 m

- Tinggi = 1.6431 m





Gambar 4. 4 Skema Unit Pengolahan Air

## 4.8 Organisasi Perusahaan

### 4.8.1 Bentuk Perusahaan

Bentuk perusahaan yang direncanakan pada perencanaan pabrik butil asetat ini adalah Perseroan Terbatas (PT). Perseroan terbatas merupakan bentuk perusahaan yang mendapatkan modalnya dari penjualan saham dimana tiap sekutu turut mengambil bagian sebanyak satu saham atau lebih. Saham adalah surat berharga yang dikeluarkan oleh perusahaan atau PT tersebut dan orang yang memiliki saham berarti telah menyetorkan modal ke perusahaan, yang berarti pula ikut memiliki perusahaan. Dalam perseroan terbatas pemegang saham hanya bertanggung jawab menyetor penuh jumlah yang disebutkan dalam tiap saham.

Bentuk perseroan terbatas memiliki ciri-ciri sebagai berikut :

- a) Perusahaan dibentuk berdasarkan hukum.

Pembentukan menjadi badan hukum disertai akte perusahaan yang berisi informasi-informasi nama perusahaan, tujuan-tujuan perusahaan, jumlah modal dan lokasi kantor pusat. Setelah pengelola perusahaan menyerahkan akte perusahaan dan disertai uang yang diminta untuk keperluan akte perusahaan, maka ijin diberikan. Dengan ijin ini perusahaan secara sah dilindungi oleh hukum dalam pengelolaan intern perusahaan.

- b) Badan hukum terpisah dari pemiliknya (pemegang saham).

Hal ini bermaksud bahwa perusahaan ini didirikan bukan dari perkumpulan pemegang saham tetapi merupakan badan hukum yang terpisah. Kepemilikannya dimiliki dengan memiliki saham. Apabila seorang pemilik saham meninggal dunia, maka saham dapat dimiliki oleh ahli warisnya atau pihak lain sesuai dengan kebutuhan hukum. Kegiatan-kegiatan perusahaan tidak dipengaruhi olehnya.

c) Menguntungkan bagi kegiatan-kegiatan yang berskala besar.

Perseroan terbatas sesuai dengan perusahaan berskala besar dengan aktifitas-aktifitas yang kompleks. Alasan dipilihnya bentuk perusahaan ini adalah berdasarkan atas beberapa faktor sebagai berikut :

1. Mudah untuk mendapatkan modal yaitu dengan menjual saham perusahaan.
2. Tanggung jawab pemegang saham terbatas, sehingga kelancaran produksi hanya dipegang oleh pimpinan perusahaan.
3. Pemilik dan pengurus perusahaan terpisah satu sama lain, pemilik perusahaan adalah pemegang saham dan pengurus perusahaan adalah direksi beserta stafnya yang diawasi oleh dewan komisaris.
4. Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin, karena tidak terpengaruh dengan berhentinya pemegang saham, direksi, staf, serta karyawan perusahaan.
5. Lapangan usaha lebih luas. Suatu perusahaan terbatas dapat menarik modal yang sangat besar dari masyarakat, sehingga dengan modal ini dapat memperluas usahanya.

#### **4.8.2 Struktur Organisasi**

Untuk menjalankan segala aktifitas di dalam perusahaan secara efisien dan efektif, diperlukan adanya struktur organisasi. Struktur organisasi merupakan salah satu unsur yang sangat diperlukan dalam suatu perusahaan. Dengan adanya struktur yang baik maka para atasan dan para karyawan dapat memahami posisi masing-masing. Dengan demikian struktur organisasi suatu perusahaan dapat menggambarkan bagian, posisi, tugas, kedudukan, wewenang dan tanggung jawab dari masing-masing personil dalam perusahaan tersebut.

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

- a) Perumusan tujuan perusahaan dengan jelas
- b) Pendelegasian wewenang

- c) Pembagian tugas kerja yang jelas
- d) Kesatuan perintah dan tanggung jawab
- e) Sistem pengontrol atas pekerjaan yang telah dilaksanakan
- f) Organisasi perusahaan yang fleksibel.

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

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

- 1) Sebagai garis atau *line* yaitu orang-orang yang menjalankan tugas pokok organisasi dalam rangka mencapai tujuan.
- 2) Sebagai staf yaitu orang-orang yang melakukan tugasnya dengan keahlian yang dimilikinya, dalam hal ini berfungsi untuk memberikan saran-saran kepada unit operasional.

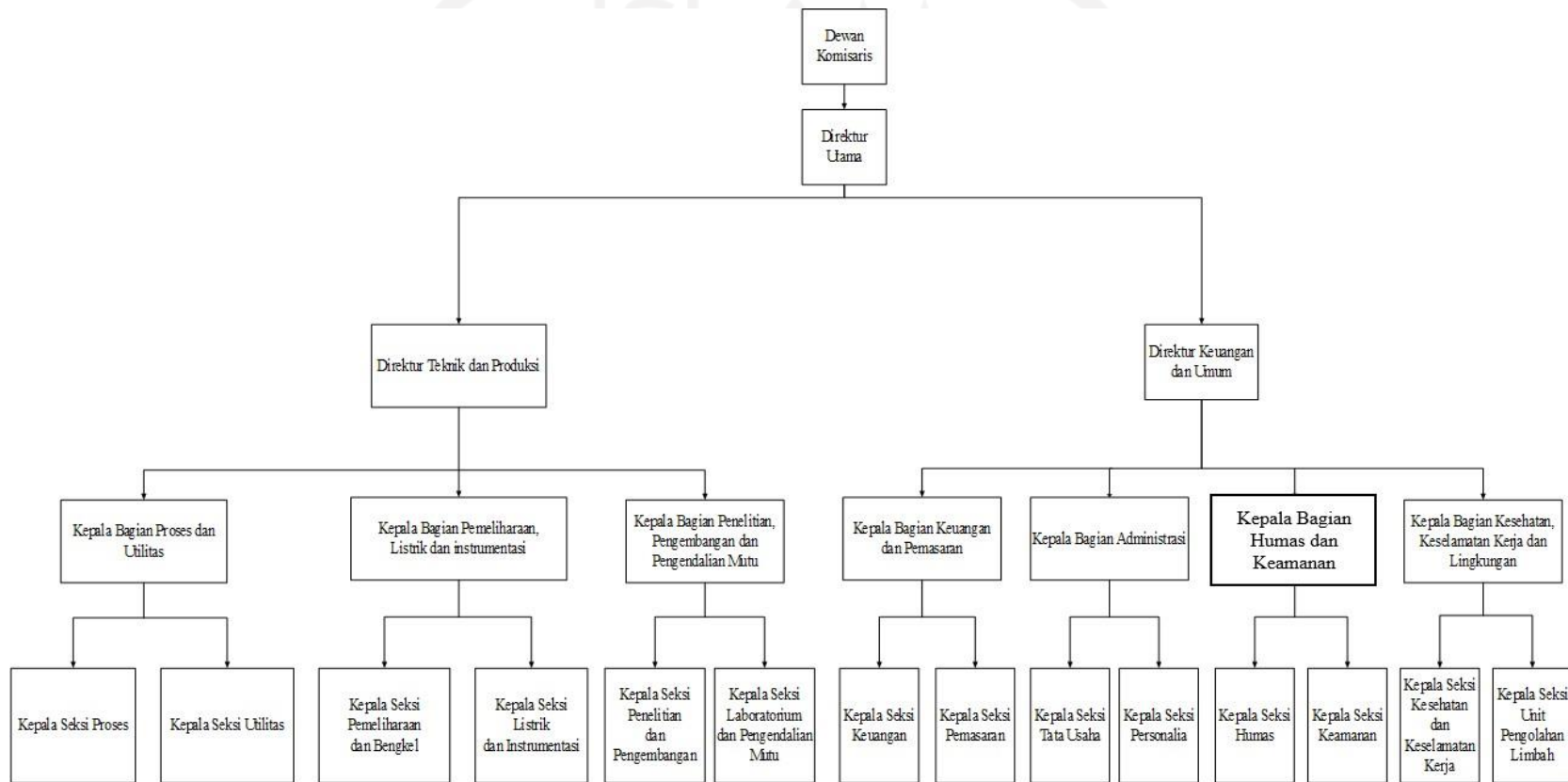
Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan, dalam pelaksanaan tugas sehari-harinya diwakili oleh seorang Dewan Komisaris, sedangkan tugas menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh seorang Direktur Utama yang dibantu oleh Manajer Produksi serta Manajer Keuangan dan Umum. Dimana Manajer Produksi membawahi bidang produksi, utilitas dan pemeliharaan. Sedangkan Manajer Keuangan dan Umum membidangi yang lainnya. Manajer membawahi beberapa Kepala Bagian yang akan bertanggung jawab membawahi atas bagian dalam perusahaan, sebagai bagian daripada pendelegasian wewenang dan

tanggung jawab. Masing-masing Kepala Bagian akan membawahi beberapa seksi dan masing-masing akan membawahi dan mengawasi beberapa 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 dibidangnya. Staf ahli akan memberikan bantuan pemikiran dan nasehat kepada tingkat pengawas, demi tercapainya tujuan perusahaan.

Manfaat adanya struktur organisasi tersebut adalah sebagai berikut :

- 1) Menjelaskan mengenai pembatasan tugas, tanggung jawab dan wewenang.
- 2) Sebagai bahan orientasi untuk pejabat.
- 3) Penempatan pegawai yang lebih tepat.
- 4) Penyusunan program pengembangan manajemen.
- 5) Mengatur kembali langkah kerja dan prosedur kerja yang berlaku bila terbukti kurang lancar.



Gambar 4. 5 Struktur Organisasi

### **4.8.3 Tugas dan Wewenang**

#### **4.8.3.1 Pemegang Saham**

Pemegang saham (pemilik perusahaan) adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi perusahaan tersebut. Kekuasaan tertinggi pada perusahaan yang mempunyai bentuk perseroan terbatas adalah rapat umum pemegang saham. Pada rapat umum tersebut para pemegang saham :

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

#### **4.8.3.2 Dewan Komisaris**

Dewan komisaris merupakan pelaksana dari para pemilik saham, sehingga dewan komisaris akan bertanggung jawab terhadap pemilik saham.

Tugas-tugas Dewan Komisaris meliputi :

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

#### **4.8.3.3 Direktur Utama**

Direktur utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan bertanggung jawab sepenuhnya dalam hal maju mundurnya perusahaan. Direktur utama bertanggung jawab pada dewan komisaris atas segala tindakan dan kebijakan yang telah diambil sebagai pimpinan perusahaan. Direktur utama

direktur produksi dan teknik, serta direktur administrasi, keuangan dan umum.

Tugas Direktur Utama antara lain:

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

#### 4.8.3.4 Kepala Bagian

Secara umum tugas Kepala Bagian adalah mengkoordinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan garis-garis yang diberikan oleh pimpinan perusahaan. Kepala bagian dapat juga bertindak sebagai staff direktur. Kepala bagian ini bertanggung jawab kepada direktur masing-masing. Kepala bagian terdiri dari :

1. Kepala Bagian Proses dan Utilitas  
Mengkoordinasikan kegiatan pabrik dalam bidang proses serta penyediaan bahan baku dan utilitas.
2. Kepala Bagian Pemeliharaan, Listrik, dan Instrumentasi Bertanggung jawab terhadap kegiatan pemeliharaan dan fasilitas penunjang kegiatan produksi.
3. Kepala Bagian Penelitian Pengembangan dan Pengendalian Mutu  
Mengkoordinasikan kegiatan yang berhubungan dengan penelitian, pengembangan perusahaan, dan pengawasan mutu.
4. Kepala Bagian Keuangan dan Pemasaran  
Mengkoordinasikan kegiatan pemasaran, pengadaan barang, serta pembukuan keuangan.



5. Kepala Bagian Administrasi

Bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan dengan tata usaha dan personalia.

6. Kepala Bagian Humas dan Keamanan

Bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan antara perusahaan dan masyarakat serta menjaga keamanan perusahaan.

7. Kepala Bagian Kesehatan Keselamatan Kerja dan Lingkungan

Bertanggung jawab terhadap keamanan pabrik dan kesehatan dan keselamatan kerja karyawan.

#### 4.8.3.5 Kepala Seksi

Kepala seksi adalah pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan rencana yang telah diatur oleh para Kepala Bagian masing-masing. Setiap kepala seksi bertanggung jawab terhadap kepala bagian masing-masing sesuai dengan seksinya.

1. Kepala Seksi Proses

Memimpin langsung serta memantau kelancaran proses produksi. Bertanggung jawab terhadap penyediaan bahan baku dan menjaga kemurnian bahan baku, serta mengontrol produk yang dihasilkan.

2. Kepala Seksi Utilitas

Bertanggung jawab terhadap penyediaan air, steam, bahan bakar, dan udara tekan baik untuk proses maupun instrumentasi.

3. Kepala Seksi Pemeliharaan dan Bengkel

Bertanggung jawab atas kegiatan perawatan dan penggantian alat-alat serta fasilitas pendukungnya.

4. Kepala Seksi Listrik dan Instrumentasi

Bertanggung jawab terhadap penyediaan listrik serta kelancaran alat-alat instrumentasi.

5. Kepala Seksi Bagian Penelitian dan Pengembangan  
Mengkoordinasi kegiatan-kegiatan yang berhubungan dengan peningkatan produksi dan efisiensi proses secara keseluruhan.
6. Kepala Seksi Laboratorium dan Pengendalian Mutu  
Menyelenggarakan pengendalian mutu untuk bahan baku, bahan pembantu, produk dan limbah.
7. Kepala Seksi Keuangan  
Bertanggung jawab terhadap pembukuan serta hal-hal yang berkaitan dengan keuangan perusahaan.
8. Kepala Seksi Pemasaran  
Mengkoordinasikan kegiatan pemasaran produk dan pengadaan bahan baku pabrik.
9. Kepala Seksi Tata Usaha  
Bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan dengan rumah tangga perusahaan serta tata usaha kantor.
10. Kepala Seksi Personalia  
Mengkoordinasikan kegiatan yang berhubungan dengan kepegawaian.
11. Kepala Seksi Humas  
Menyelenggarakan kegiatan yang berkaitan dengan relasi perusahaan, pemerintah, dan masyarakat.
12. Kepala Seksi Keamanan  
Menyelenggarakan kegiatan yang berkaitan dengan mengawasi langsung masalah keamanan perusahaan.
13. Kepala Seksi Kesehatan dan Keselamatan Kerja  
Mengurus masalah kesehatan karyawan dan keluarga, serta menangani masalah keselamatan kerja di perusahaan.
14. Kepala Seksi Unit Pengolahan Limbah  
Bertanggung jawab terhadap limbah pabrik agar sesuai dengan baku mutu limbah.

#### 4.8.3.6 Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji

Sistem kepegawaian pada pabrik butil asetat ini terdapat dua bagian, yaitu jadwal kerja kantor (*non-shift*) dan jadwal kerja pabrik (*shift*). Sedangkan gaji karyawan berdasarkan pada jabatan, tingkat pendidikan, pengalaman kerja, dan resiko kerja.

##### 1. Pembagian Jam Kerja Karyawan

###### a. Jam kerja karyawan non-shift

Senin – Kamis :

Jam Kerja : 07.00 – 12.00 dan 13.00 – 16.00

Istirahat : 12.00 – 13.00

Jumat :

Jam Kerja : 07.00 – 11.30 dan 13.30 – 17.00

Istirahat : 11.30 – 13.30

Hari Sabtu dan Minggu libur

###### b. Jam kerja karyawan shift

Jadwal kerja karyawan shift dibagi menjadi :

- Shift Pagi : 07.00 – 15.00

- Shift Sore : 15.00 – 23.00

- Shift Malam : 23.00 – 07.00

Karyawan shift ini dibagi menjadi 4 regu, yaitu 3 regu bekerja dan satu regu istirahat yang dilakukan secara bergantian. Setiap regu mendapatkan giliran 3 hari kerja dan satu hari libur untuk setiap shift dan masuk lagi untuk shift berikutnya. Untuk hari libur atau hari besar yang ditetapkan oleh pemerintah, regu yang bertugas tetap masuk. Jadwal kerja masing-masing regu disajikan dalam Tabel 4.22 sebagai berikut :

Tabel 4. 24 Jadwal Kerja

Hari/ Regu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	L	M	M	M	L	S	S	S	L	P	P	P	L	M	M
2	P	P	P	L	M	M	M	L	S	S	S	L	P	P	P
3	S	S	L	P	P	P	L	M	M	M	L	S	S	S	L
4	M	L	S	S	S	L	P	P	P	L	M	M	M	L	S

Hari/ Regu	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	L	M	M	M	L	S	S	S	L	P	P	P	L	M	M
2	P	P	P	L	M	M	M	L	S	S	S	L	P	P	P
3	S	S	L	P	P	P	L	M	M	M	L	S	S	S	L
4	M	L	S	S	S	L	P	P	P	L	M	M	M	L	S

Keterangan :

P = *Shift* Pagi    S = *Shift* Siang    M = *Shift* Malam    L = Libur

## 2. Jumlah Karyawan dan Gaji

### a. Perincian Jumlah Karyawan dan Gaji

Perincian jumlah dan gaji karyawan dapat dilihat pada halaman selanjutnya.

Tabel 4. 25 Gaji Karyawan

No	Jabatan	Jumlah	Gaji/Bulan	Total Gaji
1	Direktur Utama	1	Rp 40.000.000	Rp 40.000.000
2	Direktur Teknik dan Produksi	1	Rp 35.000.000	Rp 35.000.000
3	Direktur Keuangan dan Umum	1	Rp 35.000.000	Rp 35.000.000
4	Staff Ahli	1	Rp 18.000.000	Rp 18.000.000
5	Ka. Bag. Produksi	1	Rp 18.000.000	Rp 18.000.000
6	Ka. Bag. Teknik	1	Rp 18.000.000	Rp 18.000.000
7	Ka. Bag. Pemasaran dan Keuangan	1	Rp 18.000.000	Rp 18.000.000
8	Ka. Bag. Administrasi dan Umum	1	Rp 18.000.000	Rp 18.000.000
9	Ka. Bag. Litbang	1	Rp 18.000.000	Rp 18.000.000
10	Ka. Bag. Humas dan Keamanan	1	Rp 18.000.000	Rp 18.000.000
11	Ka. Bag. K3	1	Rp 18.000.000	Rp 18.000.000
12	Ka. Bag. Pemeliharaan, Listrik, dan Instrumentasi	1	Rp 18.000.000	Rp 18.000.000
13	Ka. Sek. Utilitas	1	Rp 15.000.000	Rp 15.000.000
14	Ka. Sek. Proses	1	Rp 15.000.000	Rp 15.000.000
15	Ka. Sek. Bahan Baku dan Produk	1	Rp 15.000.000	Rp 15.000.000
16	Ka. Sek. Pemeliharaan	1	Rp 15.000.000	Rp 15.000.000
17	Ka. Sek. Listrik dan Instrumentasi	1	Rp 15.000.000	Rp 15.000.000
18	Ka. Sek. Laboratorium	1	Rp 15.000.000	Rp 15.000.000
19	Ka. Sek. Keuangan	1	Rp 15.000.000	Rp 15.000.000
20	Ka. Sek. Pemasaran	1	Rp 15.000.000	Rp 15.000.000
21	Ka. Sek. Personalia	1	Rp 15.000.000	Rp 15.000.000
22	Ka. Sek. Humas	1	Rp 15.000.000	Rp 15.000.000
23	Ka. Sek. Keamanan	1	Rp 15.000.000	Rp 15.000.000
24	Ka. Sek. K3	1	Rp 15.000.000	Rp 15.000.000
25	Karyawan Personalia	4	Rp 8.000.000	Rp 32.000.000
26	Karyawan Humas	4	Rp 8.000.000	Rp 32.000.000
27	Karyawan Litbang	4	Rp 8.000.000	Rp 32.000.000
28	Karyawan Pembelian	4	Rp 8.000.000	Rp 32.000.000
29	Karyawan Pemasaran	4	Rp 8.000.000	Rp 32.000.000
30	Karyawan Administrasi	3	Rp 8.000.000	Rp 24.000.000
31	Karyawan Kas/Anggaran	3	Rp 8.000.000	Rp 24.000.000
32	Karyawan Proses	15	Rp 8.000.000	Rp 120.000.000
33	Karyawan Pengendalian	6	Rp 8.000.000	Rp 48.000.000
34	Karyawan Laboratorium	6	Rp 8.000.000	Rp 48.000.000
35	Karyawan Pemeliharaan	6	Rp 8.000.000	Rp 48.000.000
36	Karyawan Utilitas	12	Rp 8.000.000	Rp 96.000.000
37	Karyawan K3	6	Rp 8.000.000	Rp 48.000.000
38	Operator proses	24	Rp 5.000.000	Rp 120.000.000
39	Operator Utilitas	12	Rp 5.000.000	Rp 60.000.000
40	Sekretaris	6	Rp 7.000.000	Rp 42.000.000
41	Dokter	2	Rp 8.000.000	Rp 16.000.000
42	Perawat	4	Rp 5.000.000	Rp 20.000.000
43	Satpam	6	Rp 3.500.000	Rp 21.000.000
44	Supir	8	Rp 3.500.000	Rp 28.000.000
45	Cleaning Service	7	Rp 3.300.000	Rp 23.100.000
Total		170	Rp 596.300.000	Rp 1.398.100.000

#### b. Sistem Gaji Karyawan

Gaji karyawan dibayarkan pada tanggal 1 tiap bulannya. Bila tanggal tersebut merupakan hari libur, maka pembayaran gaji akan dilakukan sehari sebelumnya.

#### 4.8.3.8 Kesejahteraan Sosial Karyawan

Sebagai sarana kesejahteraan, seluruh karyawan pabrik selain menerima gaji setiap bulan, juga diberikan jaminan sosial berupa fasilitas-fasilitas dan tunjangan yang dapat memberikan kesejahteraan kepada karyawan. Tunjangan tersebut berupa :

- 1) Tunjangan hari raya keagamaan
- 2) Tunjangan jabatan
- 3) Tunjangan istri dan anak
- 4) Tunjangan rumah sakit dan kematian
- 5) Jamsostek
- 6) Uang makan

##### c. Poliklinik

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

##### d. Pakaian kerja

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

##### e. Makan dan minum

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

##### f. Koperasi

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

##### g. Tunjangan Hari Raya (THR)

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

h. Jamsostek

Jamsostek merupakan asuransi pertanggung jawaban jiwa dan asuransi kecelakaan. Bertujuan untuk memberikan rasa aman kepada para karyawan ketika sedang menjalankan tugasnya.

i. Tempat ibadah

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

j. Transportasi

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

k. Hak cuti

- Cuti tahunan

Diberikan pada karyawan selama 12 hari kerja dalam setaun.

- Cuti massal

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

- Cuti hamil

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

Adapun jenjang kepemimpinan dalam pabrik adalah sebagai berikut :

- Dewan komisaris/pemegang saham
- Direksi produksi
- Direktur umum
- Kepala bagian
- Kepala seksi
- Pegawai/operator

#### 4.9 Evaluasi Ekonomi

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

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

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

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

Meliputi :

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

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

Meliputi :

- a) Biaya pembuatan (*Manufacturing Cost*)
- b) Biaya pengeluaran umum (*General Expenses*)

- 3) Pendapatan modal

Untuk mengetahui titik impas, maka perlu dilakukan perkiraan terhadap:

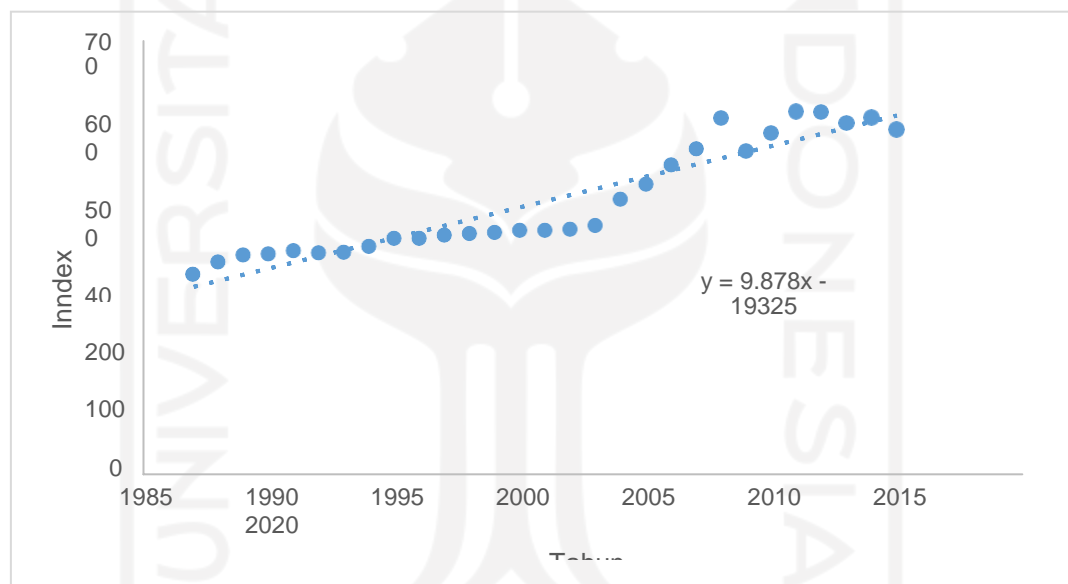
- a) Biaya tetap (*Fixed Cost*)



- b) Biaya variabel (*Variable Cost*)
- c) Biaya mengambang (*Regulated Cost*)

#### 4.9.1 Penaksiran Harga Peralatan

Harga peralatan proses selalu mengalami perubahan setiap tahun tergantung pada kondisi ekonomi yang ada. Untuk mengetahui harga peralatan yang ada sekarang, dapat ditaksir dari harga tahun lalu berdasarkan indeks harga. Sumber ([www.chemengonline.com](http://www.chemengonline.com))



Gambar 4. 6 Index Harga Alat

Berdasarkan data harga indeks tiap tahun tersebut, kemudian dilakukan regresi linear untuk mendapatkan harga indeks pada tahun perancangan pabrik yaitu tahun 2023. Regresi linear dapat dilihat pada gambar dibawah ini. Persamaan yang diperoleh adalah :  $y = 9.878x - 19325$

Dengan menggunakan persamaan diatas dapat dicari harga indeks pada tahun perancangan, dalam hal ini pada tahun 2026 adalah :

Tabel 4. 26 Harga Indeks Tahun Perancangan

Tahun	Indeks
2016	589,048
2026	687,828

Jadi, indeks pada tahun 2026 adalah 687,828

Harga – harga alat dan lainnya diperhitungkan pada tahun evaluasi. Selain itu, harga alat dan lainnya ditentukan juga dengan referensi (Peters dan Timmerhaus, pada tahun 1990 dan Aries dan Newton, pada tahun 1955). Maka harga alat pada tahun evaluasi dapat dicari dengan persamaan:

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

Dalam hubungan ini:

$E_x$  : Harga pembelian pada tahun 2014

$E_y$  : Harga pembelian pada tahun referensi

$N_x$  : Index harga pada tahun 2014

$N_y$  : Index harga pada tahun referensi

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

$$E_b = E_a \left( \frac{C_b}{C_a} \right)^{0,6}$$

Dimana :  $E_a$  = harga alat a

$E_b$  = harga alat b

$C_a$  = Kapasitas alat a

$C_b$  = Kapasitas alat b

#### 4.9.2 Dasar Perhitungan

Kapasitas produksi *Ethyl Acrylate* = 75,000 ton/tahun

Satu tahun operasi = 330 hari

Umur pabrik	=	10 tahun
Pabrik didirikan pada tahun	=	2026
Kurs mata uang	=	1 US\$ = Rp 15,000,-
Harga bahan baku (Metanol)	=	Rp. 375,798,937,526
Harga bahan baku (Asam Akrilat)	=	Rp. 611,281,082,086
Katalis (Asam Sulfat)	=	Rp. 48,135,677,959
Harga Jual	=	Rp. 113,962,389,108

### 4.9.3 Perhitungan Biaya

#### 4.9.3.1 Capital Investment

Modal atau *capital investment* adalah sejumlah uang yang harus disediakan untuk mendirikan dan menjalankan suatu pabrik. Ada 2 macam *capital investment*, yaitu:

a. *Fixed Capital Investment*

*Fixed Capital Investment* adalah biaya yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas – fasilitas pabrik.

b. *Working Capital Investment*

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

Modal biasanya didapatkan dari uang sendiri dan bisa juga berasal dari pinjaman dari bank. Perbandingan jumlah uang sendiri atau *equity* dengan jumlah pinjaman dari bank tergantung dari perbandingan antara pinjaman dan uang sendiri yaitu dapat sebesar 30:70 atau 40:60 atau kebijakan lain tentang rasio modal tersebut. Karena penanaman modal dengan harapan mendapatkan keuntungan dari modal yang ditanamkan, maka ciri-ciri investasi yang baik adalah:

- a. Investasi cepat kembali
- b. Aman, baik secara hukum, teknologi, dan lain sebagainya.

- c. Menghasilkan keuntungan yang besar (maksimum)

#### 4.9.3.2 Manufacturing Cost

*Manufacturing Cost* merupakan jumlah *Direct*, *Indirect* dan *Fixed Manufacturing Cost*, yang bersangkutan dalam pembuatan produk. Menurut Aries dan Newton (Tabel 23), *Manufacturing Cost* meliputi :

1. *Direct Cost*

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

2. *Indirect Cost*

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

3. *Fixed Cost*

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

#### 4.9.3.3 General Expenses

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

a. Administrasi

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

b. Sales

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

c. Riset

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

#### 4.9.4 Analisa Kelayakan

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

##### 4.9.4.1 Percent Return On Investment

*Return On Investment* adalah tingkat keuntungan yang dapat dihasilkan dari tingkat investasi yang dikeluarkan. Jumlah uang yang diperoleh atau hilang tersebut dapat disebut bunga atau laba/rugi.

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

##### 4.9.4.2 Pay Out Time (POT)

1. 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 depresiasi.

2. Waktu minimum teoritis yang dibutuhkan untuk pengembalian modal tetap yang ditanamkan atas dasar keuntungan setiap tahun ditambah dengan penyusutan.

3. Waktu pengembalian modal yang dihasilkan berdasarkan keuntungan yang diperoleh. Perhitungan ini diperlukan untuk mengetahui dalam berapa tahun investasi yang telah dilakukan akan kembali.

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

#### 4.9.4.3 Break Even 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 dibawah BEP dan akan untung jika beroperasi diatas BEP. Salah satu tujuan utama perusahaan adalah mendapatkan keuntungan atau laba secara maksimal bisa dilakukan dengan beberapa langkah sebagai berikut:

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

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

Dimana

Fa : *Annual Fixed Manufacturing Cost* pada produksi maksimum

Ra : *Annual Regulated Expenses* pada produksi maksimum

Va : *Annual Variable Value* pada produksi maksimum

Sa : *Annual Sales Value* pada produksi maksimum

#### 4.9.4.4 Shut Down Point (SDP)

*Down Point* merupakan Suatu titik atau saat penentuan suatu aktivitas produksi dihentikan. Penyebabnya antara lain *variable cost* yang terlalu tinggi, atau bisa juga karena keputusan manajemen akibat tidak ekonomisnya suatu aktivitas produksi (tidak menghasilkan profit). Persen kapasitas minimal suatu pabrik dapat mencapai kapasitas produk yang diharapkan dalam setahun. Apabila tidak mampu mencapai persen minimal kapasitas tersebut dalam satu tahun maka pabrik harus berhenti beroperasi atau tutup.

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

#### 4.9.4.5 Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFR)

*Discounted Cash Flow Rate of Return* adalah salah satu metode untuk menghitung prospek pertumbuhan suatu instrument investasi dalam beberapa waktu kedepan. Konsep DCFR ini didasarkan pada pemikiran bahwa, jika anda menginvestasikan sejumlah dana, maka dana tersebut akan tumbuh sebesar sekian persen atau mungkin sekian kali lipat setelah beberapa waktu tertentu. Disebut '*discounted cash flow*' atau ' arus kas yang terdiskon', karena cara menghitungnya adalah dengan mengestimasi arus dana dimasa mendatang untuk kemudian di *cut* dan menghasilkan nilai tersebut pada masa kini.

Biasanya seorang investor ingin mengetahui bahwa jika dia menginvestasikan sejumlah dana pada suatu instrumen investasi tertentu, maka setelah kurun waktu tertentu (misalnya setahun), dana tersebut akan tumbuh menjadi berapa. Untuk menghitungnya, maka digunakan Persamaan DCFR :

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

Dimana:

FC : *Fixed capital*

WC : *Working capital*

SV : *Salvage value*

C : *Cash flow*

- : profit after taxes + depresiasi + finance  
 n : Umur pabrik = 10 tahun  
 I : Nilai DCFR

#### 4.9.5 Hasil Perhitungan

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

Tabel 4. 27 *Physical Plant Cost (PPC)*

No.	Komponen	Harga (\$)	Harga (Rp)
1.	Harga alat	23,257,000	384,855,002,145
2.	Biaya Pengangkutan	5,841,250	87,213,750,536
3.	Biaya Instalasi	3,637,395	54,560,922,336
4.	Biaya pemipaan	5,389,810	80,847,146,747
5.	Biaya instrumentasi	7,179,436	107,691,539,162
6.	Biaya Insulasi	1,796,603	26,949,048,916
7.	Biaya Listrik	3,488,550	52,328,250,322
8.	Biaya bangunan	2,041,667	30,625,000,000
9.	Biaya tanah dan perluasan lahan	2,193,333	32,900,000,000
<b><i>Physical Plant Cost (PPC)</i></b>		<b>54,798,044</b>	<b>821,970,660,164</b>

Tabel 4. 28 *Direct Plant Cost (DPC)*

No.	Komponen	Harga (\$)	Harga (Rp)
1.	Teknik dan Konstruksi (20% PPC)	10,959,609	164,394,132,033
<b>Total (DPC+PPC)</b>		<b>65,757,653</b>	<b>986,364,792,197</b>

Tabel 4. 29 *Fixed Capital Investment (FCI)*



No.	Komponen	Harga (\$)	Harga (Rp)
1.	<i>Direct Plant Cost</i> (Total DPC+PPC)	65,757,635	986,364,792,197
2.	<i>Contractor fee</i> (4%.DPC)	2,630,306	39,454,591,688
3.	<i>Contingency</i> (10%.DPC)	6,575,765	98,636,479,220
<b><i>Fixed Capital Investment (FCI)</i></b>		<b>74,963,724</b>	<b>1,124,455,863,105</b>

Tabel 4. 30 *Direct Manufacturing Cost (DMC)*

No.	Komponen	Harga (\$)	Harga (Rp)
1.	<i>Raw material</i>	69,014,379.84	1,035,215,697,571
2.	<i>Labor</i>	1,155,680.00	17,335,200,000
3.	<i>Supervisor</i>	173,352.00	2,600,280,000
4.	<i>Maintenance</i>	2,998,548.97	44,978,234,524
5.	<i>Plant supplies</i>	449,782.35	6,746,735,179
6.	<i>Royalty and patent</i>	1,330,000.00	19,905,000,000
7.	<i>Utilities</i>	2,238,166.29	33,572,494,375
<b><i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i></b>		<b>77,359,909</b>	<b>1,160,398,641,650</b>

Tabel 4. 31 *Indirect Manufacturing Cost (IMC)*

No.	Komponen	Harga (\$)	Harga (Rp)
1.	<i>Payroll overhead</i>	173,352	2,600,280,000
2.	<i>Laboratory</i>	115,562	1,733,520,000
3.	<i>Plant overhead</i>	924,544	13,868,160,000
4.	<i>Packaging &amp; Shipping</i>	650,000	99,750,000,000
<b><i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i></b>		<b>7,863,464</b>	<b>117,951,960,000</b>

Tabel 4. 32 *Fixed Manufacturing Cost (FMC)*

No.	Komponen	Harga (\$)	Harga (Rp)
1.	Depresiasi	7,496,372	112,445,586,310
2.	<i>Property tax</i>	1,499,274	22,489,117,262
3.	Asuransi	749.637	11,244,558,631
<b><i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i></b>		<b>9,745,284</b>	<b>146,179,262,204</b>

Tabel 4. 33 *Manufaring Cost (MC)*

No.	Komponen	Harga (\$)	Harga (Rp)
1.	<i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>	77,359,909	1,160,398,641,650
2.	<i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>	7,863,464	117,951,960,000
3.	<i>Fix Manufacturing Cost (FMC)</i>	9,745,284	146,179,262,204
<b><i>Manufaring Cost (MC)</i></b>		<b>94,968,658</b>	<b>1,424,529,863,853</b>

Tabel 4. 34 *Working Capital (WC)*

No.	Komponen	Harga (\$)	Harga (Rp)
1.	<i>Raw material inventory</i>	18,822,104	282,331,553,883
2.	<i>Inprocesess inventory</i>	12,950,271	194,254,072,344
3.	<i>Produk inventory</i>	8,633,514	129,502,714,896
4.	<i>Extended credit</i>	36,272,727	544,090,909,091
5.	<i>Available cash</i>	25,900,543	388,508,144,687
<b><i>Working Capital (WC)</i></b>		<b>102,579,160</b>	<b>1,583,685,394,901</b>

Tabel 4. 35 *General Expense (GE)*

No.	Komponen	Harga (\$)	Harga (Rp)
1.	<i>Administrasi</i>	2,849,060	42,735,895,916
2.	<i>Sales expense</i>	7,597,493	113,96,389,108
3.	<i>Research</i>	3,798,746	56,981,194,554
4.	<i>Finance</i>	3,550,858	53,262,865,160
<b>General Expense (GE)</b>		<b>17,796,156</b>	<b>266,942,344,738</b>

Tabel 4. 36 Total Biaya Produksi

No.	Komponen	Harga (\$)	Harga (Rp)
1.	<i>Manufacturing cost</i>	94,968,658	1,424,529,863,853
2.	<i>General expense</i>	17,796,156	266,942,344,738
<b>Total Biaya Produksi</b>		<b>112,764,814</b>	<b>1,691,472,208,591</b>

Tabel 4. 37 *Fixed Cost (Fa)*

No.	Komponen	Harga (\$)	Harga (Rp)
1.	Depresiasi	7,496,372	112,445,586,310
2.	<i>Property tax</i>	1,499,274	22,489,117,262
3.	Asuransi	749,637	11,244,558,631
<b>Fixed Cost (Fa)</b>		<b>9,745,284</b>	<b>146,179,262,204</b>

Tabel 4. 38 *Variable Cost (Va)*

No.	Komponen	Harga (\$)	Harga (Rp)
1.	<i>Raw material</i>	69,014,380	1,035,215,697,571
2.	<i>Packing and shipping</i>	6,650,000	99,750,000,000
3.	Utilitas	2,238,166	33,572,494,375
4.	<i>Royalties &amp; patents</i>	1,330,000	19,950,000,000
<b>Variable Cost (Va)</b>		<b>79,232,546</b>	<b>1,188,488,191,947</b>

Tabel 4. 39 *Regulated Cost (Ra)*

No.	Komponen	Harga (\$)	Harga (Rp)
1.	Gaji karyawan	1,155,680	17,335,200,000
2.	<i>Plant overhead</i>	924,544	13,868,160,000
3.	<i>Plant Overhead</i>	173,352	2,600,280,000
4.	<i>Supervise</i>	173,352	2,600,280,000
5.	<i>Laboratory</i>	115,568	1,733,520,000
6.	<i>Administration</i>	2,849,060	42,735,895,916
7.	<i>Finance</i>	3,550,858	53,262,865,160
8.	<i>Sales expense</i>	7,597,493	113,962,389,108
9.	<i>Research</i>	3,798,746	56,981,194,554
10.	<i>Maintenance</i>	2,998,549	44,978,234,524
11.	<i>Plant supplies</i>	449,782	6,746,735,179
<b><i>Regulated Cost (Ra)</i></b>		<b>23,786,984</b>	<b>356,804,754,441</b>

#### 4.9.6 Analisa Keuntungan

<i>Annual Sales (Sa)</i>	= Rp. 1,995,000,000,000
<i>Total Cost</i>	= Rp. 1,691,472,208,591
Keuntungan sebelum pajak	= Rp. 303,527,791,408.66
Pajak Pendapatan	= 50%
Keuntungan setelah pajak	= Rp. 151,763,895,704

#### 4.9.7 Hasil Kelayakan Ekonomi

##### 4.9.7.1 Percent Return On Investment (ROI)

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

ROI sebelum pajak = 26.81 %

ROI sesudah pajak = 13.40 %

#### 4.9.7.2 Pay Out Time (POT)

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

POT sebelum pajak = 3 tahun

POT sesudah pajak = 4 tahun

#### 4.9.7.3 Break Even Point (BEP)

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

BEP = 45.63 %

#### 4.9.7.4 Shut Down Point (SDP)

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

SDP = 19.26 %

#### 4.9.7.5 Discounted Cash Flow Rate (DCFR)

Umur pabrik = 10 tahun

*Fixed Capital Investment* = Rp74,963,724

*Working Capital* = Rp 1,538,687,394,901

*Salvage Value (SV)* = Rp112,445,586,310

*Cash flow (CF)* = Annual profit+depresiasi+ finance

CF = Rp 317,472,347,175

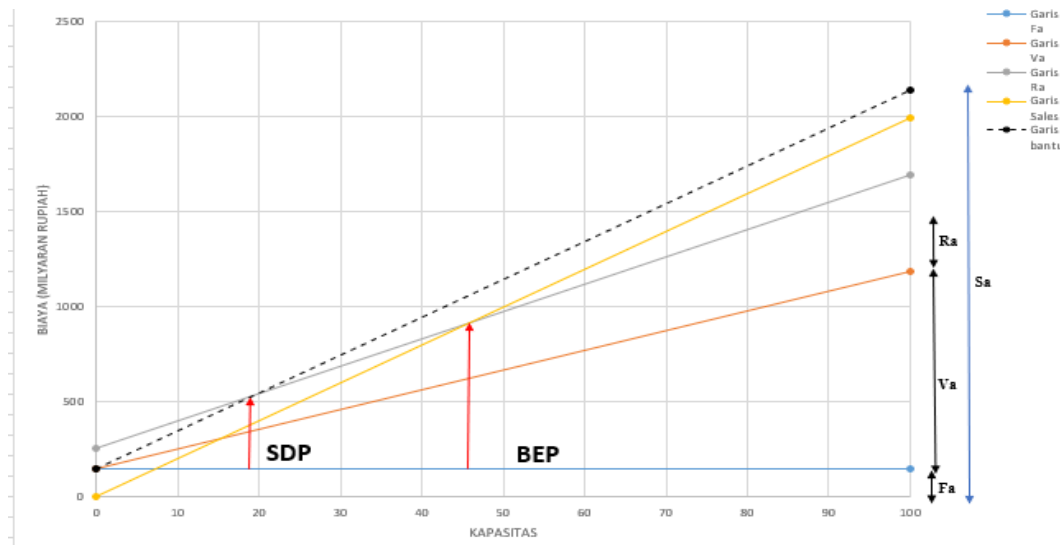
*Discounted cash flow* dihitung secara *trial & error*

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

R = Rp 4,903,723,269,712

S = Rp7,974,642,784,865

Dengan *trial & error* diperoleh nilai  $i = 22.45 \%$



Gambar 4. 7 Grafik BEP

Gambar 4.6 menunjukkan perolehan nilai BEP (*Break Even Point*) dan SDP (*Shut Down Point*) dimana didapat untuk nilai BEP dan SDP yang telah diketahui melalui perhitungan adalah 45.63% dan 19.26%. Dalam pembuatan grafik BEP diperlukan nilai-nilai seperti  $R_a$ ,  $V_a$ ,  $F_a$ , dan  $S_a$  dimana diketahui berdasarkan perhitungan di analisa ekonomi. Grafik BEP digunakan untuk mengetahui berapa total kapasitas yang harus di produksi dari kapasitas keseluruhan pabrik untuk mengetahui posisi dimana pabrik dalam kondisi tidak untung dan tidak rugi atau dalam kata lain kembali modal. Ketika pabrik telah beroperasi menghasilkan produk dengan kapasitas diatas titik BEP maka pabrik akan di katakan untung namun sebaliknya apabila pabrik menghasilkan kapasitas dibawah titik BEP maka dikatakan rugi. Sedangkan SDP adalah titik atau batas dimana pabrik tersebut harus di tutup karena mengalami kerugian yang besar. Dapat disimpulkan bahwa jumlah kapasitas yang harus di produksi per tahunnya adalah 31,941 ton/tahun untuk mencapai titik BEP dan untuk SDP adalah 13,461 ton/tahun.

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan perancangan Pabrik Metil Akrilat dari Asam Akrilat dan Metanol dengan katalis Asam Sulfat dengan kapasitas 70,000 ton/tahun, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Pendirian pabrik Metil Akrilat dengan kapasitas 70,000 ton/tahun didasarkan atas keinginan mengurangi ketergantungan impor dari luar negeri, menciptakan lapangan kerja baru, memenuhi kebutuhan dalam negeri, serta mendorong berkembangnya industri lainnya yang berbahan baku butil asetat.
2. Pabrik Metil Akrilat berbentuk Perseroan Terbatas (PT) didirikan di daerah kawasan industri Ciwandan, Cilegon, Banten dengan luas tanah keseluruhan 16,600 m<sup>2</sup> dan luas bangunan 12,400 m<sup>2</sup>. Jumlah karyawan 170 orang dan beroperasi 330 hari/tahun.
3. Ditinjau dari segi proses, sifat-sifat bahan baku dan kondisi operasinya, maka Pabrik Metil Akrilat dengan kapasitas 70,000 ton/tahun ini tergolong pabrik beresiko rendah.
4. Berdasarkan hasil perhitungan analisa terhadap aspek ekonomi yang telah dilakukan pada pabrik ini didapatkan sebagai berikut:
5. Keuntungan sebelum pajak sebesar Rp. 303,527,791,408.66 per tahun dan keuntungan setelah pajak sebesar Rp. 151,763,895,704 (dengan asumsi pajak 50%) (Aries & Newton, 1955).
6. Presentasi *Return on Investment* (ROI) sebelum pajak adalah 26.81% dan setelah pajak adalah 13.40%. ROI setelah pajak minimum untuk pabrik beresiko rendah sebesar 11%. (Aries & Newton, 1955).
7. *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak adalah 3 tahun dan setelah pajak adalah 4 tahun. POT setelah pajak maksimum untuk pabrik beresiko rendah adalah 5 tahun. (Aries & Newton, 1955).

8. Nilai *Break Event Point* (BEP) adalah 45.63% dan *Shut Down Point* (SDP) adalah 19.26%. BEP untuk pabrik kimia pada umumnya sebesar 40%-60% dan  $SDP < BEP$ . (Aries & Newton, 1955).
9. *Discounted Cash Flow Rate* (DCFR) adalah 22.45%. Suku bunga simpanan bank rata-rata pada saat ini sebesar 7.13%.
10. Dari data di atas dapat disimpulkan bahwa Pabrik Metil Akrilat layak dikaji untuk didirikan karena memiliki indikator ekonomi yang menguntungkan.

## 5.2 Saran

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

1. Optimasi pemilihan seperti alat proses atau alat penunjang dan bahan baku perlu diperhatikan sehingga akan lebih mengoptimalkan keuntungan yang diperoleh.
2. Perancangan pabrik kimia tidak lepas dari produksi limbah, sehingga diharapkan berkembangnya pabrik-pabrik kimia yang lebih ramah lingkungan.
3. Produk metil akrilat dapat direalisasikan sebagai sarana untuk memenuhi kebutuhan di masa mendatang yang jumlahnya semakin meningkat.



**DAFTAR PUSTAKA**

- Aries, R. S., and R. D. Newton. 1955. *Chemical Engineering Cost Estimation*. New York: McGraw Hill Book Company.
- Brown, G. G. 1973. *Unit Operations*. Modern Asia ed. Tokyo, Japan: Tuttle Company Inc.
- Brownell, L. E., and E. H. Young. 1979. *Equipment Design*. New Delhi: Wiley Eastern Limited
- Coulson, J. M., and J. F. Richardson. 1983. *Chemical Equipment Design*, Vol.6. New York: John Wiley and Sons. Inc.
- Fessenden, R. J, and J. S. Fessenden. 1982, *Kimia Organik*, Jilid.2, Edisi. 3. Jakarta: Erlangga.
- Geankoplis, C. J. 1978. *Transport Processes and Unit Operations*, 3<sup>rd</sup> ed. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall International, inc.
- Ghoshna, Jyoti. Amit Keshav. 2015. *Experimental and Kinetic Study of Esterification of Acrylic Acid with Ethanol Using Homogeneous Catalyst*. Raipur Chhattisgarh India
- Setiyani, Endah dan Malik Nur Hakim. 2020 *Perancangan pabrik Etil Akrilat dari Etanol dan Asam Akrilat Menggunakan Katalis Homogen Asam Sulfat dengan Kapasitas 45.000 ton/tahun*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia
- Kern, D. Q. 1983. *Process Heat Transfer*. New York: Mc Graw Hill Book Co. Ltd.

- McCabe, W. L. and J. C. Smith. 1976. *Unit Operation of Chemical Engineering*, 3<sup>rd</sup> ed. Singapore: McGraw Hill, Kogakusha, Ltd.
- Perry, R.H. and D. W. Green. 1997, *Perry's Chemical Engineering Handbooks*, 7th edition, McGraw Hill Book Co., New York.
- Ronnback, Brian. 1997. Methods for Producing Ethyl acrylate U.S Patent 0107629
- Smith, J. M., and H. C. Van Ness. 1987. *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics*, 4<sup>th</sup> ed. Singapore: McGraw Hill Book Company.
- Sularso dan Tahara. 1983. *Pompa dan Kompresor*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Ullman, 1999, *Encyclopedia of Industrial Chemistry*, vol.A11, VCH Verlagsgesellschaft, Weinheim
- Walas, S. M. 1988. *Chemical Process Equipment*. New York : Butterworth Publishers, Reed Publishing Inc,
- Yaws, Carl. L. 1999. *Chemical Properties Handbook*. New York : McGraw-Hill.

<https://kaltimmethanol.com/>

<https://www.ecc.co.id/>

<https://www.indoacid.com/>

<http://www.kemenperin.go.id/>

<http://www.matche.com/EquioCost>

[www.bps.go.id](http://www.bps.go.id).

## LAMPIRAN A

### PERHITUNGAN REAKTOR

Fungsi : Tempat berlangsungnya reaksi antara *Metanol* dan *asam akrilat* menjadi *metil akrilat* dengan bantuan katalis *asam sulfat*.

Jenis : Reaktor alir tangki berpengaduk/RATB  
(*Continuous Stirred Tank Reactor*)

Kondisi Operasi : Suhu : 80°C  
Tekanan : 1 atm

Alasan pemilihan :

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

Tujuan perancangan :

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

Data *Raw Material* :

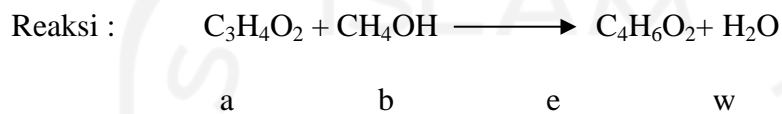
- Asam Akrilat ( $C_3H_4O_2$ ) kemurnian 99%
- Metanol ( $C_4HO$ ) kemurnian 99.9%
- Katalis Asam Sulfat 93%

Spesifikasi produk Metil Akrilat yang diinginkan  $C_4H_6O_2 = 99.5\%$

Komponen	BM
CH <sub>4</sub> OH	32
C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	72

C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	86
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	98
H <sub>2</sub> O	18

### A. Kinetika Reaksi R-01



Persamaan Laju Reaksi

Reaksi dianggap berorde 2 secara keseluruhan.

$$(-r_a) = k \cdot C_a \cdot C_b$$

Dengan :  $(-r_a)$  = laju reaksi C<sub>4</sub>H<sub>6</sub>O<sub>2</sub>, kmol/m<sup>3</sup>.jam

$k$  = konstanta laju reaksi, m<sup>3</sup>/kmol.jam.

$C_a$  = konsentrasi C<sub>3</sub>H<sub>4</sub>O<sub>2</sub>, kmol/m<sup>3</sup>.

$C_b$  = konsentrasi CH<sub>4</sub>OH, kmol/m<sup>3</sup>.

Berdasarkan referensi disebutkan :

1. Konversi sebesar = 0,90
2. Reaksi berlangsung dalam reaktor alir tangki berpengaduk
3. Waktu reaksi yang dibutuhkan = 70 Menit

Menghitung densitas dan kecepatan laju alir volumetrik pada T = 80°C

$$T = 80^\circ\text{C} = 353\text{K}$$

$$\text{Density} = A \left[ B^{-\left(1 - \frac{T}{T_c}\right)^n} \right]$$

Komponen	A	B	n	Tc	density (ρ), g/ml	ρ, (kg/m <sup>3</sup> )
C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	0.34645	0.25822	0.30701	615.00	0.98205	982
CH <sub>4</sub> OH	0.27197	0.27192	0.2331	512.58	0.733348	733
C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	0.32153	0.25534	0.28571	536	0.87772	877
H <sub>2</sub> O	0.34710	0.27400	0.28571	647.13	0.97464	975
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0.42169	0.19356	0.28570	925.00	1.7647	1764

Komponen	massa (kg/jam)	Fraksi massa (x)	mol (kmol/jam)	ρ campuran (x*ρ)	ρ, (kg/m <sup>3</sup> )	Fv (m <sup>3</sup> /jam)
C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	7630.44	0.5760	105.4412	565.6439	982.0571	13.49
CH <sub>4</sub> OH	3389.24	0.2558	105.4412	187.6507	733.4852	18.06
C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	0	0	0	0	877.7249	0
H <sub>2</sub> O	125.69	0.0094	6.9433	9.2120	975.6407	13.58
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	2103.02	0.1587	21.4424	280.1357	1764.688	7.51
<b>Total</b>	<b>13,247.79</b>	<b>1</b>	<b>239.27</b>			

Menghitung kecepatan laju alir volumetrik ( Fv )

$$Fv = \frac{\sum_{i=1}^n C_i v_i}{\rho_{campuran}} = \frac{5264}{982} = 5.36 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Menghitung konsentrasi umpan

- Konsentrasi C<sub>3</sub>H<sub>4</sub>O<sub>2</sub> (C<sub>A0</sub>) =  $\frac{105,978}{52,636} = 2.013 \text{ kmol/m}^3$

$$2. \text{ Konsentrasi } \text{CH}_3\text{OH} (C_{B0}) = \frac{105,914}{52,636} = 2.012 \text{ kmol/m}^3$$

$$\text{Ratio mol umpan masuk (M)} = 1 : 1$$

Menghitung konstanta reaksi

$$k = 1.88 \cdot 10^6 \exp(-15200 \pm 200 / (RT))$$

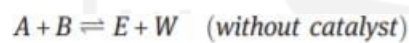
Maka didapat nilai k dari jurnal :

(Mariusz Witczak, Mirosław Grzesik, Jerzy Skrzypek. *The Kinetics of The Esterification of Acrylic Acid With Methyl and Ethyl Alcohols*. 2004)

$$k = 0.1826 \text{ m}^3/\text{kmol.jam}$$

Menurunkan persamaan laju reaksi

Dengan jenis reaksi adalah reversibel orde 2



$$-r_A = k C_A C_B$$



$$-r_A = k_1 C_A C_B - k_{-1} C_E C_W$$

$$-r_A = \frac{-dC_A}{dt} = k_1 C_A C_B C_C - k_{-1} C_E C_W C_C$$

$$\frac{-dC_A}{dt} = \frac{-dC_B}{dt} = \frac{dC_E}{dt} = \frac{dC_W}{dt} = k_1 C_A C_B C_C - k_{-1} C_E C_W C_C$$

$$-r_A = \frac{-dC_A}{dt} = k_1 C_C \left( C_A C_B - \frac{C_E C_W}{K_{eq}} \right)$$

Dengan:

$$\text{Nilai } K_{eq} = 6.57$$

(Mariusz Witczak, Mirosław Grzesik, Jerzy Skrzypek. *The Kinetics of The Esterification of Acrylic Acid With Methyl and Ethyl Alcohols*. 2004)

$$C_A = C_{A0}(1 - X_A)$$

$$C_B = C_{B0}(1 - X_A)$$

$$C_{A0} = C_{B0}$$

$$C_E = C_W = C_{A0}X_A$$

## B. Optimasi Reaktor

Tujuan optimasi reaktor adalah untuk mendapatkan jumlah dan volume optimal ditinjau dari konversi dan harga reaktor.

Penurunan persamaan volume RATB

Persamaan Neraca Massa

$$R_{in} - R_{out} - R_{reactan} = R_{acc}$$

$$F_V \cdot C_{A0} - F_V C_A - (-r_A) \cdot V = 0$$

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

$$\square = \frac{\square (\square - (\square - \square 0 \square))}{\square \square \square}$$

$$\square = \frac{\square \square \square \cdot \square}{\square (\square \square (1 - \square)) \cdot (\square \square - \square \square \square)}$$

$$\square = \frac{\square \square \square}{\square \square \square}$$

$$\square = \frac{\square \square \square \cdot \square}{\square \square \square (1 - \square) \cdot \square \square (\square - \square)}$$

$$\square = \frac{\square \square \square}{\square \square \square (1 - \square) \cdot \square \square (\square - \square)}$$

Dapat disimpulkan bahwa persamaan volume untuk RATB adalah:

$$\square = \frac{\square \square \square}{\square \square \square (1 - \square) \cdot \square \square (\square - \square)}$$

Untuk lebih dari 1 reaktor ; dengan n adalah jumlah reaktor

$$\tau = \frac{V_0 (X_{n-1} - X_{n0})}{k V_0^n (1 - X_{n-1}) (X_{n-1} - X_{n0})}$$

1. Jumlah Reaktor = 1

$$\tau = \frac{V_0 (X_{01} - X_{00})}{k V_0 (1 - X_{01}) (X_{01} - X_{00})}$$

Diperoleh :  $X_{A0} = 0.000$   $t = 120$  menit

$X_{A1} = 0.98$   $V_1 = 235.341 \text{ m}^3$

2. Jumlah Reaktor = 2

$$\tau = \frac{V_0 (X_{02} - X_{01})}{k V_0^2 (1 - X_{02}) (X_{01} - X_{02})}$$

Diperoleh :  $X_{A0} = 0$   $t = 120$  menit

$X_{A1} = 0.86$   $V_1 = 29.158 \text{ m}^3$

$X_{A2} = 0.98$   $V_2 = 29.158 \text{ m}^3$

3. Jumlah Reaktor = 3

$$\tau = \frac{V_0 (X_{03} - X_{02})}{k V_0^3 (1 - X_{03}) (X_{02} - X_{03})}$$

Diperoleh :  $X_{A0} = 0$   $t = 70$  menit

$X_{A1} = 0.73$   $V_1 = 12.891 \text{ m}^3$

$X_{A2} = 0.93$   $V_2 = 12.891 \text{ m}^3$

$X_{A3} = 0.98$   $V_3 = 12.891 \text{ m}^3$

4. Jumlah Reaktor = 4

$$\tau = \frac{V_0 (X_{04} - X_{03})}{k V_0^4 (1 - X_{04}) (X_{03} - X_{04})}$$

Diperoleh :  $X_{A0} = 0$   $t = 70$  menit

$X_{A1} = 0.62$   $V_1 = 7.969 \text{ m}^3$

$X_{A2} = 0.85$   $V_2 = 7.969 \text{ m}^3$



$$\begin{aligned} X_{A3} &= 0.94 & V_3 &= 7.969 \text{ m}^3 \\ X_{A4} &= 0.98 & V_4 &= 7.969 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

5. Jumlah Reaktor = 5

$$\tau = \frac{\tau_0 (X_{A5} - X_{A4})}{X_{A4} (1 - X_{A5}) (X_{A4} - X_{A5})}$$

Diperoleh :  $X_{A0} = 0$   $t = 70$  menit

$$\begin{aligned} X_{A1} &= 0.56 & V_1 &= 6.308 \text{ m}^3 \\ X_{A2} &= 0.81 & V_2 &= 6.308 \text{ m}^3 \\ X_{A3} &= 0.91 & V_3 &= 6.308 \text{ m}^3 \\ X_{A4} &= 0.98 & V_4 &= 6.308 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

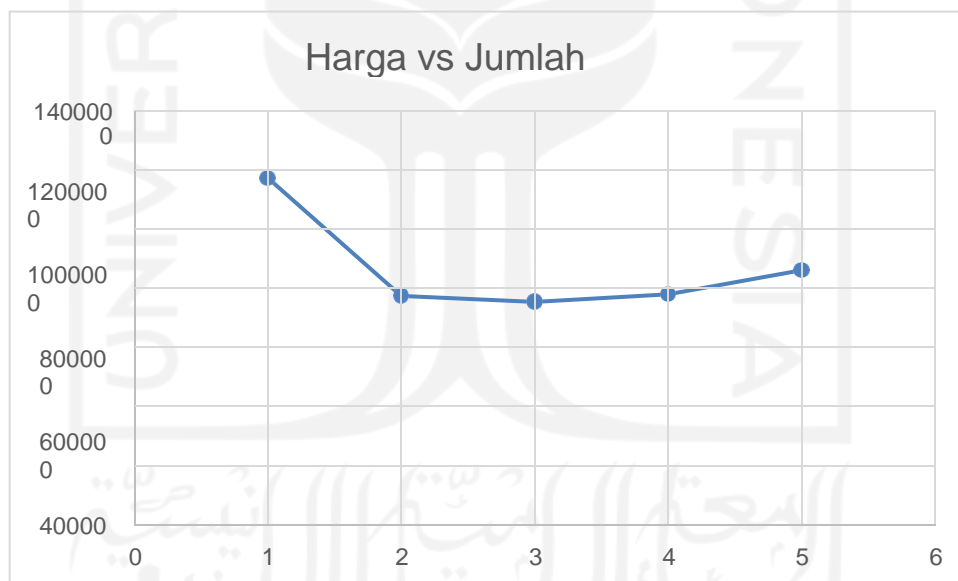
n	$X_{A1}$	$X_{A2}$	$X_{A3}$	$X_{A4}$
1	0.98			
2	0.86	0.98		
3	0.73	0.93	0.98	
4	0.62	0.86	0.95	0.98
5	0.57	0.81	0.92	0.5

n	V	$1.2 \times V$
1	235.318	282.381
2	29.158	34.991
3	12.891	15.469
4	7.969	9.563
5	6.308	7.569

Untuk mengetahui jumlah reaktor dilakukan optimasi. Dengan menggunakan harga reaktor yang didapat dari <http://www.matche.com/equipcost/Reactor.html> untuk mempertimbangkan jumlah reaktor dengan harga minimal. Dipilih *stainless steel* sebagai bahan pembuat reaktor.

$$1 \text{ m}^3 = 264,172 \text{ gallons}$$

n	V (gallon)	Harga (USD)	Harga Total (USD)
1	62,164	1,172,900	1,172,900
2	7,702	387,800	775,600
3	3,405	251,600	754,800
4	2,105	195,000	780,000
5	1,666	172,300	861,500



Dilihat dari segi ekonomi, jumlah reaktor berpengaruh pada harga reaktor. Dari hasil optimasi, didapatkan harga paling ekonomis dengan menggunakan 3 buah reaktor.

### Menghitung Neraca Massa Tiap Reaktor

#### Reaktor 1

$$\text{Konversi } X_{A1} = 0.728 = 72\%$$

Total *Flowrate* = 13,247 kg/h

Komponen	<i>Input</i>		<i>Output</i>	
	Kmol/h	Kg/h	Kmol/h	Kg/h
C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	105	7630	28.62	2071
CH <sub>4</sub> OH	105	3389	28.62	919
C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	0	0	76.819	6644
H <sub>2</sub> O	6.94	125	83.763	1509
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	21.44	2103	21.442	2103
<b>Total</b>	<b>239.27</b>	<b>13,247</b>	<b>239.27</b>	<b>13,247</b>

### Reaktor 2

Konversi  $X_{A1} = 0.93 = 93\%$

Total *Flowrate* = 13,247 kg/h

Komponen	<i>Input</i>		<i>Output</i>	
	Kmol/h	Kg/h	Kmol/h	Kg/h
C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	28.62	2,071	2.109	152
CH <sub>4</sub> OH	28.62	919	2.109	67
C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	76.819	6,644	103.33	8,937
H <sub>2</sub> O	83.763	1,509	110.3	1,986
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	21.442	2,103	21.44	2,103
<b>Total</b>	<b>239.27</b>	<b>13,247</b>	<b>239.27</b>	<b>13,247</b>

**Reaktor 3**

Konversi  $X_{A1} = 0,98 = 98\%$

Total *Flowrate* = 13.247 kg/h

Komponen	<i>Input</i>		<i>Output</i>	
	Kmol/h	Kg/h	Kmol/h	Kg/h
C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	2.109	152	0.042	3
CH <sub>4</sub> OH	2.109	67	0.042	1
C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	103.33	8,937	105.399	9,116
H <sub>2</sub> O	110.3	1,986	112.3	2,023
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	21.44	2,103	21.442	2,103
<b>Total</b>	<b>239.27</b>	<b>13,247</b>	<b>239.27</b>	<b>13,247</b>

**Menghitung Dimensi Reaktor**

Perbandingan diameter dan tinggi reaktor yang optimum 1:1,5 (D:H = 1:1,5)

$$D = \sqrt[3]{\frac{4 \times 9,5070}{3,14 \times 1,5}}$$

$$= 2.359 \text{ m}$$

$$= 92.898 \text{ in} \quad (1 \text{ in} = 0.024 \text{ m})$$

$$= 7.742 \text{ ft} \quad (1 \text{ m} = 3.280 \text{ ft})$$

$$1,5 * D = H$$

$$H = 3.539 \text{ m}$$

$$= 139.346 \text{ in}$$

$$= 11.612 \text{ ft}$$

(Brownell, hal 88)

Bentuk reaktor dipilih vertical vessel dengan torispherical dished head. (Brownell.88)

dasar pemilihan digunakan untuk tangki dengan tekanan dalam 1 atm

$$V_{\text{dish}} = 0.000049 \times (7.741 \text{ ft})^3$$

$$V_{\text{dish}} = 0.0227 \text{ ft}^3$$

$$V_{\text{dish}} = 0.0069 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{sf}} = \frac{\pi}{4} D^2 \frac{\text{sf}}{144}$$

Dipilih sf : 2 in

$$V_{\text{sf}} = \frac{3,14}{4} \times (2.3596 \text{ in})^2 \times \frac{2}{144}$$

$$V_{\text{sf}} = 0.222 \text{ m}^3$$

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

$$V_{\text{Head}} = 0,0069 \text{ m}^3 + 0,222 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{Head}} = 0.229 \text{ m}^3 \quad (1 \text{ ft}^3 = 0.02832 \text{ m}^3)$$

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

$$V_{\text{Reaktor}} = 15.469 \text{ m}^3 + (2 \times 0.229) \text{ m}^3$$

$$V_{\text{Reaktor}} = 15.927 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{Bottom}} = 0.5 V_{\text{Head}}$$

$$V_{\text{Bottom}} = 0.5 \times 0.0069 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{Bottom}} = 0.0035 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{Cairan}} = V_{\text{shell}} - V_{\text{Bottom}}$$

$$V_{\text{Cairan}} = 15.469 \text{ m}^3 - 0.0035 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{Cairan}} = 15.466 \text{ m}^3$$

$$h_{\text{Cairan}} = \frac{4 V}{\pi D^2}$$

$$h_{\text{Cairan}} = \frac{4 \times 15,466}{3,14 \times (2,359)^2}$$

$$h_{\text{Cairan}} = 3.539 \text{ m}$$

Dari hasil perhitungan tersebut, maka didapatkan spesifikasi sebagai berikut :

Diameter shell : 2.359 m

Tinggi shell	: 3.539 m
Volume shell	: 12.891 m <sup>3</sup>
Volume head	: 0.229 m <sup>3</sup>
Volume reaktor	: 15.927 m <sup>3</sup>
Volume cairan	: 12.440 m <sup>3</sup>
Volume bottom	: 0.0035 m <sup>3</sup>
Tinggi cairan dalam shell	: 3.539 m

#### Menghitung Tebal Dinding Reaktor

Digunakan persamaan dari Pers. 13.1, Brownell & Young, 1959 hal. 254

$$ts = \frac{Pr}{(fE - 0.6P)} + C$$

Reaktor terdiri atas dinding (shell), tutup atas dan tutup bawah (head). Head atas dan head bawah berbentuk *torispherical*. Bahan untuk reaktor adalah *stainless steel SA 299 grade 3 type 304*

Spesifikasi:

Tebal shell (Ts)	= 0.3125 in
Max.Allowable Stress (f)	= 18,750 psia (Coulson hal 812)
Efisiensi sambungan (E)	= 80% (tabel 13.2 brownell 1959:254)
Faktor koreksi (C)	= 0.125 (tabel 6, Timmerhaus, 1991:542)
Jari-jari shell (ri)	= 46.449 in

Menghitung tekanan hidrostatik

$$P_{\text{Hidrostatik}} = \frac{\rho gh}{gc}$$

Diketahui : Tekanan operasi = 1 atm = 14.696 psi

Dimana  $g/gc = 1$

$\rho$  campuran = 5,365.5822 kg/m<sup>3</sup>

$P_{\text{Hidrostatik}} = 4.1334$  psia

Menghitung tekanan total

$$P_{\text{Tot}} = P_{\text{Hidrostatik}} + P_{\text{Operasi}}$$

$$P_{\text{Tot}} = 5.244 \text{ psi} + 14.7 \text{ psi}$$

$$P_{\text{Tot}} = 19.944 \text{ psi}$$

Karena tekana *over design* 20% maka, P desain menjadi 23.934 psi.

Dari data-data diatas sehingga dapat diperoleh tebal *shell* (ts) = 0.189 in

Dari tabel Brownell hal 350 tentang tebal *shell*,dipilih:

$$T_s \text{ standart} = 5/16 \text{ in}$$

Menghitung Ukuran Head

Menghitung tebal head

$$t_h = \frac{P \cdot r_c \cdot W}{2fE - 0.2P} + C$$

Dimana:

th = tebal head , m

W= faktor intensifikasi tegangan untuk jenis head

f = allowable stress = 18,750 psi

E= joint efisiensi = 0.8

C= corrosion allowance, = 0.125 in

$$P = P_{\text{Design}} - P_{\text{Lingkungan}}$$

$$P = 23.934 \text{ psi} - 14.696 \text{ psi}$$

$$P = 9.238 \text{ psi}$$

$$OD = ID \text{ shell} + 2 \text{ ts}$$

$$OD = 92.898 \text{ in} + (2 \times 0.3125 \text{ in})$$

$$OD = 93.522 \text{ in}$$

Dari Tabel 5.7 Brownell di dapat :

OD	96	in
icr = 5 7/8	5.875	in
r	96	in

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

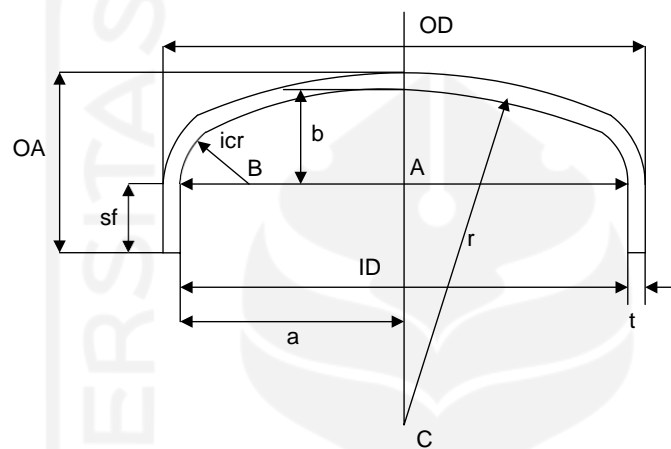
$$w = 1.761 \text{ in}$$

Dari data-data diatas sehingga dapat diperoleh tebal *head* ( $th$ ) = 0.1794 in

Dari tabel Brownell hal 350 tentang tebal *head* ,dipilih:

$$Th \text{ standart} = 1/4 \text{ in}$$

(Gambar 5.8 Brownell hal:87)



Dengan  $th$  sebesar 1/4 in maka nilai  $sf$  adalah 1.5 – 2.25 sehingga dipilih nilai  $sf$  sebesar 2 in

$$ID = OD - 2ts$$

$$ID = 95.5 \text{ in}$$

$$a = \frac{ID}{2}$$

$$a = 95.5 \text{ in} / 2$$

$$a = 47.75 \text{ in}$$

$$AB = a - icr$$

$$AB = 47.75 \text{ in} - 5.875 \text{ in}$$

$$AB = 41.875 \text{ in}$$



$$BC = r - icr$$

$$BC = 90.125 \text{ in}$$

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

$$AC = \sqrt{(90.125 \text{ in})^2 - (41.875 \text{ in})^2}$$

$$AC = 79.806 \text{ in}$$

$$b = r - AC$$

$$b = 16.194 \text{ in}$$

$$h_{\text{Head}} = th + b + sf$$

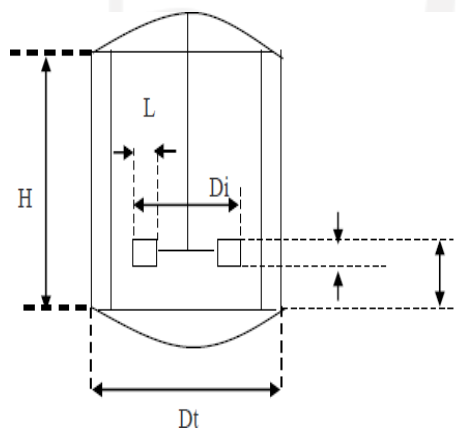
$$OA = 18.4439 \text{ in} = 0.468 \text{ m}$$

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

$$h_{\text{Reaktor}} = (2 \times 0.468 \text{ m}) + 3.539 \text{ m}$$

$$h_{\text{Reaktor}} = 4.4764 \text{ m}$$

Menghitung Ukuran Pengaduk



Keterangan

- ID : diameter dalam pengaduk
- Di : diameter pengaduk
- L : panjang sudut pengaduk
- W : lebar sudut pengaduk
- E : jarak pengaduk dengan dasar tangki
- J : lebar *baffle*
- H : tinggi cairan

Data pengaduk dari Brown "Unit Operation" p.507

$$Di / ID = 1/3$$

$$B / ID = 1/12$$

$$W / Di = 1/5$$

$$E / Di = 1$$

$$L / Di = 1/4$$

$$\text{Diameter pengaduk (Di)} = \text{ID}/3 = 0.786 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi pengaduk (W)} = \text{Di}/5 = 3.067 \text{ m}$$

$$\text{Lebar pengaduk (L)} = \text{Di}/4 = 0.197 \text{ m}$$

$$\text{Lebar baffle (B)} = \text{ID}/12 = 0.134 \text{ m}$$

Jarak pengaduk dengan dasar tangki (E) =  $\text{Di}(0.75-1.3)$ ; dipilih 1 = 1.022 in

$$\text{Tinggi Cairan (ZL)} = 3.5386 \text{ m}$$

Menghitung kecepatan putar pengaduk (N)

(Eq. 8-8, P345 Rase, 1977)

$$\text{Sg (Specific Gravity)} = \rho_{\text{cairan}}/\rho_{\text{air}}$$

$$\text{Sg (Specific Gravity)} = 1.062$$

$$\text{WELH} = 3.538 \text{ m} \times 1.062$$

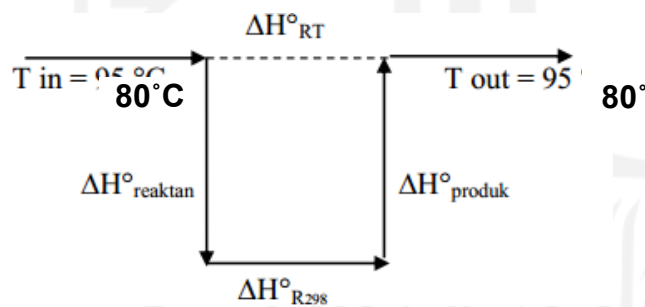
$$\text{WELH} = 3.757 \text{ m} = 12.326 \text{ ft}$$

Jumlah pengaduk =  $\text{WELH}/\text{ID} = 1.592 \text{ m} = 2$ , maka dipakai 2 buah pengaduk

Maka didapat kecepatan putar pengaduk sebesar:

$$N = 114.437 \text{ rpm} = 1.907 \text{ rps}$$

Neraca Panas Reaktor



Keterangan	$Q_{\text{input}}$ (kJ/jam)	$Q_{\text{output}}$ (kJ/jam)
Input	1,57,270	
Output		1,649,506
Reaksi	294,101	
		214,864
<b>Total</b>	<b>1,864,371</b>	<b>1,864,371</b>

Menghitung dimensi pemanas

Suhu fluida dingin reaktor =  $80^{\circ}\text{C} = 176^{\circ}\text{F}$

Suhu fluida panas masuk =  $150^{\circ}\text{C} = 302^{\circ}\text{F}$

Suhu fluida panas keluar =  $115^{\circ}\text{C} = 239^{\circ}\text{F}$

Inisial	Fluida panas ( $^{\circ}\text{F}$ )		Fluida dingin ( $^{\circ}\text{F}$ )	$\Delta\text{T}$ ( $^{\circ}\text{F}$ )
$\Delta\text{T}_2$	302	Lower Temp	176	239
$\Delta\text{T}_1$	239	Higher Temp	176	207.5

$$\Delta\text{T}_{\text{LMTD}} = \frac{\Delta\text{T}_2 - \Delta\text{T}_1}{\ln \frac{\Delta\text{T}_2}{\Delta\text{T}_1}}$$

$$\Delta\text{T}_{\text{LMTD}} = 90.890^{\circ}\text{F}$$

Mengitung Kebutuhan Steam

Beban pemanas ( $Q_w$ ) =  $Q_{\text{keluar}} - Q_{\text{masuk}}$

Beban pemanas ( $Q_w$ ) = 349,298.692 KJ/jam

$$m_w = \frac{Q_w}{C_p(\text{T}_{\text{out}} - \text{T}_{\text{in}})}$$

$$m = 2,571.923 \text{ kg/jam}$$

**Menghitung Luas Transfer Panas**

Untuk fluida dingin medium organics (viskositasnya 0,5-1 cP) dan fluida steam, nilai UD = 50-125 Btu/ft<sup>2</sup>. $^{\circ}\text{F}$ .jam (*Kern table 8 pg 840*).

Diambil UD = 125 Btu/ft<sup>2</sup>. $^{\circ}\text{F}$ .jam

$$A = \frac{Q}{U_D \Delta\text{T}_{\text{LMTD}}}$$

$$A = 1.6656 \text{ m}^2$$

**Menghitung Luas Selubung Reaktor**

$$A = (\pi \cdot \text{OD} \cdot H_s) + \frac{\pi \cdot \text{OD}^2}{4}$$

$$A = 17.557 \text{ m}^2$$

Karena luas transfer panas lebih kecil dari luas selubung reaktor maka menggunakan Jacket Pemanas.

Menghitung Kebutuhan Steam

$$V \text{ Steam} = \frac{\square \square \square \square \square}{\square \square \square \square \square}$$

$$V \text{ Steam} = \frac{2,571.923}{1000} = 2.571 \text{ m}^3/\text{jam}$$

**Menghitung Jacket Pemanas**

Menghitung diameter dalam jacket (ID)

$$\boxed{\text{ID}}$$

Menghitung Hi

$$\rho \text{ steam} = 1,042.642 \text{ kg/m}^3$$

$$64.801 \text{ lb/ft}^3$$

$$\mu \text{ steam} = 1.260 \text{ cp}$$

$$3.047 \text{ lb/ft.jam}$$

$$k \text{ steam} = 0.128 \text{ Btu/ft.jam.}^\circ\text{F}$$

$$C_p \text{ steam} = 1,000 \text{ btu/lb.F}$$

$$h_i = 145,303 \text{ Btu/ft}^2 \cdot \text{jam.F}$$

**Menentukan hio**

$$h_{io} = h_i \frac{ID}{OD}$$

$$h_{io \text{ coil}} = h_{io \text{ pipa}} \left( 1 + 3.5 \frac{D_{\text{coil}}}{D_{\text{spiralkoil}}} \right)$$

Kern, pg. 721

$$h_{io \text{ Jacket}} : 144,546 \text{ Btu/ft}^2 \cdot \text{jam.}^\circ\text{F}$$

**Menentukan ho**

Didapatkan nilai ho:

$$h_o = 25,161.8554 \text{ Btu/jam.ft}^2.\text{F}$$

**Menentukan Uc**

koefisien transfer panas dalam keadaan bersih

$$U_c = 3,364.06 \text{ Btu/jam.ft}^2.\text{F}$$

**Menentukan Ud**

Untuk kecepatan air 2.5 m/s, maka

$$R_d = 0.001 \text{ organic (Kern page 845)}$$

$$U_D = \frac{h_D * U_c}{h_D + U_c}$$

$$h_D = 1/R_d = 1,000 \text{ btu/jam.ft}^2.\text{F}$$

$$U_d = 232.706 \text{ Btu/jam.ft}^2.\text{F}$$

**Menentukan Transfer panas yang dibutuhkan**

$$Q = 353,924.451 \text{ Kj}$$

$$= 335,473.414 \text{ Btu}$$

$$\Delta T_{LMTD} = 70.474 \text{ F}$$

Jadi mendapatkan luas sebesar :

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

$$A = 20.456 \text{ ft}^2$$

Luas perpindahan yang tersedia di reaktor, diketahui data sebagai berikut:

$$DR = 7.741 \text{ ft}$$

$$hR = 4.476 \text{ m}$$

$$= 14.686 \text{ ft}$$

### Menghitung tinggi jaket

$$hJ = A - (0,25 * 3,14) * (7,958 \text{ ft}^2) / 3,14 * 7,958 \text{ ft}$$

$$hj = 14.179 \text{ ft}$$

### Menghitung diameter jaket

Volume steam dalam jaket:

$$Dj = 2.309 \text{ m}$$

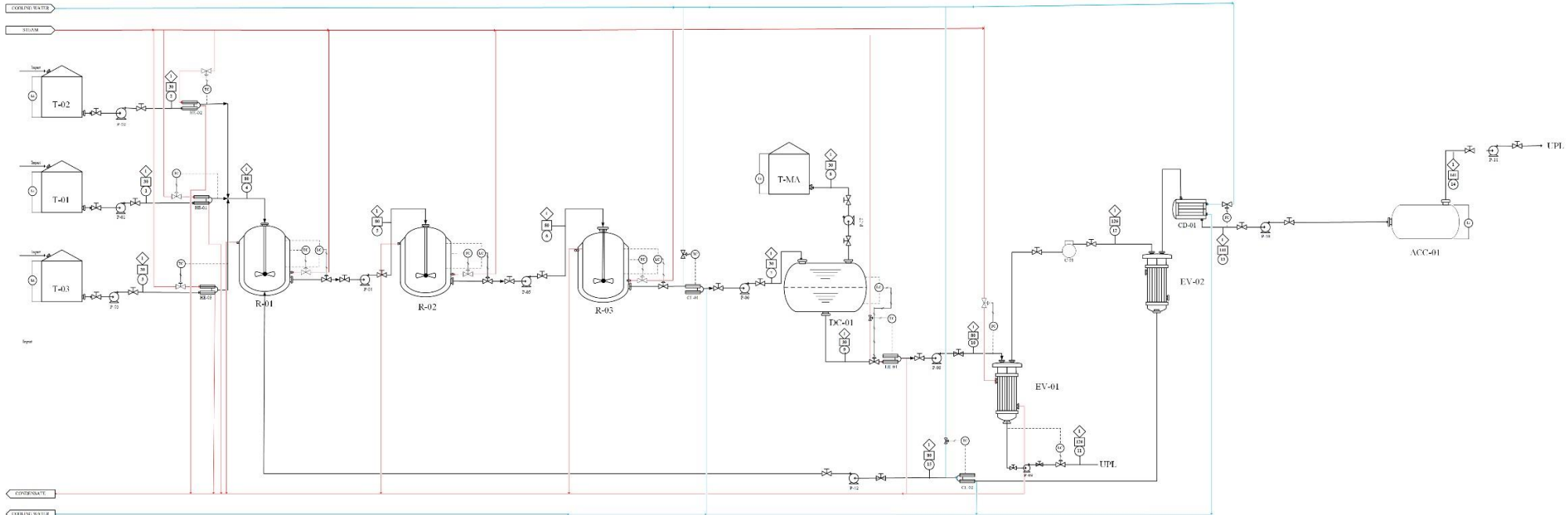
### Menghitung tebal jaket

$$Tj = 0.1284$$

Untuk bahan jaket dipilih bahan : SA 285 grade B				
P =	14.7	psia		
E =	0.8			
F =	12500	psia		
C =	0.125			
tj =	0.128400454	in	0.010700034	m
digunakan tebal standart =	0.1875	in		

## LAMPIRAN B

### PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM PRARANCANGAN PABRIK METIL AKRILAT DARI ASAM AKRILAT DAN METANOL DENGAN PROSES ESTERIFIKASI BERKAPASITAS 70.000 TON/TAHUN



Komponen	Arus (Kg/Jam)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
C3H4O2	7630.4			7630.4	2071.2	152.6	3.1		3.1	3.1		3.1
CH4O		3389.2		3389.2	920.0	67.8	1.4		1.4	1.4		1.4
C3H6O2					6644.5	8937.7	9116.5	9015.3	101.2	101.2	101.2	
H2O	77.1	5.1	42.9	125.1	1509.0	1986.7	2023.9	101.2	1922.7	1922.7	1730.4	192.3
H2SO4			2103.0	2103.0	2103.0	2103.0	2103.0		2103.0	2103.0		2103.0
<b>Total</b>	<b>7707.5</b>	<b>3394.3</b>	<b>2145.9</b>	<b>13247.8</b>	<b>13247.8</b>	<b>13247.8</b>	<b>13247.8</b>	<b>9116.5</b>	<b>4131.3</b>	<b>4131.3</b>	<b>1833.0</b>	<b>2298.3</b>

Keterangan Alat :

T	Tangki
SL	Silo
R	Reaktor
DC	Decanter
EV 1	Evaporator 1
EV 2	Evaporator 2
FL	Filter
P	Pompa
HE	Heat Exchanger
CL	Cooler
CD	Condensor
ACC	Accumulator

Instrumen Kontrol

TC	Temperature Control
LC	Level Control

Keterangan Simbol

- : Tekanan, atm
- : Suhu, °C
- : Nomor Arus
- : Control Valve
- : Alarm Valve
- : Motor Pemindah
- : Motor Listrik



UNIVERSITAS SUMATERA UTARA  
FACULTAS TEKNIK INDUSTRI  
DEPARTEMEN TEKNIK INDIUSTRI  
YOGYAKARTA 2020

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM  
PRARANCANGAN PABRIK METIL AKRILAT DARI ASAM AKRILAT DAN METANOL DENGAN  
PROSES ESTERIFIKASI BERKAPASITAS 70000 TON/TAHUN

DISTRIBUSI OLEH :

1. Ega Dwi Ayanida	(175211062)
2. Hanifa Hafid Hanis	(175211101)

DOSIS PEMBIMBING :  
Dra. Kurnia Ariawan, M.S  
Ajeng Yuliani Dwi Lestari, S.T., M.T