

No: TA/TK/2020/...

**PRARANCANGAN PABRIK *PROPYLENE GLYCOL* DARI  
*PROPYLENE OXIDE* DAN AIR  
KAPASITAS 30.000 TON / TAHUN**

**TUGAS AKHIR**

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



Oleh :

Nama : M. Abyan Razaki

Nama : Abu Bakar

No. Mhs : 15521057

No. Mhs : 15521163

**KONSENTRASI TEKNIK KIMIA  
PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA**

2020

**LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL  
PRARANCANGAN PABRIK**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhamad Abyan Razaki                      Nama : Abu Bakar  
NIM : 15521057    NIM : 15521163

Yogyakarta, 31 Mei 2020

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

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



M. Abyan Razaki



Abu Bakar

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**ISLAM**  
PRARANCANGAN PABRIK *PROPYLENE GLYCOL* DARI  
*PROPYLENE OXIDE* DAN AIR  
KAPASITAS 30.000 TON / TAHUN

PERANCANGAN PABRIK

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia

Oleh :

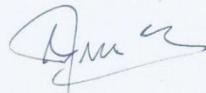
Nama : Muhamad Abyan Razaki  
NIM : 15521057

Nama : Abu Bakar  
NIM : 15521163

Yogyakarta, 31 Mei 2020

Pembimbing I,

Pembimbing II,



Ir. Pratikno Hidayat, M.Sc.



Dyah Retno Sawitri, S.T., M.Eng

**LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI**  
PRA RANCANGAN PABRIK *PROPYLENE GLYCOL* DARI *PROPYLENE OXIDE*  
DAN AIR DENGAN KAPASITAS 30.000 TON / TAHUN  
**PRARANCANGAN PABRIK**

Disusun oleh :

Nama : Abu Bakar

NIM 15521163

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat untuk  
memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia Konsentrasi Teknik Kimia Fakultas  
Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia  
Yogyakarta, Juli 2020

Tim Penguji,

Ir. Pratikno Hidayat, M.Sc.  
Ketua



Nur Indah Fajar Mukti, S.T., M.Eng..  
Anggota I



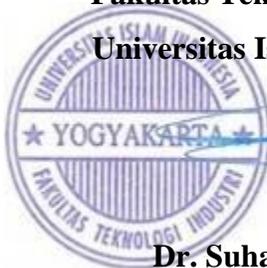
Umi Rofiqah, S.T., M.T.  
Anggota II

**Mengetahui,**

**Ketua Program Studi Teknik Kimia**

**Fakultas Teknologi Industri**

**Universitas Islam Indonesia**



**Dr. Suharno Rusdi**

## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

*Assalamu 'alaikum Wr. Wb*

Puji serta syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat dan Taufiq serta Hidayah dan karunia-Nya, sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Shalawat serta salam tidak lupa kita hanturkan kepada junjungan kita Nabi besar Rasulullah SAW beserta keluarga dan para sahabatnya, karena dengan syafaatnya kita dapat hijrah dari zaman jahiliyah menuju zaman yang terang benderang.

Atas karunia dan pertolongan dari Allah SWT, Tugas Akhir Pra Rancangan yang berjudul “**PRARANCANGAN PABRIK PROPYLENE GLYCOL DARI PROPYLENE OXIDE DAN AIR DENGAN KAPASITAS 30.000 TON/TAHUN**”, ini dapat berjalan dengan lancar dan terselesaikan dengan baik. Penyusunan tugas akhir ini disusun untuk memenuhi persyaratan meralih gelar Sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.

Ucapan terima kasih tidak lupa penyusun haturkan kepada pihak-pihak yang telah memberikan dukungan dengan baik materil maupun spiritual dengan terselesaikannya tugas akhir ini, yaitu kepada:

1. Allah SWT, yang selalu ada dalam setiap langkah, atas karunia dan hidayah akal serta pikiran, kekuatan dan atas segala kemuduhan yang telah diberikan.
2. Rasulullah SAW, sang suri tauladan yang telah membawa kita keluar dari zaman jahiliyah menuju zaman kebenaran.
3. Kedua orang tua tercinta, yang telah memberikan doa, motivasi dukungan dan bantuan yang tiada hentinya.
4. Kakak, Adik, dan Aulia yang selalu memberikan semangat dan motivasi dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Dr. Surharno Rusdi selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia, fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
6. Bapak Ir.Pratikno Hidayat, M.Sc selaku Dosen Pembimbing 1, dan Ibu Dyah Retno Sawitri, S.T., M.Eng selaku Dosen Pembimbing 2 yang telah meluangkan waktunya dan pemikirannya dalam membimbing penyusunan menyelesaikan Tugas Akhir ini.
7. Teman-teman Teknik Kimia 2015 yang selalu membeikan dukungan, semangat, serta doa.
8. Semua pihak yang tidak mungkin disebutkan satu persatu yang telah memberikan kontribusinya dalam membantu pelaksanaan Tugas Akhir ini.

Semoga segala bantuan yang telah di berikan kepada penyusunan menjadi amalan yang akan mendapatkan balasan yang sebaik-baiknya dari Allah SWT. Akhir kata, penyusun berharap semoga karya tulis ini dapat memberikan manfaat bagi

berbagai pihak. Penyusun menyadari dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna karena ini masih merupakan proses pembelajaran bagi penyusun sehingga saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan.

*Wassalamu'alaikum Wr. Wb.*

Yogyakarta, Mei 2020

penyusun



## DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBIING.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xi
ABSTRAK.....	xii
BAB I.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Kapasitas prarancangan pabrik.....	2
1.3 Tinjauan Pustaka .....	9
1.4 Potensi Ekonomi.....	12
BAB II.....	15
2.1 Spesifikasi Produk.....	15
2.2 Spesifikasi Bahan Baku.....	16

2.3	Pengendalian Kualitas .....	17
BAB III.....		22
3.1	Uraian Proses.....	22
3.2	Spesifikasi Alat.....	24
BAB IV .....		45
4.1	Lokasi Pabrik.....	45
4.2	Tata Letak Pabrik .....	48
4.3	Tata Letak Mesin/Alat ( <i>Machines</i> ).....	55
4.4	Alir Proses dan Material.....	58
4.5	Pelayanan Teknik (Utilitas).....	66
4.6	Organisasi Perusahaan.....	83
4.7	Evaluasi ekonomi .....	111
BAB V.....		127
PENUTUP.....		127
5.1.	Kesimpulan.....	127
5.2.	Saran .....	129
DAFTAR PUSTAKA .....		130
LAMPIRAN.....		133

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Data Impor Periode 2012-2016.....	3
Tabel 1. 2 Data Ekspor Periode 2012-2016 .....	5
Tabel 1. 3 Data konsumsi & produksi di Indonesia .....	7
Tabel 1. 4 Data harga bahan baku .....	12
Tabel 1. 5 Tinjauan proses .....	14
Tabel 3. 1 Spesifikasi Pompa (P-01 - P-03).....	42
Tabel 3. 2 Spesifikasi Pompa (P-04 - P06) .....	43
Tabel 3. 3 Spesifikasi Pompa (P-07 - P09) .....	44
Tabel 4. 1 Perincian Luas Tanah dan Bangunan.....	54
Tabel 4. 2 Neraca massa total .....	58
Tabel 4. 3 Neraca massa Reaktor RATB .....	59
Tabel 4. 4 Neraca massa Menara Distilasi .....	59
Tabel 4. 5 Neraca panas HE-01.....	60
Tabel 4. 6 Neraca panas HE-02.....	60
Tabel 4. 7 Neraca Panas Reaktor RATB.....	60
Tabel 4. 8 Neraca panas Menara Distilasi.....	61
Tabel 4. 9 Neraca panas C-01 .....	61
Tabel 4. 10 Neraca panas C-02 .....	62
Tabel 4. 11 Neraca panas C-03 .....	62
Tabel 4. 12 Kebutuhan Air Pendingin.....	70
Tabel 4. 13 Kebutuhan Air Boiler.....	70

Tabel 4. 14 Kebutuhan Air Proses .....	70
Tabel 4. 15 Kebutuhan Air Sanitasi .....	71
Tabel 4. 16 Total Kebutuhan Air Laut .....	71
Tabel 4. 17 Kebutuhan listrik alat proses.....	78
Tabel 4. 18 Kebutuhan listrik alat utilitas .....	79
Tabel 4. 19 Rincian Gaji Karyawan .....	101
Tabel 4. 20 Jadwal Pembagian Kelompok Shift .....	104
Tabel 4. 21 Index Harga.....	113
Tabel 4. 22 <i>Physical Plant Cost</i> .....	120
Tabel 4. 23 <i>Direct Plant Cost</i> .....	120
Tabel 4. 24 <i>Fixed Capital Investment (FCI)</i> .....	121
Tabel 4. 25 <i>Working Capital (WC)</i> .....	121
Tabel 4. 26 <i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i> .....	121
Tabel 4. 27 <i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i> .....	122
Tabel 4. 28 <i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i> .....	122
Tabel 4. 29 <i>Total Manufacturing Cost (MC)</i> .....	122
Tabel 4. 30 <i>General Expense (GE)</i> .....	123
Tabel 4. 31 Total Biaya Produksi.....	123
Tabel 4. 32 <i>Fixed Cost (Fa)</i> .....	123
Tabel 4. 33 <i>Variable Cost (Va)</i> .....	124
Tabel 4. 34 <i>Regulated Cost (Ra)</i> .....	124

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Grafik Impor Propilen Glikol di Indonesia Tahun 2012-2016.....	3
Gambar 1. 2 Grafik Impor Propilen Glikol di Indonesia Tahun 2012-2016.....	6
Gambar 1. 3 Reaksi Pembuatan propilen glikol dari propilen oksida.....	9
Gambar 1. 4 Reaksi Pembuatan propilen glikol dari asam laktat .....	11
Gambar 1. 5 Reaksi Pembuatan propilen glikol dari gliserol .....	11
Gambar 4. 1 Lokasi Pabrik.....	48
Gambar 4. 2 Tata Letak Pabrik .....	52
Gambar 4. 3 Tata Layout Pabrik .....	57
Gambar 4. 4 Diagram alir Kuantitatif .....	63
Gambar 4. 5 Diagram Alir Kualitatif .....	64
Gambar 4. 6 Unit Pengolahan Air Industri .....	82
Gambar 4. 7 Struktur Organisasi Perusahaan.....	88
Gambar 4. 8 Grafik BEP .....	126

## ABSTRAK

Propilen glikol merupakan bahan kimia yang digunakan secara luas dalam berbagai industri kimia yaitu sebagai pelarut, *softening agent*, *plastilizer*, *antifreeze*, dan *inhibitor dalam fermentasi*. Propilen glikol dapat dibuat melalui reaksi hidrasi propilen oksida. Reaksi terjadi pada suhu 149°C dan tekanan 15 atm dalam reaktor alir tangki berpengaduk yang di lengkapi dengan koil pendingin. Hasil dari reaktor kemudian dialirkan ke menara distilasi untuk dipisahkan sebagian airnya untuk memperoleh produk dengan kemurnian 99%. Pabrik propilen glikol dirancang dengan kapasitas produksi 30.000 ton/tahun dan beroperasi selama 24 jam/hari. Pabrik ini rencana didirikan di kawasan indutri Gresik, Jawa Timur dengan luas tanah 12.598,3 m<sup>2</sup> dan jumlah karyawan 152 orang. Kebutuhan bahan baku untuk memproduksi propilen glikol ini terdiri dari propilen oksida sebanyak 28.686.54 ton/tahun, dan air sebanyak 89.019.03 ton/tahun. Berdasarkan perhitungan analisis kelayakan terhadap pabrik ini menunjukkan *Precent Return On Invesment (ROI)* sebelum pajak sebesar 57% dan setelah pajak sebesar 29%. *Pay Out Time (POT)* sebelum pajak selama 1,47 tahun dan setelah pajak selama 2,56 tahun. Presentase nilai *Break Even Point (BEP)* pabrik sebesar 56,83 %, *Shut Down Point (SDP)* sebesar 49,38%, serta *Discounted Cash Flow Rate (DCF)* terhitung sebesar 7,80%. Dari proses yang terjadi pabrik propilen glikol dapat di golongankan sebagai pabrik beresiko rendah. Berdasarkan hasil perhitungan evaluasi ekonomi terhadap analisis kelayakan pabrik dapat disimpulkan bahwa pendirian pabrik propilen glikol dengan kapasitas 30.000 ton/tahun menguntungkan dan layak untuk didirikan

*Kata kunci : propilen glikol, propilen oksida, reaksi hidrasi*

## ABSTRACT

Propylene glycol is a chemical substance that is widely used in various industries, as solvent, softening agent, platisizer, antifreeze, and fermentation inhibitor. Propylene glycol can be synthesized from hydration reaction of propylene oxide. The reaction occurs in a Continous Stirred Tank Reactor (CSTR) equipped with cooling coil at 149°C and 15 atm. The reaction products enters the distillation column to get 99% purity. Propylene glycol plant is designed with capacity of 30,000 tons/year and operates for 24 hour/ day. This plant is planned to be built in Gresik, East Java industrial area with land area of 12,598.3 m<sup>2</sup> and 152 employees. The required materials to produce propylene glycol are 28,686.54 tons/year of propylene oxide, 89,019.03 tons/year of water. The economic analysys shows some promising indicators in which the Return On Invesment (ROI) before and after taxes are 57 % and 29%, respectively, while Pay Out Time (POT) before and after taxes are 1.47 years and 2.56 years. Moreover some reasonable indicators are also obtained, such as Break Even Ppont (BEP) 56.83 %, Shut Down Point (SDP) 49.38 %, and Discounted Cash Flow Rate (DCF) 7.80%. From the process that occurs the propylene glycol plant could be categorized as a low risk plant. Based on the economic analysys, the propylene glycol plant could then be feasible to be built

*Keywords : propylene glycol, propylene oxide, hydration reaction*

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Indonesia merupakan salah satu negara berkembang di dunia yang harus siap dalam menghadapi era globalisasi dan perdagangan bebas. Sebagai negara berkembang, Indonesia banyak melakukan pembangunan dalam berbagai bidang, salah satunya adalah industri kimia yang menghasilkan produk jadi maupun produk antara (*intermediate*) untuk diolah lebih lanjut.

Pembangunan dan pembangunan industri kimia di Indonesia merupakan salah satu dari usaha pengembangan nasional jangka panjang. Pembangunan ini diarahkan untuk mencapai struktur ekonomi yang lebih kuat, meningkatkan kemampuan nasional dalam memenuhi kebutuhan bahan kimia dalam negeri, serta dapat memecahkan masalah ketanaga kerjaan. Selain itu, upaya ini juga dapat mengurangi pengeluaran devisa negara yang digunakan untuk mengimpor bahan-bahan kimia.

Berdasarkan proses produksinya, industri diklasifikasikan menjadi dua macam yaitu industri hulu dan industri hilir. Dimana dalam pengolahannya menjadi produk, kedua industri ini saling berkaitan. Sebagian produk dari industri hulu merupakan bahan baku industri hilir. Salah satu contoh Produk dari industri adalah propilen glikol. Propilen glikol banyak digunakan sebagai pengawet dan pelarut dalam industri makanan, bahan baku resin polyester tak jenuh, bahan pelembut dan pelembab pada

industri kosmetik, campuran obat, sebagai plastizier dan *antifreeze*, setara sebagai bahan aditif dalam industri pembuatan cat. Dari data terakhir, yaitu pada tahun 2016 kebutuhan propilen glikol di Indonesia sebesar 36.748.374 kg/tahun Berdasarkan aplikasinya Propilen glikol memiliki peranan yang cukup penting dalam menunjang kehidupan sehari-hari. Sampai saat ini, untuk memenuhi kebutuhan tersebut Indonesia harus mengimpor dari luar negeri.

Di Indonesia sendiri belum ada pabrik yang memproduksi propilen glikol. Sehingga pendirian pabrik propilen glikol memiliki peluang yang besar terhadap pasar dalam negeri. Pendirian pabrik propilen glikol berarti membuka lapangan kerja baru dan menekan angka impor, sehingga mengurangi jumlah pengangguran di Indonesia serta meningkatkan pertumbuhan ekonomi negara. Selain itu juga untuk memenuhi pasar di luar negeri yang di harapkan dapat meningkatkan devisa negara.

## **1.2 Kapasitas prarancangan pabrik**

Ada beberapa pertimbangan dalam menentukan kapasaitas pabrik propilen glikol ini. Penentuan kapasitas tersebut meliputi beberapa factor sebagai berikut

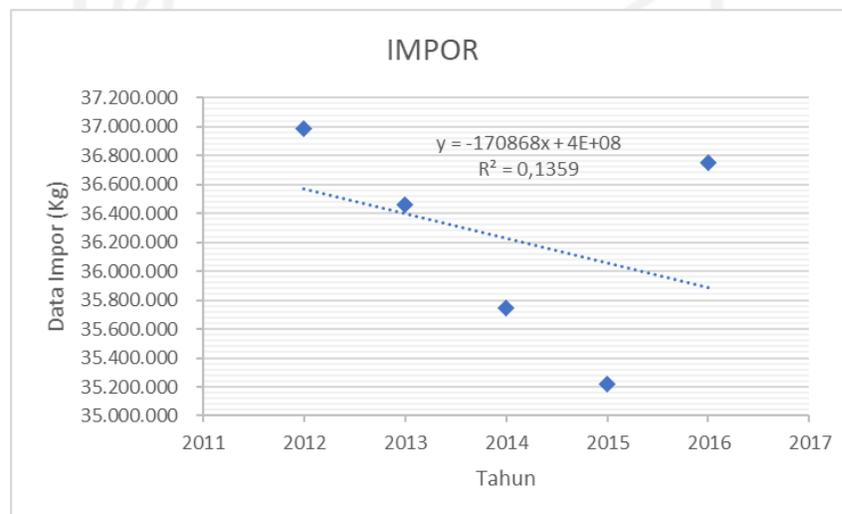
### **1.2.1 Data impor**

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik Indonesia, kebutuhan propilen glikol dalam kurun waktu 5 tahun terakhir terus meningkat. Data impor propilen glikol di Indonesia dari tahun 2012 sampai 2016 dapat dilihat pada Tabel 1.1.

Tabel 1. 1 Data Impor Periode 2012-2016

Tahun	Kapasitas (Kg)
2012	36.983.281
2013	36.456.668
2014	35.743.138
2015	35.217.807
2016	36.748.374

(Sumber BPS, 2020)



Gambar 1. 1 Grafik Impor Propilen Glikol di Indonesia Tahun 2012-2016

Dari data BPS pada Tabel 1.1 kemudian dibuat persamaan dengan metode regresi linier sederhana untuk memprediksi kebutuhan propilen glikol di Indonesia pada tahun dibangunnya pabrik ini.

Regresi linier sederhana digunakan untuk mendapatkan hubungan matematis dalam bentuk suatu persamaan antara variabel tak bebas tunggal dengan variabel bebas tunggal. Regresi linier sederhana hanya memiliki satu perubah X

yang dihubungkan dengan satu peubah tidak bebas Y. bentuk umum dari persamaan regresi linier untuk populasi adalah:

$$Y = a + bx \quad (1.1)$$

Dimana:

Y = Variabel tak bebas (prediksi)

X = Variabel bebas (tahun prediksi)

a = Parameter intersep (kemiringan line)

b = Parameter Koefisien Regresi Variabel Bebas

Menentukan koefisien persamaan a dan b dapat dengan menggunakan metode kuadrat terkecil, yaitu cara yang dipakai untuk menentukan koefisien persamaan a dan b dari jumlah pangkat dua (kuadrat) antara titik-titik dengan garis regresi yang dicari yang terkecil. Dengan demikian dapat ditentukan:

$$a = \frac{(\Sigma Y)(\Sigma X^2) - (\Sigma X)(\Sigma XY)}{n(\Sigma X^2) - (\Sigma X)^2}$$

$$b = \frac{n(\Sigma XY) - (\Sigma X)(\Sigma Y)}{n(\Sigma X^2) - (\Sigma X)^2}$$

Kemudian diperoleh hasil perhitungan dengan persamaan:

$$Y = -170868x + 380356998,6 \quad (1.2)$$

$$a = 380356998,6$$

$$b = -170868$$

Dari persamaan diatas kemudian digunakan untuk memprediksi kebutuhan impor propilen glikol pada tahun 2024. Diperoleh angka kebutuhan impor propilen glikol pada tahun 2024 sebesar 54.163.168 kg/tahun atau 54.163,17 ton/ tahun. Grafik dengan metode regresi linier diperlihatkan pada Gambar 1.1.

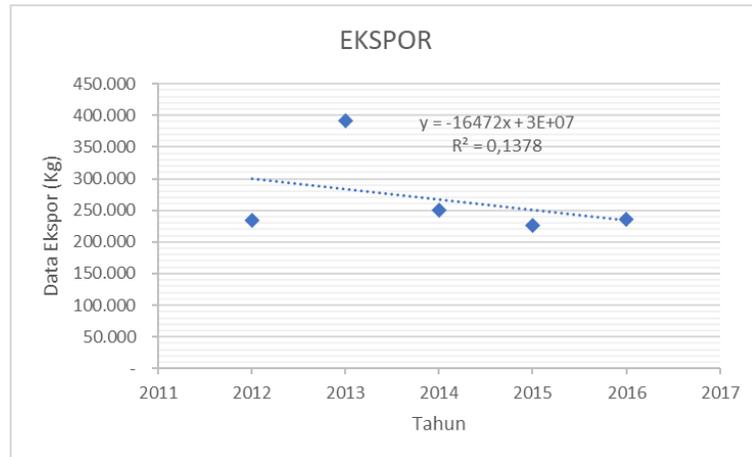
### 1.2.2 Data ekspor

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik Indonesia, kebutuhan propilen glikol dalam kurun waktu 5 tahun terakhir terus meningkat. Data impor propilen glikol di Indonesia dari tahun 2012 sampai 2016 dapat dilihat pada Tabel 1.2

Tabel 1. 2 Data Ekspor Periode 2012-2016

<b>Tahun</b>	<b>Kapasitas (Kg)</b>
2012	234.685
2013	392.294
2014	249.804
2015	226.561
2016	235.191

(Sumber BPS, 2020)



Gambar 1. 2 Grafik Ekspor Propilen Glikol di Indonesia Tahun 2012-2016

Berdasarkan data-data yang sudah diplotkan pada dilakukan pendekatan berupa garis lurus,

$$Y = -16472x + 33442516,4 \quad (1.3)$$

Dimana :

$$a = 33442516,4$$

$$b = -16472$$

Melalui perhitungan persamaan garis lurus diatas diperoleh persamaan  $y = -16472x + 33442516,4$ , yang dapat digunakan untuk memprediksi kebutuhan ekspor propilen glikol di Indonesia pada tahun 2024. Dengan persamaan garis lurus tersebut prediksi jumlah ekspor propilen glikol di Indonesia sebesar 63.339.328 kg/tahun atau 63.339,33 ton/ tahun.

### 1.2.3 Kapasitas pabrik Propilen glikol yang Sudah Berdiri

Kapasitas pabrik yang memproduksi propilen glikol di Indonesia berkisar dari 24.00 ton/tahun, yaitu dari pabrik PT. Justus Sakti Raya

#### a. Kebutuhan Propilen Glikol di Dunia

Pertumbuhan ekonomi yang kuat di negara berkembang ditambah dengan meluasnya sector manufaktur diperkirakan akan mendorong pertumbuhan pasar propilen glikol. Industri otomotif juga mengalami peningkatan, terutama di negara-negara seperti india, Brasil, dan Thailand. Hal ini menyebabkan kenaikan permintaan untuk pendingin dan pertumbuhan pasar propilen glikol. Meningkatnya standar hidup seiring dengan meningkatnya investasi di industri konstruksi diharapkan dapat terus menguatkan pertumbuhan pasar.

Pada tahun 2013, konsumsi propilen glikol di dunia melebihi 2,12 juta ton. Pasar keseluruhan diperkirakan akan meningkat 4,5% per tahun. Pertumbuhan terkuat kemungkinan akan terjadi di Cina dan sejumlah negara lainnya. Sedangkan pada tahun 2017 kebutuhan propilen glikol sebesar 2,56 juta ton (megroup.co.uk).

#### b. Data konsumsi dan produksi

Tabel 1. 3 Data konsumsi & produksi di Indonesia

Tahun	Konsumsi (kg)	Produksi (ton)
2012	35.217.807	24.000
2013	35.743.138	24.000
2014	36.748.374	24.000
2015	36.456.668	24.000
2016	36.983.281	24.000

### 1.2.4 Penentuan Kapasitas Perancangan Pabrik

Kapasitas produksi suatu pabrik ditentukan berdasarkan kebutuhan konsumsi produk dalam negeri, data impor, data ekspor, serta data produksi yang telah ada, sebagaimana dapat dilihat dari berbagai sumber, misalnya dari Biro Pusat Statistik, dari biro ini dapat diketahui kebutuhan akan suatu produk untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dari data industri yang telah ada. Berdasarkan data- data ini, kemudian ditentukan besarnya kapasitas produksi. Maka peluang kapasitas pendirian pabrik propilen glikol di tahun 2024 dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut.

$$\mathbf{PKPP = (DEMAND - SUPPLY) \times 60\%} \quad (1.4)$$

PKPP = Peluang Kapasitas Pendirian Pabrik Tahun 2024 (Ton)

DEMAND = Jumlah Konsumsi Propilen glikol Dalam Negeri + Jumlah Ekspor  
Propilen glikol Tahun 2024

SUPPLY = Jumlah Produksi Propilen glikol Dalam Negeri + Jumlah Impor  
Propilen glikol Tahun 2024

PKPP =  $(\text{DEMAND} - \text{SUPPLY}) \times 60\%$

PKPP =  $\{(59.082,75+63.339,33) - (24.000-54.163,17)\} \times 60\%$

PKPP = 22.655,35 Ton

Berdasarkan peluang pendirian pabrik yang telah dihitung, maka diputuskan akan dibuat pra-perancangan pabrik Propilen glikol dengan kapasitas 30.000 ton/tahun.

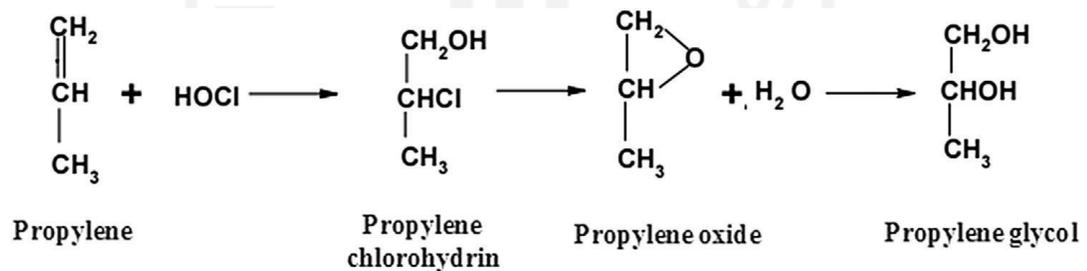
### 1.3 Tinjauan Pustaka

Propilen glikol adalah salah satu senyawa turunan dari propilen yang mempunyai rumus kimia  $C_3H_8O_2$  dengan nama IUPAC 1,2-Propaneidol. Senyawa ini mempunyai sifat jernih, cair, kental, sedikit berbau, sedikit pahit, dan memiliki tekanan uap rendah (Kirk Othmer, 2004).

Ditinjau dari bahan bakunya propilen glikol dapat di peroleh dengan beberapa cara, antara lain :

#### 1.3.1 Propilen Glikol Dari Propilen Oksida

Proses yang umum digunakan secara komersial untuk pembentukan Propilen glikol adalah dengan menghidrasi propilen oksida, yang mana di dapatkan dari reaksi oksidasi selektif propilen dengan reaksi berikut (Magdouli *et al*, 2003).



Gambar 1. 3 Reaksi Pembuatan propilen glikol dari propilen oksida

Proses hidrasi propilen oksida dilakukan dengan reaksi hidrolisis tanpa katalis bertekanan tinggi, suhu tinggi. Jumlah air yang banyak di gunakan pada konversi propilen oksida untuk mengantisipasi terjadinya reaksi samping, dengan konversi 90% propilen glikol dan 10 % produk samping. Reaksi terjadi

pada suhu 120°C-190°C dan tekanan hingga 2170 kPa. Setelah melewati reaksi hidrasi propilen glikol di murnikan dengan distilasi (Kirk *and* Othmer, 1983).



### 1.3.2 Propilen Glikol Dari Sorbitol

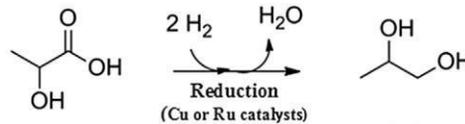
Propilen glikol dapat diperoleh dari sorbitol melalui proses hidrogenolisis. Proses ini memiliki dua tahap penting yaitu dehidrogenasi polioliol menjadi karbonil intermediet dengan bantuan katalis logam, dan pemisahan ikatan C-C pada zat intermediet yang biasanya melalui kondensasi retroaldol (Sun *and* Liu, 2011).

Berbagai katalis di gunakan dalam proses ini. Katalis yang paling umum di gunakan adalah katalis dengan basis Ni- atau Ru-. Proses ini mendapatkan nilai konversi 50% dan selektivitas 30% ketika menggunakan katalis Ni-Ru (Magdouli *et al*, 2003).

### 1.3.3 Propilen Glikol dari Asam Laktat

Asam laktat juga dapat menjadi bahan baku untuk pembuatan propilen glikol. Melalui proses reduksi yang menggunakan katalis Ru/Re/C didapatkan konversi 92,3%, tetapi dikatakan oleh Werphy *et al*, (2005) bahwa proses ini tidak biasa diaplikasikan secara komersial, karena proses hidrogenasi asam karbosilat membutuhkan suhu dan tekanan tinggi. Selain itu juga karena katalis yang mahal dan juga waktu reaksi yang lama. Membuat proses ini semakin sulit

untuk dilakukan. Proses hidrogenasi memiliki produktivitas rendah (Magdouli *et al*, 2003).

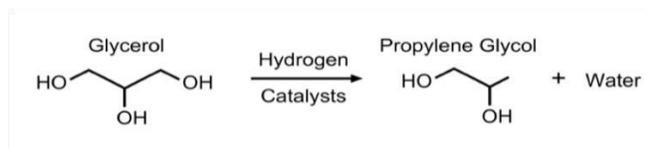


Gambar 1. 4 Reaksi Pembuatan propilen glikol dari asam laktat

### 1.3.4 Propilen Glikol dari Gliserol

Proses komersial pembuatan propilen glikol dari gliserol melibatkan 2 tahap, mendehidrasi gliserol menjadi asetol, lalu menghidrogenasi karbonil intermediet menjadi propilen glikol. Penggunaan katalis Ru dengan kondisi operasi pada suhu 50°C dan tekanan 14,5 MPa selama 5 jam. Menhasilkan konversi propilen glikol sebesar 90 % (Alhanash *et al*, 2008).

Proses ini membutuhkan katalis heterogen dikarenakan katalis homogen dapat mengakibatkan kesulitan pada tahap pemisahan dan proses pemulihan., Penggunaan katalis heterogen di katakan tidak efisien untuk memproduksi 1,2 propilen glikol. Melainkan lebih efisien untuk pembuatan 1,3 propilen glikol (Oh *et al*, 2004).



Gambar 1. 5 Reaksi Pembuatan propilen glikol dari gliserol

## 1.4 Potensi Ekonomi

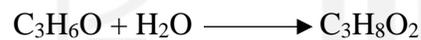
Dari bahan-bahan baku diatas di hitung potensi ekonomi dengan harga harga pada

Tabel 1.4 dengan cara  $EP = (\text{value of products}) - (\text{raw material costs})$

Tabel 1. 4 Data harga bahan baku

Komponen	BM	Value, \$ kg
Propilen glikol	76	4
Propilen oksida	58	2
Gliserol	92	1,2
Sorbitol	182	0,7
Asam laktat	90	1,3
Katalis Ru	101	60
Katalis Ni	58	2

### 1. Propilen glikol dari propilen oksida

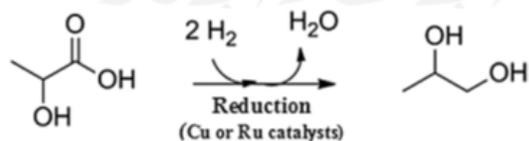


$$EP = (76 \times 4) \times 90\% - (58 \times 2) = \$157,6/\text{kmol}$$

### 2. Propilen glikol dari sorbitol

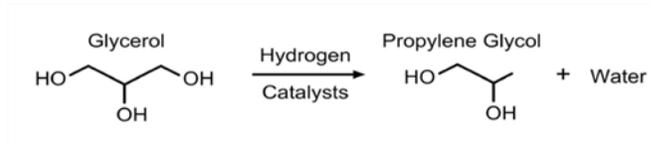
$$EP = (76 \times 4) \times 50\% - ((182 \times 0,7) + 1,274) = \$23,326/\text{kmol}$$

### 3. Propilen glikol dari asam laktat



$$EP = ((76 \times 4) \times 96\%) - ((90 \times 1.3) + 21,06) = \$141,62/\text{kmol}$$

#### 4. Propilen glikol dari gliserol



$$EP = (76 \times 4) \times 92\% - ((92 \times 0.7) + 33,12) = \$130,08/\text{kmol}$$

Dari proses-prosesnya yang telah ditinjau dari bahan baku dan perhitungan potensi ekonomi dipilih sintesis propilen glikol dengan bahan baku propilen oksida. Hal ini karena pembuatan propilen glikol dari sorbitol dapat menghasilkan produk yang terlalu kompleks untuk dimurnikan dan menimbulkan masalah korosi. Propilen glikol dari bahan baku asam laktat tidak dipilih, karena pada proses hidrogenasi asam karboksilat membutuhkan suhu dan tekanan tinggi dan harga katalis yang mahal. Waktu reaksi yang lama membuat proses ini semakin sulit untuk dilakukan. Pembuatan propilen glikol dari gliserol tidak dipilih, karena katalis yang mahal. Proses ini dikatakan lebih cocok untuk memproduksi 1,3 propilen glikol.

Tabel 1. 5 Tinjauan proses

<b>Kriteria</b>	<b>Propilen glikol dari propilen oksida</b>	<b>Propilen glikol dari sorbitol</b>	<b>Propilen glikol dari asam laktat</b>	<b>Propilen glikol dari gliserol</b>
Tekanan (atm)	21,42	217,75	266	143
Suhu (°C)	120 - 190	150-180	150	50
Katalis	Tanpa katalis	Ni-Ru	Ru	Ru
Fase Reaksi	Cair	Cair-Cair	Cair	Cair-cair
Konversi	90	50	92	90
Waktu reaksi	1 jam	1 jam	1 – 2 jam	4– 8 jam
Kekurangan	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Kebutuhan air untuk proses sangat banyak</li> <li>– Tekanan dan temoeratur tinggi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Katalis yang digunakan mahal</li> <li>– Tekanan dan temperature tinggi</li> <li>– Konversi rendah</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Proses hidrogenasi membutuhkan tekanan dan temperatur tinggi</li> <li>– Katalis yang mahal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Katalis yang digunakan cukup mahal</li> <li>– Tekanan dan temperature tinggi</li> </ul>
Kelebihan	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Limbah yang dihasilkan dalam proses ini sedikit</li> <li>– Biaya produksi rendah</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Bahan baku mudah diperoleh dan harganya terjangkau</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Kecepatan Reaksi meningkat sehingga waktu reaksi berjalan cepat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Bahan baku (gliserol) mudah diperoleh</li> </ul>
EP	\$157,6 /kmol	\$23,3 /kmol	\$141,6 /kmol	\$130 /kmol

## BAB II

### PERANCANGAN PRODUK

#### 2.1 Spesifikasi Produk

Untuk memenuhi kualitas produk sesuai standard dan kebutuhan pasar, maka perancangan pabrik Propilen glikol ini didasarkan pada beberapa variabel, yaitu spesifikasi bahan baku, spesifikasi produk, dan pengendalian kualitas.

##### 2.1.1 Propilen Glikol

Rumus Molekul	: $C_3H_8O_2$
Fase	: Cair
Berat Molekul	: 76,1 g/ mol
Densitas	: 1,036 g/ml
Titik Leleh	: $-59^{\circ}C$
Titik Didih	: $188^{\circ}C$
Tekanan uap (pada suhu $20^{\circ}C$ )	: 0,08 mmHg
Viskositas (pada suhu $20^{\circ}C$ )	: 58,1 cp
Kemurnian	: 99,5 %
Temperatur kritis	: $340,23^{\circ}C$
Tekanan kritis	: 57,16 atm

## 2.2 Spesifikasi Bahan Baku

### 221 Propilen Oksida

Rumus Molekul	: $C_3H_6O$
Fase	: Cair
Berat Molekul	: 134,18 g/ mol
Densitas	: 0,83 g/ ml
Titik Leleh	: $-112^{\circ}C$
Titik Didih	: $34,23^{\circ}C$
Tekanan uap (pada suhu $20^{\circ}C$ )	: 442 mmHg
Viskositas	: 0,28 cp
Kemurnian	: 99,98 %
Temperatur kritis	: $209,1^{\circ}C$
Tekanan kritis	: 48,6 atm

### 2.2.2 Air

Rumus Molekul	: $H_2O$
Fase	: Cair
Berat Molekul	: 18,02 g/ mol
Densitas	: 1 g/ ml
Titik Leleh	: $0^{\circ}C$
Titik Didih	: $100^{\circ}C$

Tekanan uap (pada suhu 20°C)	: 17,25 mmHg
Viskositas (pada suhu 20°C)	: 1,002 cp
Temperatur kritis	: 209,1 °C
Tekanan kritis	: 218,3 atm

### 2.3 Pengendalian Kualitas

Menurut Sofjan Assauri (1998) pengendalian adalah kegiatan yang dilakukan untuk menjamin agar kegiatan produksi dan operasi yang dilaksanakan sesuai dengan apa yang direncanakan dan apabila terjadi penyimpangan, maka penyimpangan tersebut dapat dikoreksi sehingga apa yang diharapkan dapat tercapai. Sedangkan kualitas adalah kesesuaian dengan kebutuhan meliputi availability, delivery, reliability, maintainability, dan cost effectiveness (Crosby, 1976).

Pengendalian kualitas dapat didefinisikan sebagai suatu usaha yang dilakukan untuk mempertahankan kualitas produk agar sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan dalam pasar. Usaha tersebut diupayakan memiliki biaya yang rendah dan dapat memuaskan kebutuhan pelanggan. Pengendalian kualitas dan keandalan yang efektif dalam suatu produk dapat dicapai melalui suatu sistem standarisasi yang memadai. Standarisasi tersebut dapat diterapkan pada setiap tahap seperti pemilihan bahan baku, kontrol proses, desain perkakas, pemilihan peralatan, metode produksi dan teknik, pemeriksaan setiap tahap dan inspeksi akhir (Jain, 2011).

Dalam suatu industri kimia, pengendalian kualitas mencakup keseluruhan proses produksi mulai dari persiapan bahan baku, proses reaksi, sampai menghasilkan produk akhir. Hal ini bertujuan untuk menghasilkan produk dengan kualitas yang baik sesuai dengan kebutuhan pasar. Pada perancangan pabrik propilen glikol ini terdapat parameter-parameter yang perlu dikendalikan, antara lain :

### **2.3.1 Bahan Baku**

Pengendalian kualitas bahan baku merupakan pengendalian yang dilakukan pada awal proses. Pada produksi propilen glikol, bahan baku utama yang digunakan adalah propilen oksida dan air. Kemurnian bahan baku dan kandungan zat pengotor perlu diperhatikan, sehingga tidak mempengaruhi kualitas hasil akhir produk. Ketersediaan bahan baku juga perlu disesuaikan dengan kebutuhan kapasitas produksi. Hal ini untuk menghindari terjadinya kekurangan bahan baku ketika proses produksi berjalan.

### **2.3.2 Alat Produksi**

Alat produksi adalah sarana atau fasilitas yang digunakan oleh suatu industri untuk menjalankan proses produksi. Pemilihan alat serta spesifikasi masing-masing alat tersebut disesuaikan dengan proses reaksi yang berlangsung. Pada produksi propilen glikol alat-alat yang digunakan terdiri dari tangki penyimpan bahan baku dan produk, reaktor, , menara distilasi, pompa, reboiler, cooler, heater, kondenser, dan expander valve. Alat produksi merupakan aset perusahaan yang penting, sehingga

diperlukan pengelolaan dan pemeliharaan. Pada prinsipnya terdapat 2 jenis pemeliharaan (maintenance) yaitu, preventive maintenance dan line maintenance. Preventive maintenance adalah pengecekan kondisi pada alat-alat 18 yang baru dibeli, sedangkan line maintenance adalah pengecekan kondisi alatalat yang digunakan setiap hari untuk proses produksi (Neti, 2004).

### **2.3.3 Kondisi Operasi**

Pengendalian kondisi operasi berlaku untuk semua alat produksi yang digunakan. Variabel yang perlu dikendalikan antara lain suhu, tekanan, laju alir, level permukaan cairan, pH, viskositas, dan variabel-variabel lainnya. Kondisi operasi dipilih berdasarkan pertimbangan bahwa pada kondisi operasi tersebut produk propilen glikol yang dihasilkan optimal. Pada proses reaksi hidrolisa propilen oksida digunakan reaktor alir tangki berpengaduk yang beroperasi pada suhu 149°C dan tekanan 1 atm.

### **2.3.4 Karyawan**

Setiap karyawan terlepas dari posisi, status atau tugasnya, secara langsung maupun tidak langsung berpengaruh terhadap kualitas produksi. Dibutuhkan hard skill dan soft skill untuk meningkatkan produktivitas. Disamping itu manajemen perusahaan perlu disusun secara sistematis dan jelas untuk menghindari terjadinya miscommunication antar karyawan. Berdasarkan konsep kerjanya pengendalian proses dibagi menjadi 2 jenis yaitu pengendalian secara manual dan pengendalian secara otomatis. Untuk pengendalian secara manual tidak membutuhkan alat instrumentasi

dan instalasi yang cukup banyak, karena prosesnya dikendalikan langsung oleh operator. Namun, pengendalian ini berpotensi terjadi banyak kesalahan (error). Sedangkan pengendalian secara otomatis dijalankan oleh suatu controller yang menggantikan kerja operator (Johnson, 1997). Pengendalian proses tidak terlepas dari penggunaan alat instrumen. Fungsi alat instrumen sebagai penunjuk (indicator), pencatat (recorder), pengontrol (regulator), dan pemberi tanda bahaya (alarm). Dengan adanya rangkaian instrumen tersebut maka operasi semua peralatan yang terdapat dalam pabrik dapat dimonitor dan dikontrol dengan cermat, mudah dan efisien, sehingga kondisi operasi selalu berada dalam kondisi yang diharapkan. Pada dasarnya, tujuan pengendalian tersebut adalah agar kondisi proses di pabrik mencapai tingkat kesalahan (error) yang paling minimum, sehingga produk yang dihasilkan optimal (Perry and Green, 1999). Variabel-variabel yang dikontrol/diukur oleh instrumen antara lain:

a. Variabel utama

- Suhu

Instrumen yang digunakan untuk mengendalikan suhu apabila terjadi perubahan adalah temperature controller (TC). Sedangkan temperature indicator (TI) adalah instrumen yang dapat menunjukkan suhu yang terukur pada alat.

- Tinggi permukaan cairan

Instrumen yang digunakan untuk mengendalikan ketinggian cairan apabila terjadi perubahan adalah level controller (LC). Sedangkan level indicator (LI) adalah instrumen yang dapat menunjukkan ketinggian permukaan cairan yang terukur dalam suatu alat.

- Tekanan

Instrumen yang digunakan untuk mengendalikan tekanan apabila terjadi perubahan adalah pressure controller (PC). Sedangkan pressure indicator (PI) adalah alat yang digunakan untuk mengamati tekanan yang terukur dalam suatu alat.

- Laju alir

Instrumen yang digunakan untuk mengendalikan laju alir apabila terjadi perubahan adalah flow controller (FC). Sedangkan flow indicator (FI) adalah alat yang digunakan untuk mengamati laju aliran dalam suatu alat.

- b. Variabel tambahan : densitas, viskositas, panas spesifik, konduktifitas, pH, humiditas, titik embun, komposisi kimia, kandungan kelembapan, dan variabel lainnya.

## **BAB III**

### **PERANCANGAN PROSES**

#### **3.1 Uraian Proses**

Proses pembuatan propilen glikol dibagi menjadi empat tahap, yaitu :

- a. Tahap penyimpanan bahan baku
- b. Tahap persiapan bahan baku
- c. Tahap reaksi
- d. Tahap pemurnian produk

##### **3.1.1 Tahap Penyimpanan Bahan Baku**

Propilen oksida disimpan pada suhu 35 °C dengan tekanan 15 atm. Hal ini dilakukan agar propilen oksida tetap dalam fase cair. Sedangkan untuk air disimpan pada suhu 35 °C dan tekanan 1 atm. Propilen oksida diperoleh dengan kemurnian 99%.

##### **3.1.2 Tahap Persiapan Bahan Baku**

Tahap persiapan bahan baku bertujuan untuk menyiapkan propilen oksida dan air sebelum masuk reaktor. Propilen oksida dari T-01 dipanaskan sampai suhu 149°C, air dari T-02 ditekan hingga 15 atm dan dipanaskan sampai suhu 149°C. Suhu dan tekanan ini disesuaikan kondisi operasi dalam reaktor.

### 3.1.3 Tahap Reaksi

Umpan masuk reaktor terdiri dari umpan dari tangki propilen oksida (T-01) dan tangki air (T-02). Rasio mol yang digunakan adalah 1 : 10 dengan konversi reaksi sebesar 92%.

Reaktor yang digunakan dalam proses pembuatan propilen glikol adalah Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) dengan kondisi operasi pada suhu 149°C dan tekanan 15 atm. Reaksi pembentukan propilen glikol merupakan reaksi eksotermis, sehingga dalam proses reaksinya diperlukan pendingin agar kondisi operasi dapat terjaga sesuai yang ditentukan. Pendingin yang digunakan adalah koil pendingin dengan media pendingin berupa air.

### 3.1.4 Tahap Pemurnian Produk

Proses ini berfungsi memisahkan propilen glikol dari propilen oksida yang tersisa, sebagian besar air dan impuritas lainnya untuk mendapatkan propilen glikol dengan kemurnian 99%.

Tahap pemurnian produk menggunakan Menara distilasi (MD-01). Hasil atas dari Menara distilasi (MD-01) sebagian besar terdiri dari air dialirkan menuju Unit Pengolahan Limbah (UPL). Hasil bawah dari Menara distilasi (MD-01) adalah propilen glikol dengan kemurnian 99%.

## 3.2 Spesifikasi Alat

### 3.2.1 Tanki penyimpanan Propilen oksida (T-01)

Tugas : Menyimpan bahan baku Propilen oksida untuk keperluan selama 30 hari.

Bahan : *Carbon Steel SA-283C*

Jenis : *Horizontal silinder tank dengan torispherical dished head*

Fase : Cair

Jumlah : 5 buah

Kondisi Operasi :  $T = 35\text{ }^{\circ}\text{C}$  ;  $P = 15\text{ atm}$

Spesifikasi :

- Volume :  $705,32\text{ m}^3$
- Diameter : 6,09 m
- Panjang : 4,26 m
- Tebal *shell* : 0,75 in
- Tebal *head* : 0,5 in

Harga Alat : \$ 353.100

### 3.2.2 Tanki Penyimpanan Air (T-02)

Tugas : Menyimpan kebutuhan air untuk proses produksi selama 1 hari

Bahan : *Carbon Steel SA-283C*

Jenis : *Vertical flat bottomed tank dengan conical roof*

Fase : Cair

Jumlah : 1 buah

Kondisi Operasi :  $T = 35\text{ }^{\circ}\text{C}$  ;  $P = 1\text{ atm}$

Spesifikasi :

- Volume :  $287,37\text{ m}^3$
- Diameter : 3,04 m
- Tinggi *Head* : 0,55 m
- Tebal *Head* : 0,1875 in
- Tinggi Total Tangki : 7,86 m

Tebal *Shell* :

- *Course* 1-6 : 0,1875 in

Harga Alat : \$ 70.700

### 3.2.3 Tanki Penyimpanan Produk (T-03)

Tugas : Menyimpan produk propilen glikol selama 7 hari

Bahan : *Carbon Stell SA-283C*

Jenis : Vertical dan bagian atas *conical roof*

Fase : Cair

Jumlah : 1 buah

Kondisi Operasi :  $T = 35\text{ }^{\circ}\text{C}$  ;  $P = 1\text{ atm}$

Spesifikasi :

- Volume : 745,0194 m<sup>3</sup>
- Diameter : 6,09 m
- Tinggi *Head* : 1,1 m
- Tebal *Head* : 0,1875 in
- Tinggi Total Tangki : 10,25 m

Tebal *Shell* :

- *Course 4- 6* : 0,1875 in
- *Course 1-3* : 0,2500 in

Harga Alat : \$ 131.400

### 3.2.4 Reaktor CSTR (R-01)

Fungsi : Untuk mereaksikan Propilen oksida dan air menjadi Propilen glikol

Tipe : *Continuous Stirred Tank Reactor (CSTR)* dengan *Elliptical Dished Head*

Bahan Konstruksi : *Stainless steel type 304*

Fasa : Cair

Jumlah : 1 buah

Kondisi Operasi : Non-Adiabatis, Isotermal ; T = 149 °C ; P = 15 atm

Spesifikasi :

- Volume Reaktor : 17,96 m<sup>3</sup>
- Diameter Reaktor : 2,21 m
- Tinggi Reaktor : 6,65 m
- Tebal *Shell* : 0,7500 in = 0,02 m
- Tebal *Head* : 0,7500 in = 0,02 m
- Tinggi *Head* : 0,7 m
- Tinggi *Shell* : 4,42 m

Spesifikasi Pengaduk :

- Tipe Pengaduk : Turbin 6 *Blade Disc Standart*

- Jumlah *Impeler* : 2
- Diameter *Impeler* : 0,73 m
- Tinggi *Impeler* : 0,95 m
- Lebar *Baffle* : 0,18 m
- Power : 200 hp

Koil Pendingin :

- Panjang Koil : 15,57 m
- Tinggi tumpukan koil : 0,19 m
- Jumlah lilitan : 3

Harga Alat : \$ 364.900

### 3.2.6 Menara Distilasi (MD-01)

Tugas : Memurnikan produk utama *propylene glycol*

Tipe : *Tray tower* dengan *Sieve tray*

Bahan : *Carbon steel SA 283 grade C*

Kondisi Operasi :

- Tekanan : 1 atm
- Suhu umpan : 101,3 °C
- Suhu atas : 103,9 °C
- Suhu bawah : 175,3 °C

Jumlah stage            30  
 Jarak antar stage     : 0,5 m  
*Reflux ratio*            : 0,0252  
 Diameter Menara      : 1,9225 m  
 Tinggi Menara        : 18,6050 m  
 Spesifikasi            :

- Tebal *Head*            : 0,1875 inch
- Tebal *Shell*            : 0,2500 inch
- Jenis *Head*            : *Torispherical Dished Head*

Harga Alat            : \$ 224.665

### 3.2.6 *Condenser* (CD-01)

Tugas                    : Mengembunkan hasil atas menara distilasi (MD-01)

Jenis                    : *Shell & tube horizontal condenser*

Bahan                   : *Carbon steel SA 283 Grade C*

Kondisi Operasi        :

- Tekanan                : 1 atm

Fluida Panas            :

- Suhu masuk            : 103,9 °C

- Suhu keluar : 98,8 °C

Fluida Dingin :

- Suhu masuk : 30 °C
- Suhu keluar : 55 °C

*Shell* :

- ID : 19 in
- Fluida : *Cold fluid* (air pendingin)
- *Pressure Drop* : 0,0024 psi
- Pass : 1

*Tube* :

- OD : 1 in
- BWG : 16
- Fluida : Hasil atas Menara distilasi (MD-01)
- Jumlah *Tube* : 766
- Panjang : 4,87 m
- *Pressure Drop* : 4 psi
- *Pitch* : 1,250 in, *triangular pitch*
- Pass : 1

Rd Minimum : 0,001 Btu/hr.ft<sup>2</sup>. °F

*Rd Available* : 0,018 Btu/hr.ft<sup>2</sup>. °F

Harga Alat : \$ 89.900

### 3.2.7 Reboiler (RB-01)

Tugas : Memanaskan hasil bawah keluaran menara distilasi (MD-01)

Jenis : *Kettle reboiler*

Bahan : *Carbon steel SA 283 Grade C*

Kondisi Operasi :

- Tekanan : 1 atm

Fluida Panas :

- Suhu masuk : 300 °C
- Suhu keluar : 300 °C

Fluida Dingin :

- Suhu masuk : 103,9 °C
- Suhu keluar : 175,3 °C

*Shell* :

- ID : 25 in
- Fluida : Hasil bawah menara distilasi (MD-01)

- *Pressure Drop* : 1,4515 psi

- *Pass* : 1

*Tube* :

- *OD* : 1 in

- *BWG* : 16

- *Fluida* : *Saturated steam*

- *Jumlah Tube* : 50

- *Panjang* : 4,87 m

- *Pressure Drop* : 3,2178 psi

- *Pitch* : 1,25 in, *triangular pitch*

- *Pass* : 1

*Rd Minimum* : 0,001 Btu/hr.ft<sup>2</sup>.°F

*Rd Available* : 0,017 Btu/hr.ft<sup>2</sup>.°F

*Harga Alat* : \$ 67.900

### 3.2.8 Akumulator (ACC-01)

*Tugas* : Sebagai penampung arus keluaran kondenser pada menara distilasi (MD-01) untuk menjaga kontinuitas dan kestabilan aliran keluar

*Jenis* : Tangki *silinder horizontal*

Kondisi operasi :

- Tekanan : 1 atm
- Suhu : 98,8 °C
- Panjang : 1,63 m
- Diameter : 0,63 m
- Tebal : 0,1875 in
- Tebal *Head* : 0,1875 in

Harga Alat : \$ 4.000

### 3.2.9 Heater (HE-01)

Tugas : Memanaskan bahan baku Propilen oksida menjadi 149 °C  
sebelum masuk reaktor CSTR (R-01)

Beban Panas : 931.145,654 kJ/jam

Jenis : *Double pipe*

Luas transfer panas : 172 ft<sup>2</sup>

*Inner pipe* :

- Fluida : Propilen oksida
- Diameter : IPS = 1,25 in, Sch No = 40

*Anulus* :

- Fluida : *Steam*
- Diameter : IPS = 2 in, Sch No = 40

Rd Minimum : 0,001 Btu/hr.ft<sup>2</sup>. °F

Rd Available : 0,028 Btu/hr.ft<sup>2</sup>. °F

Panjang pipa : 3,65 m

Jumlah *Hairpin* : 8

Bahan Kontruksi : *Carbon Steel SA 283 Grade C*

Harga Alat : \$ 21.300

### 3.2.10 *Heater (HE-02)*

Tugas : Memanaskan bahan baku Air menjadi 149 °C sebelum masuk reaktor CSTR (R-01)

Beban Panas : 5088996,571kj/jam

Jenis : *Double pipe*

Luas transfer panas : 166 ft<sup>2</sup>

*Inner pipe* :

- Fluida : Air
- Diameter : IPS = 4 in, Sch No = 40

*Anulus* :

- Fluida : *Steam*
- Diameter : IPS = 6 in, Sch No = 40

Rd Minimum : 0,001 Btu/hr.ft<sup>2</sup>. °F

Rd Available : 0,005 Btu/hr.ft<sup>2</sup>. °F

Panjang pipa : 3,65 m

Jumlah *Hairpin* : 8

Bahan Kontruksi : *Carbon Steel SA 283 Grade C*

Harga Alat : \$ 21.300

### 3.2.11 Cooler (C-01)

Tugas : Mendinginkan keluaran *Expansion valve* (V-01) sebelum masuk Menara distilasi (MD-01)

Jenis : *Shell & tube*

Luas Transfer Panas : 254 ft<sup>2</sup>

Bahan : *Carbon steel SA 283 grade C*

Kondisi Operasi :

- Tekanan : 1 atm

Fluida Panas :

- Suhu masuk : 149 °C

- Suhu keluar : 101,3 °C

Fluida Dingin :

- Suhu masuk : 30 °C
- Suhu keluar : 55 °C

*Shell* :

- Fluida : Produk R-01
- *Pressure Drop* : 7 psi
- *ID* : 12 in
- *Baffle* : 2,4 in
- Pass : 1

*Tube* :

- Fluida : Air pendingin
- OD : 0,75 in
- BWG : 16
- *Pitch* : 1 in , *in-square pitch*
- Jumlah *tube* : 81
- *Pressure drop* : 0,8 psi
- Panjang : 4,87 m
- Pass : 1

Rd Minimum : 0,001 Btu/hr.ft<sup>2</sup>.°F

Rd Available : 0,015 Btu/hr.ft<sup>2</sup>.°F

Harga Alat : \$ 11.300

### 3.2.12 Cooler (C-02)

Tugas : Mendinginkan Produk atas Menara distilasi (MD-01) sebelum masuk UPL

Jenis : *Shell & tube*

Luas Transfer Panas : 703 ft<sup>2</sup>

Bahan : *Carbon steel SA 283 grade C*

Kondisi Operasi :

- Tekanan : 1 atm

Fluida Panas :

- Suhu masuk : 103,9 °C
- Suhu keluar : 35 °C

Fluida Dingin :

- Suhu masuk : 30 °C
- Suhu keluar : 55 °C

*Shell* :

- *Fluida* : Produk atas MD-01
- *Pressure Drop* : 4,5 psi
- *Baffle* : 4,25 in
- *ID* : 21,25 in
- *Pass* : 1

*Tube* :

- *Fluida* : Air pendingin
- *BWG* : 16
- *OD* : 0,75 in
- *Pitch* : 1 in , *in-square pitch*
- *Jumlah tube* : 224
- *Panjang* : 4,87 m
- *Pressure drop* : 0,2 psi
- *Pass* : 1

*Rd Minimum* : 0,001 Btu/hr.ft<sup>2</sup>.°F

*Rd Available* : 0,012 Btu/hr.ft<sup>2</sup>.°F

*Harga Alat* : \$ 39.500

### 3.2.13 Cooler (C-03)

Tugas : Mendinginkan Produk bawah Menara distilasi (MD-01)  
sebelum masuk Tangki penyimpanan (T-03)

Jenis : *Shell & tube*

Luas Transfer Panas : 249 ft<sup>2</sup>

Bahan : *Carbon steel SA 283 grade C*

Kondisi Operasi :

- Tekanan : 1 atm

Fluida Panas :

- Suhu masuk : 175,3 °C
- Suhu keluar : 35 °C

Fluida Dingin :

- Suhu masuk : 30 °C
- Suhu keluar : 55 °C

*Shell* :

- Fluida : Produk atas MD-01
- *Pressure Drop* : 5,4 psi
- *Baffle* : 2,40 in

- *ID* : 12 in

- Pass : 1

*Tube* :

- Fluida : Air pendingin

- OD : 0,75 in

- BWG : 16

- *Pitch* : 1 in , *in-square pitch*

- Jumlah *tube* : 81

- Panjang : 4,87 m

- *Pressure drop* : 0,8 psi

- Pass : 1

Rd Minimum : 0,001 Btu/hr.ft<sup>2</sup>.°F

Rd Available : 0,013 Btu/hr.ft<sup>2</sup>.°F

Harga Alat : \$ 14.100

### 3.2.14 Expansion Valve (EV-01)

Tugas : Menurunkan tekanan keluaran reactor (R-01) dari 15 atm menjadi 1 atm

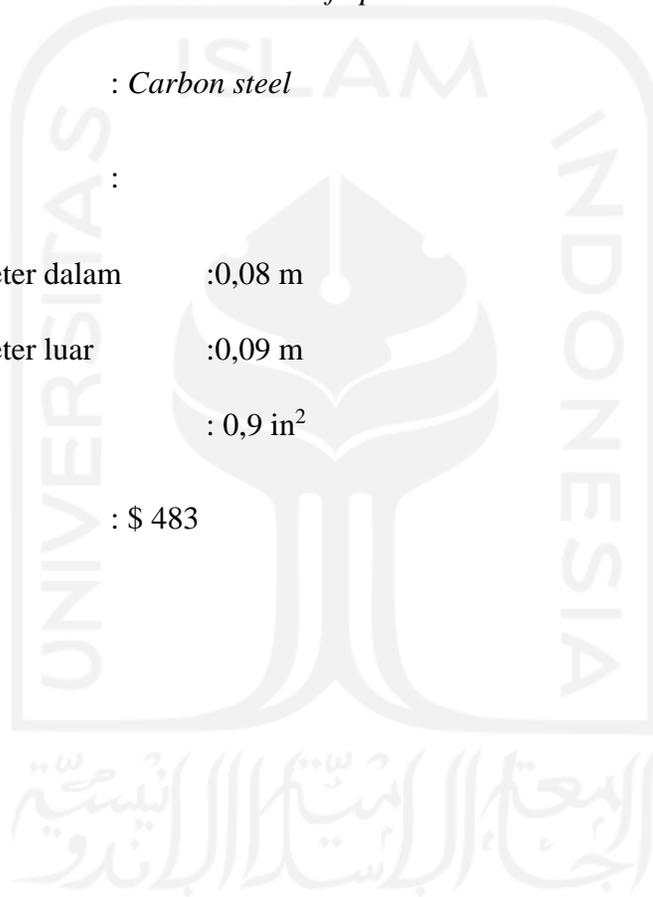
Jenis : *Globe valve half open*

Bahan : *Carbon steel*

Dimensi :

- Diameter dalam : 0,08 m
- Diameter luar : 0,09 m
- a : 0,9 in<sup>2</sup>

Harga Alat : \$ 483



### 3.2.15 Pompa

**Tabel 3. 1 Spesifikasi Pompa (P-01 - P-03)**

SPESIFIKASI	Pompa (P-01)	Pompa (P-02)	Pompa (P- 03)
Tugas	Mengalirkan propilen oksida dari tangki (T-01) ke Heater (H-01)	Mengalirkan propilen oksida dari Heater (HE-01) ke Reaktor (R-01)	Mengalirkan dan menaikkan tekanan air dari tangki (T-02) ke Heater (HE-02)
Jenis	Pompa Sentrifugal	Pompa Sentrifugal	Pompa Sentrifugal
IPS	2 in	2 in	2,5 in
<i>Total Head</i>	1,13 m	5,72 m	50,18 m
NPSH	4,67 m	5,14 m	8,44 m
Sch.No	40	40	80
Kapasitas Pompa	21,45 gpm	23,46 gpm	59,83 gpm
HHP	0,01 Hp	0,08 Hp	2,23 Hp
BHP	0,03 Hp	0,17 Hp	4,65 Hp
Hp Aktual	0,05 Hp	0,25 Hp	7,50 Hp
Bahan Kontruksi	<i>Stainless Steel SS 316</i>	<i>Stainless Steel SS 316</i>	<i>Stainless Steel SS 316</i>
Harga	\$ 4.800	\$ 7.700	\$ 7.700

Tabel 3. 2 Spesifikasi Pompa (P-04 - P06)

SPESIFIKASI	Pompa (P-04)	Pompa (P-05)	Pompa (P- 06)
Tugas	Mengalirkan air dari Heater (HE-02) ke Reaktor (R-01)	Mengalirkan keluaran cooler (C-01) ke menara distilasi (MD-01)	Mengalirkan produk atas menara distilasi (MD-01) ke cooler (C-02)
Jenis	Pompa Sentrifugal	Pompa Sentrifugal	Pompa Sentrifugal
IPS	2,5 in	3 in	2,5 in
Total Head	5,73 m	13,01 m	1,01 m
NPSH	9,01 m	10,50 m	4,24 m
Sch.No	80	40	40
Kapasitas Pompa	59,83 gpm	82,05 gpm	59,49 gpm
HHP	0,25 Hp	0,76 Hp	0,05 Hp
BHP	0,53 Hp	1,60 Hp	0,09 Hp
Hp Aktual	0,75 Hp	2,00 Hp	0,12 Hp
Bahan Kontruksi	<i>Stainless Steel SS 316</i>	<i>Stainless Steel SS 316</i>	<i>Stainless Steel SS 316</i>
Harga	\$ 7.700	\$ 10.300	\$ 7.700

Tabel 3. 3 Spesifikasi Pompa (P-07 - P09)

SPESIFIKASI	Pompa (P-07)	Pompa (P-08)	Pompa (P- 09)
Tugas	Mengalirkan produk bawah menara distilasi (MD-01) ke cooler (C-03)	Mengalirkan keluaran cooler (C-03) ke tangka penyimpanan (T-03)	Mengalirkan keluaran cooler (C-02) ke UPL
Jenis	Pompa Sentrifugal	Pompa Sentrifugal	Pompa Sentrifugal
IPS	2 in	2 in	2,5 in
Total Head	1,03 m	10,1 m	1,35 m
NPSH	9,37 m	4,28 m	7,58 m
Sch.No	80	80	40
Kapasitas Pompa	85,91 gpm	23,51 gpm	62,39 gpm
HHP	0,01 Hp	0,16 Hp	0,05 Hp
BHP	0,03 Hp	0,35 Hp	0,12 Hp
Hp Aktual	0,05 Hp	0,50 Hp	0,17 Hp
Bahan Kontruksi	<i>Stainless Steel SS 316</i>	<i>Stainless Steel SS 316</i>	<i>Stainless Steel SS 316</i>
Harga	\$ 10.300	\$ 4.800	\$ 4.800

## **BAB IV**

### **PERANCANGAN PABRIK**

#### **4.1 Lokasi Pabrik**

Penentuan lokasi pabrik sangatlah menentukan kemajuan dan kelangsungan dari industri baik pada masa sekarang maupun pada masa yang akan datang karena hal ini berpengaruh pada faktor produksi dan distribusi pabrik yang didirikan. Beberapa pertimbangan dalam memilih lokasi pabrik juga diharapkan dapat memberikan keuntungan yang optimum terhadap perusahaan. Ditinjau secara teknis dan ekonomis, lokasi pabrik harus strategis terhadap sektor marketing. Dasar pertimbangan dalam pemilihan lokasi Pabrik ialah:

##### **4.1.1 Bahan Baku**

Suatu pabrik sebaiknya berada di daerah yang dekat dengan sumber bahan baku dan daerah pemasaran sehingga transportasi dapat berjalan dengan lancar. Bahan baku propilen oksida di impor dari Cina, yaitu dari pabrik Dongying City Paite Chemical Co., Ltd. Pengadaan bahan baku harus dijaga, sehingga pabrik didirikan di daerah gresik yang dekat dengan Pelabuhan ekspor-impor yaitu Pelabuhan Tanjung perak.

#### **4.1.2 Pemasaran Produk**

Propilen glikol merupakan produk intermediet yang digunakan sebagai bahan baku untuk memproduksi produk lain. Sebagian besar Kawasan industri di Indonesia berada di pulau Jawa, khususnya daerah Jawa Timur. Maka pemilihan lokasi di Gresik, pendistribusian produk lebih terjangkau dan kegiatan ekspor produk dapat dilancarkan lewat jalur laut melalui pelabuhan Tanjung Perak.

#### **4.1.3 Fasilitas Transportasi**

Lokasi yang di pilih dalam rencana pendirian pabrik ini merupakan kawasan industri, yang telah memiliki sarana pelabuhan dan pengangkutan darat sehingga pengadaan bahan baku dan distribusi produk dapat dilakukan melauai jalan darat maupun laut.

#### **4.1.4 Kebutuhan Tenaga Listrik Dan Bahan Bakar**

Dalam pendirian suatu pabrik, tenaga listrik dan bahan bakar adalah faktor penunjang yang paling penting. Kebutuhan tenaga listrik untuk operasi pabrik dapat diperoleh Perusahaan Listrik Negara (PLN) kota Gresik, Jawa Timur. Disamping itu juga digunakan geneator diesel (apabila listrik mati) yang bahan bakarnya di peroleh dari Pertamina.

#### **4.1.5 Kebutuhan Air**

Air merupakan kebutuhan penting bagi suatu pabrik industri kimia, baik itu untuk keperluan proses maupun untuk keperluan lainnya. Digunakan air laut untuk

kebutuhan pabrik, dimana dekat dengan lokasi pabrik. Kebutuhan air ini berguna untuk proses, sarana utilitas, dan keperluan domestik.

#### **4.1.6 Tenaga Kerja**

Tenaga kerja merupakan modal untuk pendirian suatu pabrik. Dengan didirinya pabrik di daerah Gresik ini diharapkan akan dapat menyerap tenaga kerja yang cukup potensial yang cukup banyak terhadap di daerah tersebut. Tenaga kerja pada daerah ini tersedia tenaga kerja terdidik maupun tidak terdidik serta tenaga kerja yang terlatih maupun tidak terlatih. Tenaga kerja untuk pabrik ini direkrut dari:

- Pengangguran tinggi lokal, masyarakat sekitar dan pengangguran lainnya.
- Tenaga ahli yang berasal dari daerah sekitar dan luar daerah.

#### **4.1.7 Keadaan Masyarakat**

Gresik merupakan Kawasan industri, sehingga masyarakat sudah terbiasa dengan pendirian pabrik di sekitar mereka. Selain itu, masyarakat dapat mengambil keuntungan dengan adanya pendirian pabrik.

#### **4.1.8 Karakteristik Lokasi**

Lokasi pemilihan pabrik memiliki iklim rata-rata yang cukup baik. Seperti daerah lain di Indonesia, Gresik memiliki iklim tropis. Bencana alam seperti gempa bumi, tanah longsor dan banjir sangat jarang terjadi di Gresik, sehingga memungkinkan pabrik berjalan dengan lancar. Temperatur udara tidak pernah mengalami penurunan maupun kenaikan cukup tajam dimana temperatur udara berada

diantara 30-35 oC dan tekanan udara berkisar pada 760 mmHg dan kecepatan udaranya sedang.



Gambar 4. 1 Lokasi Pabrik

## 4.2 Tata Letak Pabrik

Tata letak pabrik adalah suatu perencanaan dan pengintegrasian aliran dari komponen-komponen produksi suatu pabrik, sehingga diperoleh suatu hubungan yang efisien dan efektif antara operator, peralatan dan gerakan material dari bahan baku menjadi produk. Tata letak suatu pabrik memainkan peranan yang penting dalam menentukan biaya konstruksi, biaya produksi, serta efisiensi dan keselamatan kerja. Oleh karena itu tata letak pabrik harus disusun secara cermat untuk menghindari kesulitan dikemudian hari.

Suatu rancangan tata letak pabrik yang rasional mencakup penyusunan area proses, *storage* (persediaan) dan area pemindahan/area alternatif (*area handling*). Pada posisi yang efisien dan dengan melihat faktor-faktor sebagai berikut:

1. Urutan proses produksi dan kemudahan / akseibilitas operasi, jika suatu produk perlu diolah lebih lanjut maka pada unit berikutnya disusun beruntun sehingga sistem perpipaan dan penyusunan letak pompa lebih sederhana.
2. Pengembangan lokasi baru atau penambahan / perluasan lokasi yang telah ada sebelumnya.
3. Distribusi ekonomis dari fasilitas logistik (bahan baku dan bahan pelengkap), fasilitas utilitas (pengadaan air, *steam*, tenaga listrik dan bahan bakar), bengkel untuk pemeliharaan / perbaikan alat serta peralatan pendukung lainnya.
4. Bangunan, menyangkut luas bangunan, kondisi bangunan dan konstruksinya yang memenuhi syarat.
5. Pertimbangan kesehatan, keamanan dan keselamatan seperti kemungkinan kebakaran/peledakan.
6. Masalah pembuangan limbah.
7. Alat-alat yang dibersihkan/dilepas pada saat shut down harus disediakan ruang yang cukup sehingga tidak mengganggu peralatan lainnya.
8. Pemeliharaan dan perbaikan.
9. Fleksibilitas, dalam perencanaan tata letak pabrik harus dipertimbangkan kemungkinan perubahan dari proses/mesin, sehingga perubahan-perubahan yang dilakukan tidak memerlukan biaya yang tinggi.

10. Service area, seperti kantin, tempat parkir, ruang ibadah, dan sebagainya di atur sedemikian rupa sehingga tidak terlalu jauh dari tempat kerja.

Jadi penyusunan tataletak peralatan proses, tata letak bangunan dan lain-lain akan berpengaruh secara langsung pada industri modal, biaya produksi, efisiensi kerja dan keselamatan kerja.

Pengaturan tata letak pabrik yang baik akan memberikan beberapa keuntungan, seperti :

- Mengurangi jarak transportasi bahan baku dan produksi, sehingga mengurangi material *handling*.
- Memberikan ruang gerak yang lebih leluasa sehingga mempermudah perbaikan mesin dan peralatan yang rusak atau di-blowdown.
- Mengurangi ongkos produksi.
- Meningkatkan keselamatan kerja.
- Mengurangi kerja seminimum mungkin
- Meningkatkan pengawasan operasi dan proses agar lebih baik.

#### **4.2.1 Area perkantoran administrasi**

Area administrasi atau perkantoran menjadi pusat dalam kegiatan administrasi perusahaan untuk mengatur kelancaran operasi.

#### **4.2.2 Area fasilitas umum**

Merupakan fasilitas penunjang kegiatan pabrik untuk kesejahteraan dan kepentingan karyawan.

#### **4.2.3 Area proses**

Area proses merupakan inti dari perusahaan. Alat proses serta pengendalian operasi ditempatkan pada area proses. Area ini pada umumnya diletakkan dibagian belakang yang jauh dari perkantoran.

#### **4.2.4 Area laboratorium dan Ruang Control**

Laboratorium dan ruang control menjadi pusat dalam pengendalian proses pabrik, kualitas dan kuantitas bahan yang akan diproses, serta produk yang akan disebar luaskan di pasar. Area laboratorium merupakan pusat control kualitas bahan baku, produk serta limbah sisa proses. Area ruang control merupakan pusat kendali untuk mengatur jalannya kegiatan kondisi proses yang diinginkan.

#### **4.2.5 Area Pemeliharaan**

Area pemeliharaan merupakan tempat untuk penyimpanan suku cadang alat proses dan juga berfungsi untuk kegiatan perbaikan, pemeliharaan serta perawatan semua peralatan yang dipakai dalam proses. Selain proses, juga untuk memperbaiki semua sarana penunjang dalam pabrik.

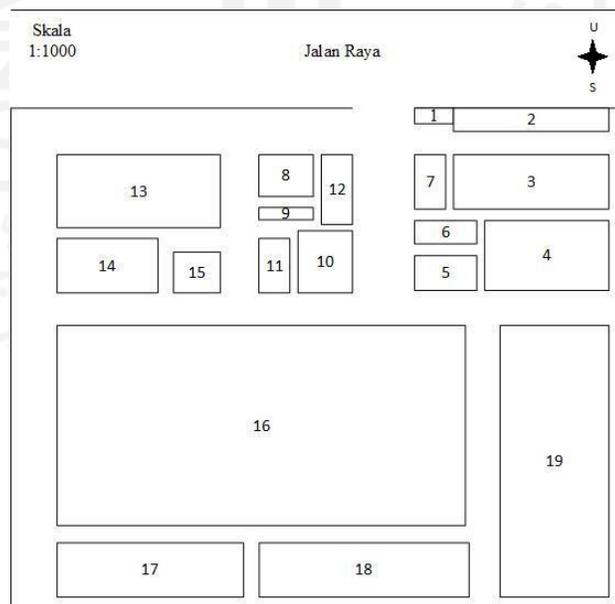
#### 4.2.6 Area Utilitas

Utilitas merupakan unit pendukung dalam kegiatan proses pabrik maupun kegiatan perkantoran untuk penyedia air, steam dan listrik.

#### 4.2.7 Area Pengolahan Limbah

Area ini menjadi salah satu bagian terpenting dalam pembangunan pabrik, untuk mencegah kerusakan lingkungan yang disebabkan dari limbah hasil buangan proses kegiatan pabrik, seperti pembangunan instalasi pengolahan air limbah (IPAL) dan tempat penyimpanan sementara limbah bahan berbahaya beracun (B3) yang berguna untuk menghindari hal-hal yang dapat merugikan lingkungan dan masyarakat sekitar.

Pembangunan pabrik propilen glikol ini direncanakan dibangun pada lahan seluas 12.598,3 M<sup>2</sup>. Berikut rincian luas bangunan di pabrik beserta layoutnya.



Gambar 4. 2 Tata Letak Pabrik

Keterangan Gambar :

- |                           |                            |
|---------------------------|----------------------------|
| 1. Pos Jaga               | 11. Bengkel                |
| 2. Parkir mobil           | 12. Parkir motor           |
| 3. Kantor                 | 13. Parkir Truk            |
| 4. Gedung serbaguna       | 14. Gudang                 |
| 5. Unit pemadam kebakaran | 15. Laboratorium           |
| 6. Ruang ibadah           | 16. Area Proses            |
| 7. Taman                  | 17. Unit Pengolahan Limbah |
| 8. Poliklinik             | 18. Unit Pengolahan Air    |
| 9. Kantin                 | 19. Area Perluasan         |
| 10. <i>Control room</i>   |                            |



Tabel 4. 1 Perincian Luas Tanah dan Bangunan

Nomor Lokasi	Nama Bangunan	Keterangan		Luas (m <sup>2</sup> )
		Panjang (m)	Lebar (m)	
1	Kantor utama	20	12	240
2	Pos Keamanan/satpam	8	4	32
4	Parkir Tamu	12	22	264
5	Parkir Truk	20	15	300
6	Ruang timbang truk	12	6	72
7	Gedung serbaguna	18	15	270
8	Klinik	10	10	100
9	Masjid	10	4	40
10	Kantin	10	3	30
11	Bengkel	18	5	90
12	Unit pemadam kebakaran	10	6	60
13	Gudang	17	15	255
14	Laboratorium	10	10	100
15	Utilitas	50	10	500
16	Area proses	80	60	4800
17	Control Room	30	10	300
18	Control Utilitas	10	10	100
19	Unit Pengolahan Limbah	30	10	300
20	Jalan dan taman	40	40	1600
21	Perluasan pabrik	100	20	2000
	Total			11.453

Luas area antara bangun diperkirakan 10% dari luas total = 1.145,3 m<sup>2</sup>

Sehingga luas area seluruhnya adalah = 11.453 + 1.145,3 = 12.598,3 m<sup>2</sup>

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

Dalam perancangan tata letak alat unit proses pabrik wajib dirancang secara efisien guna untuk kelancaran produksi. Dalam perancangannya ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, antara lain :

#### **4.3.1 Akiran Bahan Baku dan Produk**

Jalannya aliran bahan baku dan produk akan memberikan berbagai keuntungan ekonomis yang cukup besar, dan juga menunjang kelancaran dan keamanan pada produksi. Semakin dekat penempatan bahan baku dan produk dengan jalur transportasi, maka akan semakin efisien biaya yang akan dikeluarkan.

#### **4.3.2 Aliran Udara**

Aliran udara untuk menunjang kegiatan pabrik dan sekitarnya perlu diperhatikan kelancarannya. Aliran ini bertujuan untuk menghindari terjadinya menyatunya segitiga api yang berupa bahan bakar, udara serta bahan bakar.

#### **4.3.3 Pencahayaan**

Pencahayaan untuk seluruh sisi pabrik harus di pikirkan secara tepat. Pada tempat – tempat proses yang memiliki resiko tinggi yang harus diberi pencahayaan tambahan.

#### **4.3.4 Lalu Lintas Manusia**

Dalam perencanaan layout alat proses perlu diperhatikan agar pekerja maupun operator dapat menjangkau semua alat proses dengan cepat dan mudah. Hal ini

bertujuan bilamana terjadi gangguan pada alat proses dan juga dalam kondisi darurat agar pekerja dapat segera mengambil langkah untuk mencegah ataupun mengurangi dampak buruk yang akan terjadi sehingga tidak terlalu mempengaruhi hasil produksi.

#### **4.3.5 Pertimbangan Ekonomi**

Pada penempatan alat-alat proses juga diperhatikan untuk menekan biaya konstruksi dan menjamin kelancaran serta keamanan produksi. Perencanaan aliran pipa yang pendek dapat meminimalisi biaya konstruksi yang dikeluarkan.

#### **4.3.6 Lalu Lintas Alat Berat**

Pada kondisi ini sebaiknya diberikan jarak yang lebar dan efisien untuk memudahkan alat berat mengakses titik titik lokasi perbaikan alat yang mengalami gangguan.

#### **4.3.7 Tata Letak Alat Proses**

Tata letak alat proses harus dirancang dengan tepat dan efisien, seperti :

- a. Menjamin kelancaran produksi
- b. Efektif dalam penggunaan lahan
- c. Rendahnya biaya material handling dan menyebabkan menurunnya pengeluaran untuk kapasitas yang tidak penting.
- d. Pendistribusian utilitas yang efisien.

#### 4.3.8 Jarak Antara Alat Proses

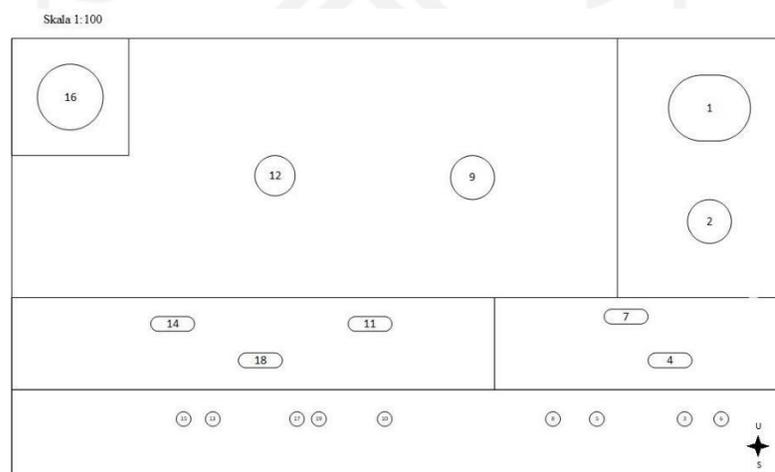
Alat proses yang bersuhu dan bertekanan tinggi diletakkan terpisah dengan alat unit proses lainnya. Bilamana terjadi kebakaran ataupun ledakan pada unit tersebut tidak mengganggu kegiatan alat-alat proses lainnya.

#### 4.3.9 Kemudahan Dalam Perngoperasian

Setiap peralatan membutuhkan perawatan yang rutin dari operator dengan cara menempatkan alat penting pada setiap unit proses seperti valve dan instrument penting lainnya berdekatan dengan control room dan mudah untuk dijangkau oleh operator.

#### 4.3.10 Perluasan Lahan Dimasa Yang Akan Datang

Pada perencanaan pabrik harus difikirkan secara tepat untuk perluasan lahan di masa yang akan datang, hal ini untuk menghindari ketidaktersediaan lahan di masa yang akan datang.



Gambar 4. 3 Tata Layout Pabrik

Keterangan gambar:

- |                                  |                                   |
|----------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Tangki Propilen oksida (T-01) | 11. Cooler (C-01)                 |
| 2. Tangki Air (T-02)             | 12. Menara distilasi (MD-01)      |
| 3. Pompa (P-01)                  | 13. Pompa (P-07)                  |
| 4. Heater (HE-01)                | 14. Cooler (C-03)                 |
| 5. Pompa (P-02)                  | 15. Pompa (C-08)                  |
| 6. Pompa (P-03)                  | 16. Tangki Propilen Glikol (T-03) |
| 7. Heater (HE-02)                | 17. Pompa (P-06)                  |
| 8. Pompa (P-04)                  | 18. Cooler (C-02)                 |
| 9. Reaktor (R-01)                | 19. Pompa (P-09)                  |
| 10. Expansion Valve (EV-01)      |                                   |

#### 4.4 Alir Proses dan Material

##### 4.4.1 Neraca Massa

##### 4.4.1.1 Neraca Massa Total

Tabel 4. 2 Neraca massa total

Komponen	Input	Output
	kg/jam	kg/jam
C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O	3.536,37	523,91
Propionaldehyde	66,15	66,15
H <sub>2</sub> O	19.389,08	18.454,18
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>	3.947,37	7.894,74
<b>Total</b>	<b>26.938,98</b>	<b>26.938,98</b>

#### 4.4.2 Neraca Massa Per alat

##### 4.4.2.1 Reaktor RATB (R-01)

Tabel 4. 3 Neraca massa Reaktor RATB

Komponen	Masuk (kg/jam)		Keluar (kg/jam)
	Arus 1	Arus 2	Arus 3
C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O	3.274,42	0	261,95
Propionaldehyde	33,07	0	33,07
H <sub>2</sub> O	0	10.161,99289	9.227,09
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>	0	0	3.947,37
Jumlah	3.307,49	10.161,99289	13.469,49
<b>Total</b>	<b>13.469,49</b>		<b>13.469,49</b>

##### 4.4.2.2 Menara Distilasi (MD-01)

Tabel 4. 4 Neraca massa Menara Distilasi

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar(kg/jam)	
	Arus 3	Arus 4	Arus 5
C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O	261,95	261,95	0
Propionaldehyde	33,07	33,07	0
H <sub>2</sub> O	9.227,09	9.189,21	37,8788
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>	3.947,37	197,37	3.750,0012
Jumlah	13.469,49	9.681,61	3.787,88
<b>Total</b>	<b>13.469,49</b>	<b>13.469,49</b>	

### 4.4.3 Neraca Panas

#### 4.4.3.1 Heater (HE-01)

Tabel 4. 5 Neraca panas HE-01

Komponen	Q Masuk (kJ/jam)	Q Keluar (kJ/jam)
C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O	34.114,71815	955.304,1029
Propionaldehyde	369,8564812	10.326,12534
Steam	931.145,654	0
<b>Total</b>	<b>965.630,228</b>	<b>965.630,228</b>

#### 4.4.3.2 Heater (HE-02)

Tabel 4. 6 Neraca panas HE-02

Komponen	Q Masuk (kJ/jam)	Q Keluar (kJ/jam)
H <sub>2</sub> O	213.111,8849	5.302.108,456
Steam	5.088.996,571	
<b>Total</b>	<b>5.302.108,456</b>	<b>5.302.108,456</b>

#### 4.4.3.3 Reaktor RATB

Tabel 4. 7 Neraca Panas Reaktor RATB

Komponen	Q masuk (kJ/jam)	Q keluar (kJ/jam)
C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O	-1.110.797,141	-88.863,77127
Propionaldehyde	-11.996,84345	-11.996,84345
H <sub>2</sub> O	-5.445.993,542	-4.944.962,136
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>	0	-1.515.942,507
Reaksi pembentukan	-4.448.264,98	0
Pendingin	0	-4.455.287,248
<b>Total</b>	<b>-11.017.052,51</b>	<b>-11.017.052,51</b>

#### 4.4.3.4 Menara Distilasi

Tabel 4. 8 Neraca panas Menara Distilasi

Q Masuk (kJ/jam)		Q Keluar (kJ/jam)		
Arus 3	Q Reboiler	Arus 4	Arus 5	Q Condenser
3.861.654,11	18.690.200,59	2.728.386,91	1.696.921,572	18.126.546,22
<b>22.551.854,70</b>		<b>22.551.854,70</b>		

#### 4.4.3.5 Cooler (C-01)

Tabel 4. 9 Neraca panas C-01

Komponen	Q Masuk (kJ/jam)	Q Keluar (kJ/jam)
C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O	76.450,2756	44.491,33458
Propionaldehyde	10.329,58509	6.016,947812
H <sub>2</sub> O	4.814.314,478	2.945.665,385
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>	1.434.154,332	865.593,4773
Qserap		2.473.481,5264
<b>Total</b>	<b>6.335.248,671</b>	<b>6.335.248,671</b>

#### 4.4.3.6 Cooler (C-02)

Tabel 4. 10 Neraca panas C-02

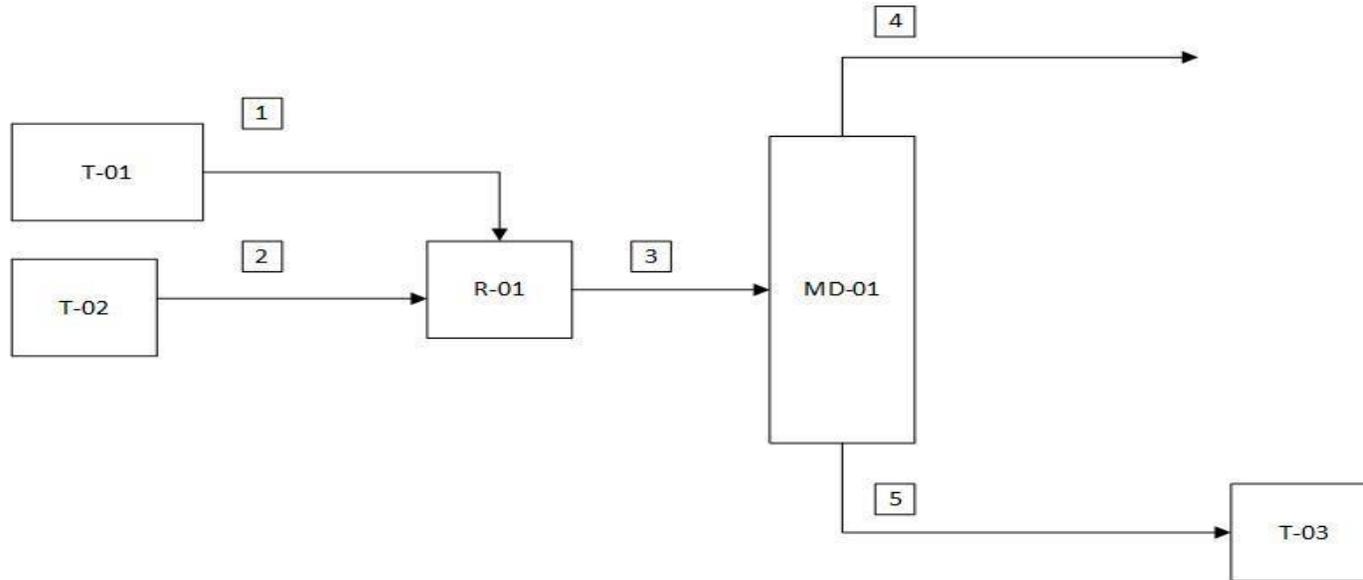
Komponen	Q Masuk (kJ/jam)	Q Keluar (kJ/jam)
C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O	46.149,78266	8.254,164277
Propionaldehyde	6.240,782457	1.118,323946
H <sub>2</sub> O	3.034.853,018	577.385,1511
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>	44.812,74006	8.313,419695
Qserap		2.536.985,265
<b>Total</b>	<b>3.132.056,324</b>	<b>3.132.056,324</b>

#### 4.4.3.7 Cooler (C-03)

Tabel 4. 11 Neraca panas C-03

Komponen	Q Masuk (kJ/jam)	Q Keluar (kJ/jam)
C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O	46.149,78266	8.254,164277
Propionaldehyde	6.240,782457	1.118,323946
H <sub>2</sub> O	3.034.853,018	577.385,1511
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>	44.812,74006	8.313,419695
Qserap		2.536.985,265
<b>Total</b>	<b>3.132.056,324</b>	<b>3.132.056,324</b>

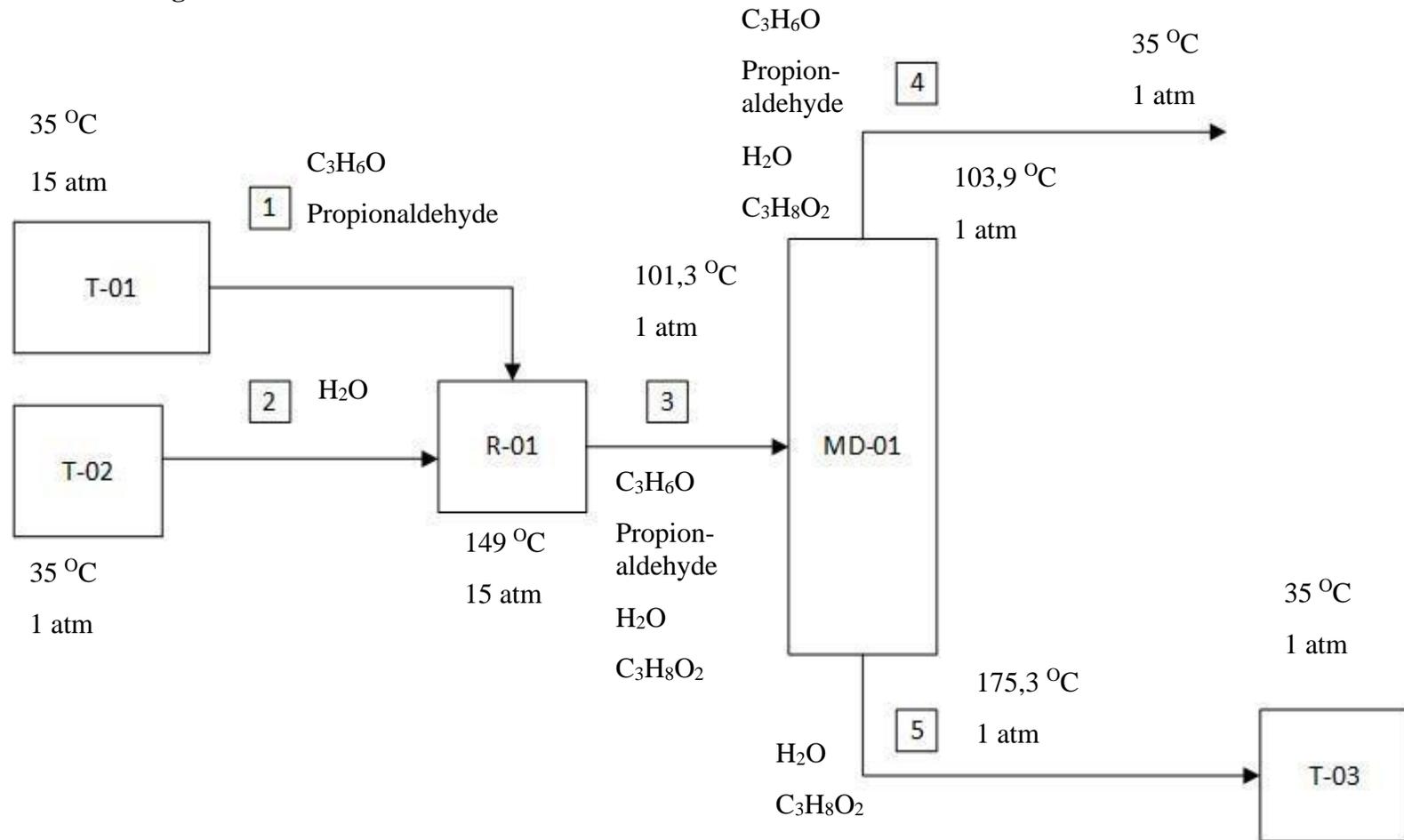
#### 4.4.4 Diagram Alir Kuantitatif



Komponen	Arus (kg/jam)				
	1	2	3	4	5
C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O	3.274,42	0	261,95	261,95	0
Propionaldehyde	33,07	0	33,07	33,07	0
H <sub>2</sub> O	0	10161,99289	9.227,09	9.189,21	37,8788
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>	0	0	3.947,37	197,37	3750,0012
Total	3.307,49	10.161,99	13.469,49	9.681,61	3.787,88

Gambar 4. 4 Diagram alir Kuantitatif

#### 4.4.5 Diagram Alir kualitatif



Gambar 4. 5 Diagram Alir Kualitatif

#### 4.4.6 Perawatan (*Maintenance*)

Maintenance bertujuan untuk menjaga atau memelihara fasilitas peralatan pabrik agar tetap dapat berjalan lancar dan produktifitas menjadi lebih tinggi sehingga akan mencapai targetan produksi dan spesifikasi yang sesuai standar yang telah ditetapkan.

Perawatan preventif dilakukan setiap hari untuk menjaga dari kerusakan alat dan kebersihan lingkungan alat tersebut. Perawatan periodik dilakukan secara terjadwal sesuai dengan bahan baku tata cara perawatan alat. Perjadwalan tersebut dibuat sedemikian rupa sehingga alat-alat mendapatkan perawatan khusus secara berkala. Alat-alat memproduksi secara koninyu dan akan berhenti pada waktu perawatan (*turn around*) atau jika terjadi kerusakan.

Perawatan alat-alat proses dilakukan dengan prosedur yang tepat. Hal ini dapat ditinjau dari penjadwalan yang dilakukan pada setiap alat. Perawatan mesin tiap-tiap alat meliputi:

1. *Over Head* 1 X 1 Tahun

Perawatan ini merupakan perbaikan dan pengecekan serta *levellin* alat secara keseluruhan meliputi pembongkaran alat, penggantian komponen-komponen alat yang sudah rusak, kemudian kondisi alat dikembalikan seperti semula.

2. *Repairing*

*Repairing* ini merupakan kegiatan *maintenance* yang bersifat memperbaiki bagian-bagian alat. Hal ini dilakukan setelah pemeriksaan. Faktor-faktor yang mempengaruhi *maintenance*:

**a. Umur Alat**

Semakin lama pemakaian alat maka semakin banyak pula perawatan yang harus diberikan yang menyebabkan bertambahnya biaya perawatan

**b. Bahan Baku**

Penggunaan bahan baku yang kurang berkualitas akan menyebabkan kerusakan pada alat yang berakibatkan alat akan lebih sering dilakukan pembersihan.

**c. Tenaga Manusia**

Pemanfaatan tenaga manusia ahli yang terdidik dan terlatih akan menjaga umur alat.

#### **4.5 Pelayanan Teknik (Utilitas)**

Sistem utilitas merupakan unit yang paling untk setiap industri. Unit ini merupakan unit penunjang dan pendukung proses produksi pabrik. Kegiatan produksi tidak berjalan dengan baik tanpa adanya unit utilitas. Disamping untk kegiatan produksi, unit utilitas juga menyokong untk keperluan sarana-sarana lainnya seperti perkantoran dan gedung pendukung kegiatan pabrik lainnya. Unit utilitas yang diperlukan dalam pabrik antara lain:

1. Unit penyediaan pengolahan air (*water system*)
2. Unit pembangkit steam (*steam generation system*)
3. Unit pembangkit listrik (*power plant*)
4. Unit penyediaan bahan bakar
5. Unit pengolahan limbah

#### **4.5.1 Unit Penyediaan Dan Pengolahan Air (*Water Treatment System*)**

##### **4.5.1.1 Unit Penyediaan Air**

Unit penyedia air berfungsi sebagai air proses, air pendingin, air umpan boiler dan air sanitasi untuk perkantoran, perumahan serta gedung-gedung pabrik. Sumber air berasal dari air sumur, air sungai, air danau, maupun air laut sebagai sumbernya. Dalam hal ini menggunakan air laut dikarenakan adalah :

1. Air laut memiliki volume yang cukup banyak sehingga permasalahan kekurangan air dapat dihindari.
2. Letak pabrik yang tidak terlalu jauh dengan laut.
3. Pengolahan air laut harus diolah terlebih dahulu sebelum di proses.

Air yang diperlukan di lingkungan pabrik digunakan untuk :

##### **1. Air Pendingin**

Air pendingin ini sendiri berfungsi untuk mensuplai air pendingin ke unit-unit proses diantara bagian bagiannya meliputi:

- a. Air diperlukan dengan jumlah besar
- b. Mudah dalam pengolahan dan pengaturannya
- c. Dapat menyerap panas dengan jumlah yang relative tinggi
- d. Tidak mudah menyusut dengan adanya perubahan temperatur
- e. Tidak terdekomposisi.

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

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

- a. Zat-zat yang dapat menyebabkan korosi.

Korosi yang terjadi dalam boiler disebabkan air mengandung larutan-larutan asam, gas-gas terlarut seperti  $O_2$ ,  $CO_2$ ,  $H_2S$  dan  $NH_3$ .  $O_2$  masuk karena aerasi maupun kontak dengan udara luar.

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

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

- c. Zat yang menyebabkan *foaming*.

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

### 3. Air Proses

Air proses merupakan air yang digunakan untuk keperluan proses produksi. Air proses yang digunakan harus memiliki tingkat kesadahan yang rendah dan tidak mengandung kapur sehingga tidak menimbulkan kerak atau endapan pada peralatan. Air proses juga tidak boleh mengandung logam (Fe) yang larut dalam air yang dapat menimbulkan korosi. Air proses ini digunakan untuk memenuhi kebutuhan air dalam proses antara lain sebagai reaktan yang akan masuk pada reaktor R-01.

#### 4. Air Sanitasi

Air sanitasi merupakan air yang digunakan untuk keperluan sanitasi. Air tersebut digunakan untuk perumahan, perkantoran laboratorium dan kebutuhan gedung pabrik. Air sanitasi harus memenuhi syarat kualitas sebagai berikut:

- a. Syarat fisika, meliputi
  1. Dibawah temperatur udara
  2. Berwarna jernih
  3. Tidak berasa
  4. Tidak berbau
- b. Syarat kimia, meliputi:
  1. Tidak mengandung bakteri
  2. Tidak mengandung zat-zat organik dan anorganik yang terlarut dalam air.

#### 4.5.1.2 Jumlah Kebutuhan Air

Tabel 4. 12 Kebutuhan Air Pendingin

<b>Nama Alat</b>	<b>Kode</b>	<b>Jumlah (kg/jam)</b>
Reaktor	R-01	42.629,16
<i>Cooler-01</i>	C-01	23.627,19
<i>Cooler-02</i>	C-02	24.233,79
<i>Cooler-03</i>	C-03	14.679,96
<i>Condenser</i>	CD.01	173.148,39
<b>Total</b>		<b>278.318,48</b>

Tabel 4. 13 Kebutuhan Air Boiler

<b>Nama Alat</b>	<b>Kode</b>	<b>Jumlah (kg/jam)</b>
<i>Heat Exchanger 01</i>	HE-1	334,97
<i>Heat Exchanger 02</i>	HE-2	1.830,70
<i>Reboiler</i>	RB-01	6.723,57
<b>Total</b>		<b>8.889,24</b>

Tabel 4. 14 Kebutuhan Air Proses

<b>Nama Alat</b>	<b>Kode</b>	<b>Jumlah (kg/jam)</b>
Reaktor	R-01	10.161,99
<b>Total</b>		<b>10.161,99</b>

Tabel 4. 15 Kebutuhan Air Sanitasi

<b>Kebutuhan</b>	<b>Jumlah (kg/jam)</b>
Air domestik	4.034
Bengkel	8
Poliklinik	17
Laboratorium	17
Pemadam kebakaran	208
Kantin, musholah, taman	333
<b>Total</b>	<b>4.617</b>

Tabel 4. 16 Total Kebutuhan Air Laut

<b>Keperluan</b>	<b>Jumlah (kg/jam)</b>
Air pendingin	278.318
<i>Air boiler</i>	8.889
Air proses	10.161
Air sanitasi	4.617
<b>Total</b>	<b>301.987</b>

Sehingga jumlah air laut yang dibutuhkan setelah *overdesign* 20% sebesar 362.384,79 kg/jam.

Air laut yang berasal dari laut kawasan Gresik dilakukan pengolahan terlebih dahulu untuk memenuhi syarat-syarat air sehingga dapat dipergunakan. Ada beberapa bagian proses pengolahan air, antara lain : pengolahan secara kimia, pengolahan secara fisika dan penambahan bahan kimia tertentu. Air laut didaerah Gresik dialirkan

menggunakan pompa lalu disaring menggunakan *screener*. Melalui *screener* ini diharapkan kotoran-kotoran halus, butiran kasar maupun ikan-ikan kecil yang terbawa oleh air laut dapat mengendap secara alami. Setelah itu menuju air laut di tampung bak penampung 01.

Air dari bak penampung 01 dialirkan ke *reverse osmosis* 01 berfungsi untuk menyering molekul besar dan ion-ion suatu larutan dengan cara memberikan tekanan pada larutan. Alat ini diharapkan dapat menyaring kotoran-kotoran dari air laut dengan baik. Air laut kemudian ditampung di bak penampung 02 selanjutnya akan dikirim ke unit air domestik, unit air proses, unit air pendingin, dan unit umpan boiler.

Berikut adalah pengolahan air domestik, air proses, air pendingin dan air umpan boiler :

a. Pengolahan Air Domestik

Pengolahan air domestik bertujuan agar air dapat digunakan untuk kebutuhan sehari-sehari. Air dari tangki penampung air bersih dilairkan ke tangki kaporit. Kaporit merupakan desinfektan yang berfungsi untuk membunuh mikroorganisme yang terdapat dalam air. Kemudian air yang sudah bersih ditampung dalam tangki air sanitasi.

b. Pengolahan Air Umpan *Boiler*

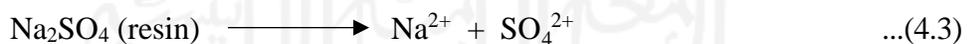
Prosesnya air tangki demin *water* dipompa ke *boiler*, dari *boiler* terbentuk *steam* jenuh (*saturated steam*) dan *blowdown*. Setelah *steam* digunakan maka terbentuk kondensat, kondensat dialirkan lagi ke tangki demin *water* untuk air proses.

c. Demineralisasi Air

Demineralisasi air berfungsi menghilangkan mineral-mineral yang terkandung dalam air seperti  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$  dan lain-lain dengan menggunakan resin. Demineralisasi air ini akan menghasilkan air yang bebas mineral. Kemudian diproses lebih lanjut menjadi air umpan boiler. Air umpan boiler memiliki kriteria sebagai berikut:

- Air umpan *boiler* tidak boleh menimbulkan kerak pada *shell* dan *tube heat exchanger*.
- Air umpan *boiler* harus bebas dari gas-gas yang dapat mengakibatkan terjadinya korosi seperti gas oksigen dan karbondioksida.
- Air dan tangki penampung air bersih diumpankan ke kation *exchanger* untuk menghilangkan kation-kation mineralnya, seperti :  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ , dan  $\text{Al}^{3+}$ .

Reaksi :

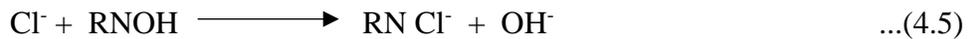


Kation resin akan jenuh dalam waktu tertentu, sehingga perlu diregenerasi kembali menggunakan asam sulfat.



Keluar dari kation *exchanger*, air diumpankan ke anion *exchanger* untuk menghilangkan ion-ion mineral, seperti  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ , dan  $\text{SiO}_3^{2-}$ .

Reaksi:



Anion resin akan jenuh dalam waktu tertentu sehingga diperlukan regenerasi kembali dengan larutan NaOH.



Air yang keluar dari anion *exchanger* dari anion *exchneger* diharapkan mempunyai pH sekitar 6,1 - 6,2.

d. Deaerator

Deaerator berfungsi untuk menghilangkan gas-gas terlarut seperti oksigen dan karbondioksida yang terkandung dalam air setelah proses demineralisasi agar tidak menimbulkan korosi. Bahan-bahan kimia diinjeksi ke dalam deaerator. Bahan-bahan kimia tersebut yaitu:

Hidrazin berfungsi untuk mengikat oksigen.

Reaksi :



Air dari deaerator ini dialirkan ke tangki penampung umpan *boiler*, air proses dan air umpan pendingin.

e. Air Pendingin

Air pendingin berasal dan air laut yang telahdiolah dan merupakan keluaran dari daerator. Air pendingin yang digunakan dalam proses sehari-hari berasal dari air

pendingin yang telah digunakan selama proses produksi kemudian di *recycle* dengan cara didinginkan dalam *cooling tower* diganti dengan air yang disebabkan dibak air pendingin. Air pendingin disuntikkan bahan-bahan kimia agartahan koosi., tidak menimbulkan kerak, dan tidak menimbulkan mikroorganisme seperti lumut. Bahan-bahan kimia yangdigunakan antara lain:

- Fosfat berfungsi untuk mencegah timbulnya kerak.
- *Khlorin* berfungsi untuk membunuh mikroorganisme.
- Zat dispersant berfungsi untuk mencegah terbentuknya penggumpalan (pengendapan fosfat).

#### 4.5.2 Unit Pembangkit *Steam* (*Steam Generation System*)

Unit ini berfungsi untuk mencukupi kebutuhan steam pada proses produksi, yaitu dengan menyediakan boiler dengan spesifikasi:

Kapasitas : 8.889,24 kg/jam

Jenis : *water tube boiler*

Jumlah : 1 buah

Jenis *steam* : *saturated steam*

Suhu : 184 °C

Tekanan : 4 atm

*Boiler* ini dilengkapi dengan unit *economizer safety valve system* dan pengamanan yang diatur untuk bekerja secara otomatis.

Dalam perancangan pabrik propilen glikol ini, untuk menghasilkan *steam* yang digunakan dalam setiap boiler. Sebelum air dialirkan ke boiler, terlebih dahulu air dihilangkan kesadahnya, karena air yang sadah akan menyebabkan timbulnya kerak yang akan menempel pada *boiler* dan akan menurunkan efisiensi kerja *boiler*. Oleh karena itu air perlu melewati beberapa proses kation anion exchanger terlebih dahulu. Dalam hal ini yang digunakan adalah *water tube boiler*. Pada *water tube boiler*, air umpan *boiler* dialirkan melalui susunan pipa, sedangkan dalam pembakaran gas yang terjadi pada sisi barel.

Terdapat beberapa keuntungan dalam penggunaan *water tube reboiler* sebagai berikut:

1. Mampu menghasilkan *steam* dengan jumlah yang cukup banyak.
2. Memiliki kapasitas yang besar.
3. Nilai efisiensi yang *relative* tinggi.
4. Tungku pembakaran mudah untuk dijangkau pada saat proses *turn around*.

#### **4.5.3 Unit Pembangkit Listrik (*Power Plant System*)**

Generator menjadi solusi untuk menghindari gangguan-gangguan yang biasanya terjadi pada listrik dari PLN. Keuntungan tenaga listrik dari PLN adalah biaya yang relatif murah, sedangkan kerugiannya ialah penyuplaian listrik tidak terjamin keberlangsungannya dan tenaganya juga tidak tetap. Sebaliknya jika menyediakan listrik sendiri, penyuplaian listrik terjaga, tenaga yang diterima juga terjaga tetapi mengingat biaya bahan bakar yang cukup mahal dan perawatan yang rutin harus

diperhatikan. Generator yang digunakan ialah generator arus bolak-balik (AC) dengan faktor:

- 1) Tenaga listrik yang dihasilkan cukup besar
- 2) Tegangan dapat dinaikkan atau diturunkan sesuai kebutuhan dengan menggunakan alat transformator.

Kebutuhan listrik pada pabrik propilen glikol ini meliputi, sebagai berikut:

1. Listrik untuk proses dan utilitas
2. Listrik untuk rumah tangga dan instrumentasi

Berikut adalah spesifikasi generator yang digunakan:

Kapasitas : 1357 kVA

Jenis : AC generator

## 1) Kebutuhan listrik

Tabel 4. 17 Kebutuhan listrik alat proses

Alat	Kode Alat	Daya	
		Hp	Watt
Reaktor RATB	R-01	200.000	149.140,000
Pompa	P-01	0,050	37,285
	P-02	0,250	186,425
	P-03	0,125	93,213
	P-04	0,750	559,275
	P-05	2.000	1.491,400
	P-06	0,125	93,213
	P-07	0,050	37,285
	P-08	0,500	372,850
	P-09	0,167	124,283
<b>Total</b>		<b>204,017</b>	<b>152.135,228</b>

Tabel 4. 18 Kebutuhan listrik alat utilitas

Alat	Kode Alat	Daya	
		Hp	Watt
Pompa	P-01	25.000	18.642,5
	P-02	75.000	55.927,5
	P-03	40.000	298,28
	P-04	125.000	9.3212,5
	P-05	0,500	372,8
	P-06	0,500	372,8
	P-07	0,167	124,2
	P-08	0,750	559,2
	P-09	0,750	559,2
	P-10	1,500	1.118,5
	P-11	2,000	1.491,4
	P-12	1,500	1.118,5
	P-13	0,500	372,8
	P-14	0,050	37,2
	P-15	75.000	55.927,5
	P-16	0,050	37,2
	P-17	0,050	37,2
Blower Cooling Water	BCT-01	2.000	1.491,4
<b>Total</b>		<b>350,317</b>	<b>261.231,1383</b>

Total kebutuhan daya listrik alat proses adalah sebesar 152,135 kW. Total kebutuhan alat utilitas adalah sebesar 261,231 kW. Total kebutuhan alat proses dan utilitas adalah sebesar 413,366 kW.

## 2) Kebutuhan Listrik Lainnya

- Kebutuhan daya listrik alat kontrol dan instrumentasi adalah 10% dari kebutuhan alat proses dan utilitas sebesar 41,337 kW.
- Kebutuhan dayavlistrik laboratorium, bengkel, perkantoran, dll adalah 450 kW.

Total kebutuhan daya listrik pabrik propilen glikol ini sebesar 1.085,644 kW.

Beban listrik dari generator direncanakan adalah sebesar 1.357,0545 kVA

### 4.5.4 Unit Penyedia Bahan Bakar

Pada pabrik propilen glikol ini, peralatan yang menggunakan bahan bakar yaitu generator diesel dan *boiler*. Boiler menggunakan bahan bakar *fuel oil* sebanyak 870,581 kg/jam. Sedangkan generator diesel menggunakan bahan bakar solar sebesar 147,4882 kg/jam.

### 4.5.5 Unit Penyedia Udara *Instrument (Instrument Air System)*

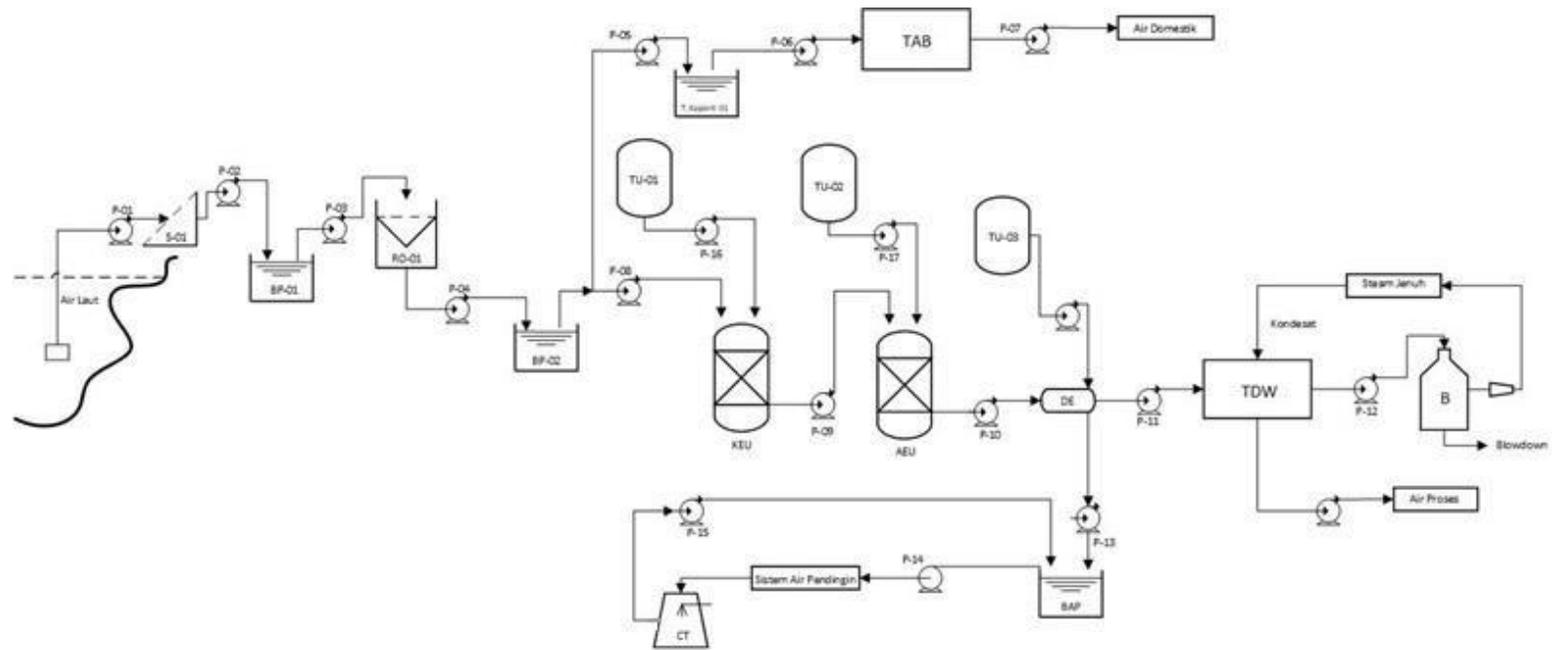
Unit ini berfungsi untuk menyediakan udara tekan untuk setiap proses. Dalam perancangan pabrik propilen glikol ini diperlukan *instrument* atau alat control untuk mengontrol jalannya proses untuk menjadi produk. Alat kontrol yang digunakan merupakan *pneumatic control*. *Intrument-instrument* ini digerakkan menggunakan udar tekan.

Udara *instrument* bersumber dari udara dilingkungan pabrik yang mana harus terlebih dahulu dinaikkan menggunakan kompresor. Udara tekan didistribusikan dalam tekanan 5,5-7,2 bar dalam kondisi bersih. Secara teknis untuk membuat udara tekan yaitu dengan cara menekan udara lingkungan menggunakan kompresor yang

dilengkapi filter udara hingga mencapai 6 bar. Total keseluruhan untuk kebutuhan udara tekan pada pabrik propilen glikol berjumlah 33,64416 m<sup>3</sup>/jam.

#### **4.5.6 Unit Pengolahan Limbah**

Unit pengolahan limbah berfungsi untuk mengolah limbah yang dihasilkan dari proses maupun dari bagian-bagian pabrik yang termasuk limbah B3 agar tidak tercemar. Pabrik propilen glikol ini menghasilkan limbah berupa limbah cair. Limbah cair berasal dari hasil atas menara distilasi (MD-01). Limbah cair dari proses produksi Propilen glikol ini akan dioleh lebih lanjut di Unit Pengolahan Limbah (UPL).



Gambar 4. 6 Unit Pengolahan Air Industri

الجامعة الإسلامية  
الاستاذ الدكتور

## 4.6 Organisasi Perusahaan

### 4.6.1 Bentuk Perusahaan

Dalam hal merancang pabrik, perlu dibentuknya struktur perusahaan. Dikarenakan hal ini dapat berpengaruh sangat penting untuk kelancaran mobilitasi dan tanggung jawab pada bagian-bagian di perusahaan. Di harapkan dengan adanya struktur organisasi yang tertata ini setiap karyawan memiliki tanggung jawab dan wewenang serta pembagian tugas yang jelas, sehingga tidak ada tumpang tindih yang mengakibatkan macetnya keberlangsungan perusahaan tersebut. Ditinjau dari badan hukum, bentuk perusahaan dapat dibedakan menjadi menjadi empat bagian, yaitu:

1. Perusahaan perseorangan, yang mana modalnya hanya dimiliki oleh satu orang yang bertanggung jawab penuh terhadap baik atau buruknya perusahaan.
2. Persekutuan firma, modal dapat dikumpulkan dari dua orang atau lebih, tanggung jawab perusahaan dapat didasari dengan perjanjian dan di sahkan oleh akte notaris
3. Persekutuan komanditer (*commanditaire vennootshaps*) yang disebut dengan CV terdiri dari dua orang atau lebih yang setiap orangnya memiliki peran sebagai sekutu aktif (seseorang yang menjalankan perusahaan) dan sekutu pasif (orang yang hanya memasukkan modalnya dan bertanggung jawab atas modal tersebut).
4. Perseroan Terbatas (PT), modal diperoleh dari penjualan saham untuk mendirikan perusahaan, pemegang saham bertanggung jawab sebesar modal atau lembar saham yang dimiliki.

Dengan pertimbangan dari beberapa point diatas, pabrik propilen glikol ini akan membentuk Perseroan Terbatas (PT). Perseroan Terbatas (PT) merupakan perusahaan

yang mana modalnya bersal dari penjualan saham dimana setiap sekutu turut ambil bagian sebanyak satu saham atau lebih. Pemegang saham pada Perseroan Terbatas (PT) bertanggung jawab menyetor penuh jumlah yang disebutkan dalam setiap saham. Alasan dipilihnya Perseroan Terbatas (PT) sebagai badan hukum didasari oleh beberapa faktor yang meliputi:

1. Modal didapatkan dari beberapa yang telah dicantumkan didalam akte perusahaan dan disahkan oleh notaris.
2. Tanggung jawab pemegang saham terbatas, sehingga kelancaran produksi hanya dipegang oleh pemimpin perusahaan.
3. Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin dikarenakan tidak ada pengaruh dalam pergantian pemegang saham, direksi maupun staf.
4. Pemilik dan pengurus perusahaan terpisah satu sama lain. Pemilik perusahaan adalah para pemegang saham dan pengurus perusahaan adalah jajaran direksi staf yang diawasi oleh dewan komisaris.
5. Para pemegang saham tidak diikut sertakan dalam kegiatan keberlangsungan pabrik.
6. Efisiensi dari manajemen. Dewan komisaris ditunjuk dari para pemegang saham dalam forum rapat umum pemegang saham (RUPS).
7. Merupakan badan usaha yang dimiliki kekayaan sendiri terpisah dengan kekayaan pribadi.
8. Mudah untuk mendapatkan kredit dari bank dengan menjaminkan perusahaan.
9. Mudah bergerak dipasar global.

Ciri-cir Perseroan Terbatas (PT) adalah :

1. Perusahaan yang didirikan dengan akta notaris berdasarkan undang-undang hukum dagang.
2. Terdapat 5 bidang usaha dalam satu Perseroan Terbatas (PT).
3. Pada umumnya modal dicantumkan dalam akta pendirian dan terdiri dari saham-saham.
4. Pembinaan personalia sepenuhnya diserahkan pada direksi dengan memperhatikan aturan dan undang-undang yang berlaku.
5. Perusahaan dipimpin oleh direksi yang dipilih oleh para pemegang saham
6. Pekerjaan direksi sehari-sehari diawasi oleh dewan direksi.
7. Kekuasaan tertinggi dalam perseroan terbatas (PT) adalah pada rapat umum pemegang saham (RUPS) yang umumnya dilakukan satu tahun sekali.

#### **4.6.2 Struktur Organisasi**

Struktur organisasi merupakan salah satu faktor penunjang kemajuan suatu perusahaan. Komunitas dalam suatu perusahaan dapat mempengaruhi kelancara perusahaan. Ada beberapa pedoman mendapatkan suatu sistem yang baik, diantaranya yaitu:

- 1) Tujuan perusahaan dirumuskan secara jelas.
- 2) Wewenang dan pembagian tugas kerja didelegasikan secara jelas.
- 3) Adanya organisasi perusahaan yang fleksibel.
- 4) Adanya sistem pengontrol perintah dan tanggung jawab.

5) Adanya sistem pengontrol atas pekerjaan yang dilaksanakan.

Untuk memperoleh struktur organisai yang baik maka hal-hal tersebut dapat dijadikan pedoman oleh suatu perusahaan. Salah satunya yaitu *system line and staff*. Sistem ini memiliki garis kekuasaan lebih praktis dan sederhana. Selain itu, sistem ini juga ada pembagian tugas kerja seperti yang terdapat dalam sistem fungsional sehingga karyawan hanya bertanggung jawab kepada atasan aja. Terdapat dua kelompok orang-orang yang berpengaruh dalam menjalankan garis organisasi dan staf ini, antar lain:

1. Sebagai garis atau ahli yaitu orang-orang yang menjalankan tugas pokok suatu organisasi dalam rangka mencapai tujuan.
2. Sebagai staf yaitu orang-orang yang menjalankan tugas sesuai keahliannya, sehingga dapat memberi saran-saran kepada unit operasional.

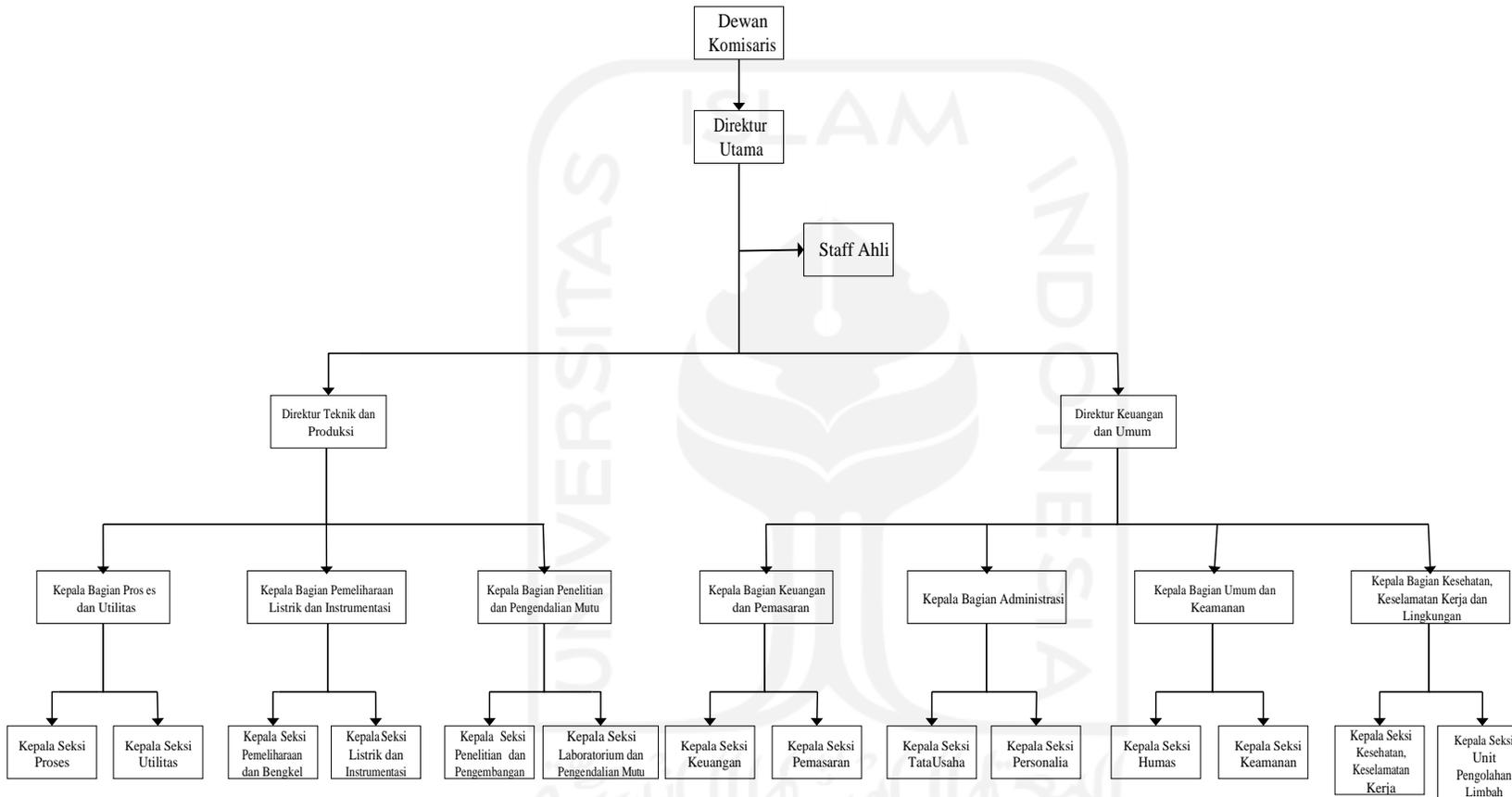
Dalam pelaksanaan tuas sehari-sehari, Dewan Komisaris mewakili para pemegang saham. Seorang Direktur Utama bertugas menjalankan perusahaan yang dibantu oleh Direktur Teknik dan Produksi membawahi bagian operasi dan teknik, sedangkan Direktur Keuangan dan Umum membawahi pemasaran dan kelancaran produksi. Direktur membawahi kepala bagian sedangkan kepala bagian akan membawahi kepala seksi. Kepala seksi akan membawahi dan mengawasi karyawan perusahaan.

Untuk mencapai kelancaran produksi maka diperlukan staf ahli dari orang-orang yang ahli dalam bidangnya. Staf ahli akan bertugas memberikan bantuan ide dan nasehat kepada tingkat pengawas, demi terciptanya tujuan perusahaan.

Ada beberapa manfaat adanya struktur organisasi dalam suatu perusahaan, yaitu:

- a. Dapat menjalankan persoalan mengenai pembatasan tugas, tanggung jawab, wewenang, dan lain-lain.
- b. Sebagai bahan orientasi untuk pejabat.
- c. Penempatan pegawai yang lebih lanjut.
- d. Penyusunan program pengembangan manajemen.
- e. Dapat mengatur kembali langkah kerja yang berlaku bila terbukti kurang lancar.





Gambar 4. 7 Struktur Organisasi Perusahaan

### **4.6.3 Tugas dan Wewenang**

#### **4.6.3.1 Pemegang Saham**

Para pemegang saham merupakan individu yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian serta kelancaran kegiatan pabrik. Kekuasaan tertinggi pada perusahaan didapatkan dalam forum Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS). Dalam RUPS tersebut menjelaskan wewenang pemegang saham yang meliputi:

1. Mengangkat serta memberhentikan dewan komisaris.
2. Mengangkat serta memberhentikan direktur utama serta jajaran direktur lainnya.
3. Mengesahkan program dan targetan secara perhitungan untuk rugi tahunan dari perusahaan.

#### **4.6.3.2 Dewan Komisaris**

Dewan komisaris adalah perwakilan dari pemilik saham yang mengawasi tugas dari direktur utama serta jajarannya, sehingga dewan komisaris bertanggung jawab terhadap pemilik saham. Tugas dewan komisaris ialah:

1. Menilai serta mengesahkan program dari direktur yang meliputi kebijakan umum, targetan perusahaan, alokasi anggaran dana serta program pemasaran.
2. Mengawasi tugas-tugas jajaran direktur.
3. Membantu direktur dalam tugas-tugas penting.

#### 4.6.3.3 Dewan Direksi

Direksi utama atau juga disebut dengan direktur utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan penanggung jawab penuh atas baik atau buruknya kegiatan dalam perusahaan terhadap dewan komisaris. Direktur utama juga bertanggung jawab penuh atas untung dan ruginya perusahaan yang dijalankan. Tugas dan wewenang direktur utama meliputi:

1. Memimpin dan membina setiap individu dalam perusahaan secara baik dan efektif.
2. Mempertanggung jawabkan segala bentuk tugas dalam bentuk laporan rutin pada masa akhir pekerjaan dan melaksanakan semua kebijakan serta aturan yang telah disahkan oleh dewan komisaris serta para pemegang saham.
3. Menjaga kelancaran organisasi perusahaan dan membuat kelangsungan komunikasi secara baik antara para pemilik saham, pimpinan, dan karyawan dan konsumen.
4. Mengangkat dan memberhentikan kepala bagian dengan persetujuan dewan komisaris.
5. Mengkoordinir kerjasama antara bagian produksi (direktur produksi) dan bagian keuangan (direktur keuangan)

Untuk mendukung kelancaran kegiatan operasi perusahaan, direktur utama dibantu oleh Direktur Teknik & Produksi dan Direktur Keuangan & Umum.

#### 4.6.3.4 Direktur

Direktur adalah tenaga yang membantu direktur utama dalam pelaksanaan operasional perusahaan dan bertanggung jawab kepada direktur utama. Direktur dibagi menjadi dua bagian yaitu:

1. Direktur Teknik Dan Industri:

Direktur teknik dan produksi memiliki tugas sebagai berikut:

- Bertanggung jawab kepada direktur utama dalam bidang operasi dan teknik
- Mengkoordinasi, mengatur dan mengawasi.
- Pelaksanaan kerja kepada kepala-kepala bagian yang menjadi bawahannya.

2. Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum

Direktur administrasi, keuangan dan umum memiliki tugas sebagai berikut:

- Bertanggung jawab kepada direktur utama dalam bidang administrasi, keuangan dan umum, pembelian dan pemasaran, serta penelitian dan pengembangan.
- Mengkoordinasi, mengatur dan mengawasi pelaksanaan kerja kepala-kepala bagian yang menjadi bawahannya.

#### 4.6.3.5 Staff Ahli

Staff ahli terdiri dari individu-individu yang berkompeten dengan keahlian yang dapat membantu dewan direksi dalam menjalankan tugasnya secara efektif yang berhubungan dengan teknik maupun administrasi. Staff ahli bertanggung jawab kepada

direktur utama sesuai dengan bidang keahliannya. Pada umumnya posisi staf ahli dapat digantikan oleh kepala bagian tertentu. Tugas dan wewenang dari staf ahli:

1. Memberikan kritik dan saran dalam perencanaan pengembangan perusahaan.
2. Mengadakan evaluasi teknik dan ekonomi perusahaan secara rutin.
3. Memperbaiki alir proses pabrik produksi pabrik yang meliputi perencanaan dan pengembangan produksi.
4. Meningkatkan efisiensi kerja.
5. Memberikan saran-saran dalam bidang hukum.

#### **4.6.3.6 Kepala Bagian**

Secara garis besar tugas kepala bagian meliputi memimpin, mengatur serta mengawasi semua pelaksana pekerjaan disetiap bagiannya sesuai dengan garis besar wewenang yang diberikan oleh pimpinan perusahaan. Dalam hal ini kepala bagian juga dapat menempatkan posisi staf ahli direktur. Kepala bagian bertanggung jawab terhadap direktur utama, kepala bagian dalam perusahaan terdiri dari:

##### **1. Kepala Bagian Produksi**

Kepala bagian produksi ini bertanggung jawab penuh kepada direktur teknik dan produksi untuk segala pelaksanaan kegiatan yang berhubungan dengan produksi, proses, pengendalian kualitas, dan laboratorium. Untuk menyokong kelancaran tugas dan tanggung jawab kepala bagian produksi ini dibantu oleh beberapa seksi yang diantaranya yaitu:

##### **a. Seksi Proses**

Tugas dari seksi proses yaitu:

- Memantau jalannya proses produksi.
- Menjalankan kegiatan-kegiatan proses sesuai dengan Standar Operasional Prosedur (SOP).

b. Seksi Pengendalian

Tugas dari seksi pengendalian yaitu:

- Menangani semua tindakan yang dapat mengancam keselamatan kerja.
- Mengurangi potensi terjadinya bahaya.

c. Seksi Laboratorium

Tugas dari seksi laboratorium yaitu:

- Memantau dan menganalisa mutu bahan baku dan bahann pembantu.
- Memantau dan menganalisa mutu produksi.
- Memantau hal-hal yang berhubungan dengan buangan pakbik.
- Membuat laporan secara rutin baik triwulan, semester maupun tahunan kepada kepala bagian produksi

2. Kepala Bagian Teknik

Kepala bagian teknin bertanggung jawab penuh kepada direktur teknik dan produksi dalam hal yang berhubungan dengan bidang teknik, pemeliharaan, perawatan dan utilitas. Untuk menyokong kelancaran tugas dan tanggung jawab kepala bagian teknik di ini dibantu oelh seksi pemeliharaan dan seksi utilitas

a. Seksi Pemeliharaan

Tugas dari seksi pemeliharaan yaitu:

- Melaksanakan pemeliharaan terhadap fasilitas dan investaris asset perusahaan.
- Melakukan perawatan terhadap kerusakan peralatan pabrik

b. Seksi Utilitas

Tugas dari seksi utilitas yaitu:

- Memantau dan mengatur sarana utilitas untuk mendapat memenuhi kebutuhan proses.

3. Kepala Bagian Pemasaran

Kepala bagian pemasaran ini bertanggung jawab penuh terhadap direktur keuangan dan umum dalam bidangnya untuk mengkoordinasi segala pelaksanaan kegiatan pabrik yang berhubungan dengan pembelian bahan baku serta penjualan produk dan pencapaian targetan perusahaan. Dalam hal ini kepala bagian pemasaran dibantu dengan dua seksi yaitu, seksi pembelian dan seksi pemasaran yang bertujuan untuk memperlancar kegiatan pabrik sesuai targetan.

a. Seksi Pembelian

Tugas seksi pembelian yaitu:

- Melaksanakan pembelian barang serta peralatan yang dibutuhkan untuk kelancaran operasi perusahaan.
- Memahami harga pemasaran dan mutu bahan baku serta memgag tanggung jawab secar penuh untuk log book pencatatan keluar masuknya barang mapun alat dari gudang.

b. Seksi Pemasaran

Tugas dari seksi pemasaran yaitu:

- Membuat perencanaan strategi penjualan produk untuk mencapai targetan perusahaan.
- Mengkoordinir pendistribusian hasil produksi dari pabrik.

4. Kepala Bagian Administrasi Dan Keuangan

Kepala bagian administrasi dan keuangan bertanggung jawab penuh terhadap direktur keuangan dan umum dalam bidang pengkoordinasi segala kegiatan pelaksanaan kegiatan pabrik yang berhubungan dengan administrasi dan keuangan, kepala bagian administrasi dan keuangan dibantu oleh dua seksi yaitu, seksi administrasi dan seksi keuangan yang bertujuan untuk menyokong kelangsungan kegiatan pabrik.

a. Seksi Administrasi

Tugas seksi administrasi yaitu:

- Menyediakan dokumen administrasi dan anggaran dana.
- Menyediakan fasilitas kebutuhan SDM.
- Mengolah administrasi perkantoran.

b. Seksi Keuangan

Tugas seksi keuangan yaitu:

- Membuat perancangan pengeluaran dan pemasukan keuangan.
- Membuat prioritas pembayaran.

- Mencari alternatif pembayaran.
- Menyusun anggaran
- Membuat strategi keuangan yang stabil.

#### 5. Kepala Bagian Umum

Kepala bagian umum bertanggungjawab penuh secara langsung terhadap direktur keuangan dan umum. Dalam tugasnya untuk mengkoordinasikan segala pelaksanaan kegiatan pabrik yang berkesinambungan dengan bidang personal, humas serta keamanan. Untuk mencapai keefektifan kerja secara maksimal kepala bagian umum dibantu dengan tiga seksi yaitu, seksi personalia, seksi humas dan seksi keamanan.

##### a. Seksi Personalia

Tugas seksi personalia yaitu:

- Membimbing dan membina tenaga kerja serta menciptakan komunikasi baik antara tenaga kerja, pekerjaan dan lingkungan hingga tercapainya efektivitas waktu dan biaya.
- Menciptakan kebijakan dalam disiplin kerja hingga tercapainya kondisi kerja yang tenang dan maksimal.
- Membuat program-program yang berhubungan dengan kesejahteraan karyawan.

##### b. Seksi Hubungan Masyarakat

Tugas seksi hubungan masyarakat yaitu:

- Mengkaji dan menganalisa opini masyarakat dan konsumen dalam kepuasan produk.

#### 6. Kepala Bagian Litbang dan K3L

Kepala bagian litbang dan K3L bertanggung jawab penuh secara langsung terhadap direktur teknik dan produksi. Dalam tugasnya mengkoordinir pelaksanaan kegiatan pabrik yang berhubungan dengan keselamatan dan kesehatan kerja serta penelitian pengembangan. Mengikuti program penilai kinerja perusahaan dan pengolahan lingkungan (PROPER) yang diselenggarakan oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia (KLHK). Untuk mencapai keefektifan kerja yang maksimal kepala bagian litbang dan K3L dibantu oleh beberapa seksi yaitu:

##### a. Seksi Keselamatan Kesehatan Kerja dan Lingkungan (K3L)

Tugas dari seksi keselamatan kesehatan kerja dan lingkungan yaitu:

- Mengidentifikasi, mencegah dan mengurangi bahaya berdampak pada karyawan dan pengunjung pabrik seperti kebakaran, kecelakaan, bahaya bahan kimia dan penyakit yang ditimbulkan akibat kerja.
- Bertanggung jawab terhadap setiap alat-alat instalasi pemadam dan peralatan pendukung dalam keadaan darurat
- Memberikan penanaman keselamatan (*safety induction*) terhadap karyawan maupun pengunjung yang berhubungan langsung dalam kegiatan pabrik.
- Menyediakan Alat pelindung Diri (APD) untuk karyawan dan pengunjung pabrik

- Merancang kebijakan Keselamatan Kesehatan Kerja dan Lingkungan (K3L)

b. Seksi Penelitian dan Pengembangan

Tugas seksi penelitian dan pengembangan yaitu:

- Mengatur semua kegiatan pabrik yang berhubungan langsung dengan peningkatan dan efisiensi proses secara keseluruhan.
- Mengelola komunikasi antara internal dan eksternal di lingkungan kantor.
- Mempublikasikan kegiatan pabrik.

c. Seksi Keamanan

Tugas seksi keamanan yaitu:

- Mengawasi keluar masuknya kendaraan maupun orang-orang, baik karyawan maupun pengunjung di lingkungan pabrik.
- Membuat situasi yang aman untuk lingkungan dan fasilitas pabrik.

7. Kepala Seksi

Kepala seksi merupakan pelaksana eksekusi pekerjaan dalam lingkungan bagiannya. Sesuai dengan perencanaan yang telah diatur oleh setiap kepala bagian untuk tercapainya hasil yang maksimum dan efektif selama berlangsungnya kegiatan produksi. Setiap kepala seksi bertanggung jawab kepada setiap kepala bagiannya masing-masing sesuai dengan seksinya.

#### 4.6.4 Ketenagakerjaan

Suatu perusahaan dapat maju dan efektif didukung oleh beberapa faktor. Salah satu faktor yang mendukung kemajuan perusahaan ialah pemakaian sumber daya manusia yang ditempatkan pada posisi yang sesuai dengan keahliannya. Faktor tenaga kerja merupakan faktor yang sangat penting dalam kelangsungan operasi pabrik. Untuk itu harus dijaga dan diperhatikan hubungan antara karyawan dan perusahaan untuk tercapainya hubungan yang harmonis yang akan menimbulkan semangat dalam kerja serta dapat meningkatkan produktifitas kerja setiap karyawan. Pada intinya akan kembali ke peningkatan produktifitas perusahaan

Hubungan harmonis antar setiap karyawan dalam perusahaan didukung dengan faktor komunikasi serta fasilitas-fasilitas yang disediakan oleh perusahaan untuk karyawan. Salah satu contoh yaitu pada sistem pengupahan yang sesuai dengan upah minimum regional (UMR) yang telah ditetapkan oleh keputusan gubernur setempat.

Pada umumnya, sistem pengupahan karyawan dibuat berbeda-beda berdasarkan status karyawan, kedudukan, tanggung jawab dan keahlian. Status karyawan dibedakan menjadi 3 golongan, yaitu:

1. Karyawan Tetap

Karyawan tetap merupakan karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan surat keputusan (SK) yang diterbitkan dan ditanda tangani oleh direksi. Serta mendapat upah disetiap bulan sesuai dengan posisi jabatan yang diduduki, keahlian dan masa kerja.

## 2. Karyawan Harian

Karyawan harian merupakan karyawan yang mana diangkat dan diberhentikan tanpa adanya surat keputusan (SK) yang ditebitkan dan ditanda tangani oleh direksi dan mendapat upah harian yang diterima pada setiap akhir pekan.

## 3. Karyawan Borongan

Karyawan borongan merupakan karyawan yang dihadirkan dengan menggunakan perusahaan lain dibidang jasa tenaga kerja dengan bidang yang diperlukan oleh pabrik. Karyawan ini menerima upah yang ditetapkan oleh perusahaannya.

### **4.6.5 Sistem Gaji Karyawan**

#### 1. Gaji Bulanan

Gaji bulanan diberikan kepada para pegawai tetap, besaran gaji yang diberikan disesuaikan dengan peraturan dari perusahaan.

#### 2. Gaji Harian

Gaji harian diberikan kepada karyawan tidak tetap atau kepada buruh harian

#### 3. Gaji Lembur

Gaji lembur diberikan kepada karyawan yang berkerja melebihi batasan jam kerja yang telah ditetapkan, bearnya disesuaikan dengan peraturan perusahaan.

Tabel 4. 19 Rincian Gaji Karyawan

No	Jabatan	jumlah	Gaji		
			(/orang/bulan)	(/bulan)	(/tahun)
1	Direktur utama	1	Rp 45.000.000	Rp 45.000.000	Rp.540.000.000
2	Direktur produksi & teknik	1	Rp 35.000.000	Rp 35.000.000	Rp 420.000.000
3	Direktur keuangan & umum	1	Rp 35.000.000	Rp 35.000.000	Rp 420.000.000
4	Staff ahli	1	Rp 40.000.000	Rp 40.000.000	Rp 480.000.000
5	Kabag produksi	1	Rp 30.000.000	Rp 30.000.000	Rp 360.000.000
6	Kabag teknik	1	Rp 30.000.000	Rp 30.000.000	Rp 360.000.000
7	Kabag pemasaran	1	Rp 25.000.000	Rp 25.000.000	Rp 300.000.000
8	Kabag keuanagan & administrasi	1	Rp 25.000.000	Rp 25.000.000	Rp 300.000.000
9	Kabag umum	1	Rp 25.000.000	Rp 25.000.000	Rp 300.000.000
10	Kabag K3L & litbang	1	Rp 25.000.000	Rp 25.000.000	Rp 300.000.000
11	Kasek proses	1	Rp 25.000.000	Rp 25.000.000	Rp 300.000.000
12	Kasek pengendalian	1	Rp 25.000.000	Rp 25.000.000	Rp 300.000.000
13	Kasek laboratorium	1	Rp 25.000.000	Rp 25.000.000	Rp 300.000.000
14	Kasek pemeliharaan	1	Rp 25.000.000	Rp 25.000.000	Rp 300.000.000
15	Kasek utilitas	1	Rp 25.000.000	Rp 25.000.000	Rp.300.000.000
16	Kasek pembelian	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000	Rp 240.000.000
17	Kasek pemasaran	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000	Rp 240.000.000
18	Kasek administrasi	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000	Rp 240.000.000
19	Kasek keuangan	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000	Rp 240.000.000
20	Kasek personalia	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000	Rp 240.000.000
21	Kasek humas	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000	Rp 240.000.000
22	Kasek keamanan	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000	Rp 240.000.000

Tabel 4.19 Rincian gaji karyawan (lanjutan)

23	Kasek K3L	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000	Rp 240.000.000
24	Kasek litbang	1	Rp 20.000.000	Rp 20.000.000	Rp 240.000.000
25	Karyawan proses	8	Rp 10.000.000	Rp 80.000.000	Rp 960.000.000
26	Karyawan pengendalian	3	Rp 10.000.000	Rp 30.000.000	Rp 360.000.000
27	Karyawan laboratorium	4	Rp 9.000.000	Rp 36.000.000	Rp 432.000.000
28	Karyawan pemeliharaan	3	Rp 9.000.000	Rp 27.000.000	Rp 324.000.000
29	Karyawan utilitas	5	Rp 9.000.000	Rp 45.000.000	Rp 540.000.000
30	Karyawan pembelian	2	Rp 8.000.000	Rp 16.000.000	Rp 192.000.000
31	Karyawan pemasaran	2	Rp 8.000.000	Rp 16.000.000	Rp 192.000.000
32	Karyawan administrasi	2	Rp 8.000.000	Rp 16.000.000	Rp 192.000.000
33	Karyawan keuangan	2	Rp 8.000.000	Rp 16.000.000	Rp 192.000.000
34	Karyawan personalia	2	Rp 8.000.000	Rp 16.000.000	Rp 192.000.000
35	Karyawan humas	2	Rp 8.000.000	Rp 16.000.000	Rp 192.000.000
36	Karyawan kewanan	4	Rp 8.000.000	Rp 32.000.000	Rp 384.000.000
37	Karyawan K3	3	Rp 8.000.000	Rp 24.000.000	Rp 288.000.000
38	Karyawan litbang	3	Rp 8.000.000	Rp 24.000.000	Rp 288.000.000
39	Operator	68	Rp 6.000.000	Rp 480.000.000	Rp 5.760.000.000
40	Supir	3	Rp 3.600.000	Rp 10.800.000	Rp 129.000.000
41	Librarian	1	Rp 3.750.000	Rp 3.750.000	Rp 45.000.000
42	<i>Cleaning service</i>	5	Rp 3.600.000	Rp 18.000.000	Rp 216.000.000
43	Dokter	2	Rp 10.000.000	Rp 20.000.000	Rp 240.000.000
44	Perawat	4	Rp 5.000.000	Rp 20.000.000	Rp 240.000.000
Total		152	Rp 770.950.000	Rp 1.566.550.000	Rp 18.798.600.000

#### 4.6.6 Jadwal Kerja Karyawan

berdasarkan jam kerjanya, karyawan perusahaan dapat digolongkn menjadi 2 golongan yaitu karyawan *non shift* (harian) dan karyawan *shift*

##### 1. Karyawan *Non Shift* (Harian)

karyawan *non shift* adalah karyawan yang tidak berhubungan langsung dengan kegiatan proses produksi. Yang termasuk dalam karyawan *non shift* adalah direktur utama, direktur teknik dan produksi, direktur keuangan dan umum, kepala bagian, serta karyawan yang bekerja dikantor. Karyawan *non shift* dalam satu minggu bekerja selama 5 hari dengan jam kerja sebagai berikut:

- Senin- kamis

Jam kerja : 08.00-12.00 dan 13.00-17.00

Istirahat : 12.00-13.00

- Jumat

Jam kerja : 08.00-11.30 dan 13.30-17.30

Istirahat : 11.30-13.30

- Hari sabtu dan minggu libur

##### 2. Karyawan *Shift*

karyawan *shift* adalah karyawan yang langsung berhubungan dengan proses produksi yang membutuhkan kendali dan pengawasan 24 jam pada produksi. Yang termasuk karyawan *shift* adalah operator *control room*, operator pada *shelter* pabrik,

bagian keamanan, bagian K3L serta bagian yang berpengaruh peting pada dalam penjagaan keselamatan pabrik.

Para karyawan *shift*, dibagi dengan 3 *shift* kerja, yaitu:

- *Shift* pagi : 08.00-16.00
- *Shift* sore : 16.00-24.00
- *Shift* malam : 24.00-08.00

Untuk karyawan *shift* ini bagi dengan 4 regu yaitu A/B/C/D yang mana 3 regu bekerja dan satu regu istirahat, serta dikenakan secara bergantian. Untuk hari libur atau hari yang ditetapkan pemerintah, regu yang mendapatkan jadwal bertugas tetap harus masuk bekerja.

Tabel 4. 20 Jadwal Pembagian Kelompok Shift

Tanggal	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pagi	A	A	D	D	C	C	B	B	A	D
Sore	B	B	A	A	D	D	C	C	B	A
Malam	C	C	B	B	A	A	D	D	C	B
Off	D	D	C	C	B	B	A	A	D	C
Tanggal	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Pagi	C	B	A	A	D	D	C	C	B	B
Sore	C	C	B	B	A	A	D	D	C	C
Malam	A	D	C	C	B	B	A	A	C	C
Off	B	A	D	D	C	C	B	B	A	A

Jadwal untuk selanjutnya menyesuaikan dengan tabel diatas berdasarkan urutan yang sudah ada. Setelah masuk *shift* malam, diberikan istirahat untuk penyesuain sebelum masuk *shift* pagi.

Selain jam kerja diamil 40 jam per minggu, ada beberapa catatan mengenai jadwal kerja karyawan, diantaranya yaitu :

1. Cuti Tahunan

Karyawan mempunyai hak cuti tahunan selama 12 hari setiap tahun. Bila dalam waktu 1 tahun hak cuti tersebut tidak dipergunakan maka hak tersebut akan hilang untuk tahun itu.

2. Hari Libur Nasional

Bagi karyawan harian (*non shift*), hari libur nasional tidak masuk kerja. Sedangkan bagi karyawan *shift*, hari libur nasional tetap masuk kerja dengan catatan itu di perhitungkan sebagai kerja lembur (*overtime*).

3. Kerja Lembur (*overtime*)

Kerja lembur dapat dilakukan apabila ada keperluan yang mendesak dan atas persetujuan kepala bagian.

#### **4.6.7 Fasilitas Karyawan**

Tersedianya fasilitas dari perusahaan yang dapat meningkatkan produktivitas karyawan dalam suatu perusahaan. Adanya fasilitas ini bertujuan agar kondisi jasmani dan rohani para karyawan stabil dan selalu terjaga dengan baik. Sehingga karyawan tidak merasakan hal jenuh dalam melakukan pekerjaan sehari-harinya dan kegiatan yang

ada dalam perusahaan dapat berjalan dengan lancar. Berhubungan dengan hal tersebut, maka perusahaan menyediakan fasilitas yang bermanfaat dalam lingkungan perusahaan yang berhubungan dengan kepentingan karyawan, meliputi:

a. Poliklinik

Hadirnya poliklinik ini dilingkungan perusahaan yang bertujuan untuk memelihara produktivitas para pekerjaan dan sebagai pelayanan kesehatan untuk karyawan yang membutuhkan tindakan tenaga medis tercepat dan terdekat seperti dokter, perawat, dan obat-obatan.

b. Pakaian Kerja

Adanya pakaian kerja bertujuan untuk menghindari kesenjangan antar karyawan, perusahaan memberikan dua pasang pakaian kerja dan alat pelindung diri (APD)

c. Konsumsi Makan dan Minum

Prusahaan menyediakan konsumsi makan dan minum 1 kali sehari yang rencananya akan dikelola oleh perusahaan catering yang telah ditetapkan.

d. Koperasi

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

e. Tunjangan Hari Raya (THR)

Tunjangan hari raya diberikan setiap tahunnya menjelang hari raya Idul Fitri, besaran dari tunjangan ini berdasarkan upah satu bulan.

f. Jamsostek

Jamsostek merupakan asuransi sosial tenaga kerja yang bertanggung jawab kesehatan dan kecelakaan para karyawan. Jamsostek bertujuan untuk memberikan rasa aman kepada karyawan ketika menjalankan tugasnya.

g. Tempat Ibadah

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

h. Transportasi

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

i. Hak Cuti

1. Cuti Tahunan

Cuti tahunan diberikan perusahaan kepada karyawan selama 12 hari kerja dalam setahun

2. Cuti Massal

Cuti massal ini diberikan perusahaan kepada karyawan dalam hari besar seperti hari raya Idul Fitri selama 4 hari kerja

### 3. Cuti Hamil

Cuti hamil diberikan perusahaan kepada karyawan wanita yang akan melahirkan selama 90 hari dan pada masa cuti tersebut karyawan tetap mendapatkan upah sesuai dengan upah yang telah ditetapkan.

### 4. Cuti Ibadah

Cuti ibadah diberikan perusahaan kepada karyawan yang hendak melakukan ibadah seperti ibadah haji/ ibadah umroh dengan melampirkan surat dari instansi terkait.

#### **4.6.8 Manajemen Produksi**

Manajemen produksi ini merupakan salah satu bagian penting dalam perusahaan yang tujuan utamanya merupakan penyelenggaraan semua kegiatan untuk memproses bahan baku dan mengatur semua faktor-faktor yang mempengaruhi produksi secara matematis dan sistematis sehingga proses produksi dapat berjalan dengan lancar sesuai dengan perencanaan perusahaan.

Manajemen produksi dibagi menjadi dua yaitu, perencanaan dan pengendalian produksi. Tujuan dari perencanaan dan pengendalian produksi ini untuk dapat memperoleh kualitas yang sesuai dengan yang telah direncanakan sebelum mendirikan pabrik. Dengan meningkatkan keefektifitasan produksi pabrik, maka dilakukan pemantauan dan pengkajian produksi untuk menghindari penyimpangan-penyimpangan yang terjadi.

Perencanaan ini sangat berkesinambungan dengan pengendalian. Yang mana dalam perencanaan merupakan tolak ukur untuk kegiatan operasional. Sehingga jika ada penyimpangan yang terjadi dapat diketahui dan selanjutnya dikendalikan ke arah yang sesuai.

#### **4.6.9 Perencanaan Produksi**

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

##### **4.6.9.1 Kemampuan Pasar**

Dibagi menjadi 2 yaitu:

1. Kemampuan pasar lebih besar dibandingkan kemampuan produksi pabrik, maka rencana produksi harus ditingkatkan.
2. Kemampuan pasar lebih kecil dari kemampuan produksi pabrik. Terdapat tiga solusi alternatif yang dapat dipertimbangkan, yaitu:
  - a. Perencanaan produksi menyesuaikan dengan kemampuan pasar atau produksi diturunkan sesuai dengan permintaan pasar, dengan mempertimbangkan untung rugi.
  - b. Perencanaan produksi tetap dengan meningkatkan pelayanan baru dengan mempertimbangkan untung rugi.
  - c. Memperluas daerah pasar lain seperti negara-negara lain.

#### 4.6.9.2 Kemampuan Pabrik

Secara umum kemampuan pabrik dapat ditentukan oleh beberapa faktor, seperti:

1. Material (Bahan Baku)

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

2. Sumber Daya Manusia (SDM)

Keterampilan tenaga kerja akan mempengaruhi produktifitas pabrik, maka sebelum karyawan menempati posisi dalam perusahaan maka sebelum itu dilaksanakan program pelatihan (training) untuk membentuk pola fikir dan keterampilan karyawan.

3. Mesin (Peralatan)

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

#### 4.6.10 Pengendalian Produksi

Setelah perencanaan produksi berjalan stabil maka perlu adanya pengawasan dan pengendalian produksi agar proses berjalan sesuai yang telah direncanakan. Kegiatan proses produksi diharapkan dapat menghasilkan produk yang mutunya sesuai dengan standar, dan jumlah produksi yang sesuai dengan perencanaan, serta tepat waktu. Untuk itu perlu dilaksanakan pengendalian produksi yang meliputi :

a. Pengendalian Kualitas dilakukan untuk Menjaga Kualitas Produk

Penyimpangan dapat diketahui jika hasil produk tidak sesuai dengan standar mutu.

b. Pengendalian Kuantitas

Penyimpangan kuantitas terjadi karena kesalahan operator, kerusakan mesin, keterlambatan bahan baku, perbaikan alat yang diluar jadwal dan faktor pengaruh produksi lainnya. Perlu adanya pemantauan dan identifikasi secara rutin pada proses untuk menghindari penyimpangan yang terjadi.

c. Pengendalian Waktu

Perencanaan waktu yang telah disusun baik dalam datangnya bahan baku, waktu produksi, waktu pemasaran untuk menjaga kualitas produk.

d. Pengendalian Bahan Proses

Untuk mencapai kapasitas produksi yang telah direncanakan, maka diperlukan bahan baku *safety* untuk mencukupi proses produksi. Oleh karena itu perlu adanya tempat penyimpanan bahan baku untuk beberapa hari, untuk menghindari kekurangan bahan baku.

#### 4.7 Evaluasi ekonomi

Pada perancangan pabrik propilen glikol perlu dilakukan evaluasi atau penilaian investasi yang bermaksud untuk mengetahui apakah pabrik dirancang ini menguntungkan dari segi ekonomi atau sebaliknya. Analisis ekonomi dipakai untuk mendapatkan gambaran estimasi untuk kelakayakan investasi modal dalam kegiatan produksi suatu pabrik dengan meninjau kebutuhan modal investasi, besarnya keuntungan

yang akan diperoleh, lama waktu modal investasi dapat dikembalikan dalam titik impas. Kelayakan investasi modal suatu pabrik akan dianalisis dengan berbagai tahapan yang meliputi:

- a. *Return on investment* (ROI)
- b. *Pay out time* (POT)
- c. *Break even point* (BEP)
- d. *Shut down point* (SDP)
- e. *Discounted cash flow* (DCFR)

Untuk mendapatkan hasil analisa diatas perlu adanya penaksiran terhadap beberapa faktor, yaitu:

1. Penaksiran 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 pengeluaran (*Manufacturing Cost*)
  - b. Biaya pengeluaran umum (*General Expense*)
3. Total pendapatan penjualan produk propilen glikol
4. Analisa kelayakan

#### **4.7.1 Penaksiran Harga Peralatan**

Harga peralatan akan berubah seiring berjalannya waktu tergantung pada kondisi ekonomi. Untuk mengetahui harga peralatan yang pasti setiap tahun sangatlah

sulit, sehingga perlu adanya suatu metode atau cara untuk memperkirakan harga alat pada tahun tertentu dan perlu diketahui data harga indeks peralatan operasi pada tahun tersebut.

Tabel 4. 21 Index Harga

Tahun (X)	indeks (Y)
1990	356,000
1991	361,300
1992	358,200
1993	359,200
1994	368,100
1995	381,100
1996	381,700
1997	386,500
1998	389,500
1999	390,600
2000	394,100
2001	394,300
2002	395,600
2003	402,000
2004	444,200
2005	468,200
2006	499,600
2007	525,400
2008	575,400
2009	521,900
2010	550,800
2011	585,700
2012	584,600
2013	567,300
2014	576,100
2015	556,800
2016	541,700
2017	567,500
2018	603,100

Dari regresi linier didapatkan persamaan :

$$y = 10,0030x - 19581 \quad (4.8)$$

dengan

y = indeks harga

x = tahun pembelian

dari persamaan tersebut diperoleh harga indeks ditahun 2024 adalah 665,072.

#### 4.7.2 Dasar Perhitungan

- |  |                                 |
|--|---------------------------------|
| a. Kapasitas pabrik                            | : 30.000 ton/tahun              |
| b. Hari pabrik beroperasi                      | : 330 hari                      |
| c. Umur pabrik                                 | : 10 tahun                      |
| d. Tahun pabrik beroperasi                     | : 2024                          |
| e. Kurs mata uang                              | : 1 US\$ = 14.900               |
| f. Harga bahan baku ( <i>propylene oxide</i> ) | : Rp 736.508.726.589,618 /Tahun |
| g. Harga produk ( <i>propylene glycol</i> )    | : Rp2.329.106.008.471,580       |

#### 4.7.3 Perhitungan Biaya

##### 4.7.3.1 *Capital Investment*

*Capital investment* merupakan pengeluaran yang diperlukan untuk fasilitas-fasilitas produktif dan untuk menjalankannya. *Capital investment* meliputi:

- a. Modal tetap (*fixed capital investment*)

*Fixed capital investment* adalah banyaknya pengeluaran yang diberikan untuk mendirikan pabrik beserta fasilitas-fasilitas pendukungnya

b. Modal kerja (*working capital investment*)

*Working capital investment* adalah biaya-biaya yang dikeluarkan untuk kegiatan operasi dari suatu pabrik selama waktu tertentu.

**4.7.3.2 Biaya Pengeluaran (*Manufacturing Cost*)**

*Manufacturing cost* adalah biaya yang diperlukan untuk menghasilkan suatu produk yang merupakan jumlah dari:

a. *Direct Manufacturing Cost* (DC)

*Direct cost* merupakan pengeluaran yang berhubungan langsung dengan pembuatan produk.

b. *Indirect Manufacturing Cost* (IC)

*Indirect manufacturing cost* merupakan pengeluaran yang tidak langsung disebabkan oleh operasi pabrik.

c. *Fixed Manufacturing Cost* (FM)

*Fixed manufacturing cost* merupakan biaya-biaya tertentu yang selalu dikeluarkan saat pabrik beroperasi maupun tidak, merupakan pengeluaran yang sifatnya tidak bergantung pada waktu dan tingkat produksi.

**4.7.3.3 Biaya Pengeluaran Umum (*General Expense*)**

*General expense* atau pengeluaran umum meliputi pengeluaran yang berkaitan dengan fungsi perusahaan yang tidak termasuk *manufacturing cost*.

#### 4.7.4 Analisa Kelayakan

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

##### 4.7.4.1 *Percent Return On Investment (ROI)*

*Return on investment* adalah tingkat keuntungan yang dapat dihasilkan dari tingkat investasi yang dikeluarkan.

$$ROI = \frac{\text{Keuntungan}}{\text{Fixed Capital}} \times 100\% \quad (4.9)$$

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

*Pay Out Time (POT)* adalah:

- Jumlah tahun yang telah berjalan, sebelum didapatkan suatu penerimaan yang melebihi dari investasi awal atau jumlah tahun yang diperlukan untuk kembalinya *Capital Investment* dengan profit sebelum dikurangi depresiasi.
- Waktu minimum teoritis yang dibutuhkan untuk pengembalian modal tetap yang ditampilkan investor atas dasar keuntungan setiap tahun dan ditambahkan dengan penyusutan.
- Waktu pengendalian modal dihasilkan berdasarkan keuntungan yang didapatkan. Perhitungan tersebut diperlukan untuk mengetahui beberpa

lama waktu yang diperlukan untuk pengembalian investasi yang telah dilakukan.

$$POT = \frac{\text{Fixed Capital Investment}}{(\text{Keuntungan Tahunan} + \text{Depresiasi})} \quad (4.10)$$

#### 4.7.4.3 Break Even Point (BEP)

*Break even point* adalah:

- Titik impas produksi yang mana pabrik tidak mendapatkan keuntungan maupun kerugian.
- Titik menunjukkan pada tingkat biaya dan penghasilan jumlahnya sama. Dengan perhitungan BEP dan menunjukkan harga dan jumlah unit yang dijual secara minimum dan berapa harga serta unit penjualan yang dicapai agar mendapatkan keuntungan.
- Kapasitas produksi pada saat penjualan (*sales*) sama dengan total biaya (*total cost*). Pabrik akan mengalami kerugian jika beroperasi dibawah BEP dan akan untung jika pabrik beroperasi diatas BEP.

Dalam hal ini :

$$BEP = \frac{(Fa + 0,3Ra)}{(Sa - Va - 0,7Ra)} \quad (4.11)$$

$Fa$  : *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

#### 4.7.4.4 *Shut Down Point (SDP)*

*Shut down Point* adalah:

- Suatu titik penentuan suatu kegiatan produksi dihentikan dikarenakan beberapa faktor yang merupakan *variable cost* yang terlalu tinggi, atau bisa juga karena keputusan manajemen akibat tidak ekonomisnya suatu aktivasi produksi (tidak menghasilkan profit)
- Kapasitas minimal suatu pabrik dapat mencapai kapasitas produk yang ditargetkan dalam satu tahun maka pabrik harus berhenti beroperasi.
- Level produksi dimana biaya untuk melanjutkan operasi pabrik akan lebih mahal dari pada biaya untuk menutup pabrik dan membayar *fixed cost*.
- Merupakan titik produksi dimana pabrik mengalami kebangkrutan sehingga pabrik harus berhenti atau tutup.

$$SDP = \frac{(0,3Ra)}{(Sa - Va - 0,7Ra)} \quad (4.12)$$

#### 4.7.4.5 *Discounted Cash Flow Rate Of Return (DCFR)*

*Discounted cash flow rate of return (DCFR)* adalah:

- Analisa kelayakan ekonomi dengan menggunakan perhitungan dari DCFR dibuat dengan menggunakan nilai uang yang berubah terhadap kurun waktu dan dirasakan atau di investasikan yang tidak dapat kembali pada akhir tahun selama umur pabrik.
- Laju bunga maksimal suatu proyek dapat membayar pinjaman.

- Besarnya perkiraan keuntungan pabrik yang diperoleh di setiap tahun, didasarkan atas investasi yang tidak kembali pada akhir tahun selama umur pabrik.
- Asumsi yang digunakan dalam perhitungan DCFR ialah:
  - Umur ekonomis pabrik diangka 10 tahun
  - Annual profit dan taxes konstan setiap tahun
  - Depresiasi sama setiap tahun

Persamaan untuk menentukan DCFR:

$$(FC + WC)(1 + i)^N = C \sum_{n=0}^{n=N-1} (1 + i)^n + WC + SV \quad (4.13)$$

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

#### 4.7.5 Hasil Perhitungan

Perhitungan perencanaan pendirian pabrik propilen glikol ini memerlukan rencana perhiungan analisis. Hasil rancangan masing-masing dicanumkan pada tabel-tabel berikut:

Tabel 4. 22 *Physical Plant Cost*

No	Jenis	Biaya (\$)	Biaya (Rp)
1	<i>Purchased Equipment cost</i>	\$ 3.818.866,28	Rp 56.901.107.600,036
2	<i>Delivery Cost</i>	\$ 954.716,57	Rp 14.225.276.900,009
3	<i>Instalasi cost</i>	\$ 2.658.020,63	Rp 39.604.507.492,824
4	Pemipaan	\$ 3.910.621,59	Rp 58.268.261.728,950
5	Instrumentasi	\$ 1.273.989,17	Rp 18.982.438.627,349
6	Insulasi	\$ 221.507,05	Rp 4.604.031.058,440
7	Listrik	\$ 1.145.659,88	Rp 17.070.332.280,011
8	Bangunan	\$ 948.684,56	Rp 14.135.400.000,000
9	<i>Land &amp; Yard Improvement</i>	\$ 1.691.046,98	Rp 25.196.600.000,000
<b>Total</b>		<b>\$ 16.623.112,74</b>	<b>Rp 247.684.379.813,295</b>

Tabel 4. 23 *Direct Plant Cost*

No.	Komponen	Harga (\$)	Harga(Rp)
1	<i>Construction Cost</i> (30%.PEC)	\$ 4.986.933,822	Rp 74.305.313.943,988
<b>TOTAL (DPC+PPC)</b>		<b>\$ 21.610.046,561</b>	<b>Rp 321.989.693.757,283</b>

Tabel 4. 24 *Fixed Capital Investment (FCI)*

No	<i>Fixed Capital</i>	<b>Biaya, \$</b>	<b>Biaya, Rp</b>
1	<i>Direct Plant Cost</i>	\$ 21.610.047	Rp 321.989.693.757,283
2	<i>Cotractor's fee</i>	\$ 4.322.009	Rp 64.397.938.751,457
3	<i>Contingency</i>	\$ 3.241.507	Rp 48.298.454.063,593
<b>Jumlah</b>		<b>\$ 29.173.563</b>	<b>Rp 434.686.086.572,332</b>

Tabel 4. 25 *Working Capital (WC)*

No.	<b>Komponen</b>	<b>Harga (\$)</b>	<b>Harga (Rp)</b>
1	<i>Raw Material Inventory</i>	\$ 4.493.646,898	Rp 66.955.338.780,874
2	<i>Inproses Inventory</i>	\$ 126.539.218,883	Rp 1.885.434.361.353,140
3	<i>Product Inventory</i>	\$ 7.669.043,569	Rp 114.268.749.172,918
4	<i>Extended credit</i>	\$ 14.210.530,863	Rp 211.736.909.861,053
5	<i>Available cash</i>	\$ 7.669.043,569	Rp 114.268.749.172,918
<b>Total WC</b>		<b>\$ 160.581.483,781</b>	<b>Rp 2.392.664.108.340,900</b>

Tabel 4. 26 *Direct Manufacturing Cost (DMC)*

No.	<b>Komponen</b>	<b>Harga (\$)</b>	<b>Harga (Rp)</b>
1	<i>Raw Material</i>	\$ 51.866.811,732	Rp 736.508.726.589,618
2	<i>Labor</i>	\$ 1.203.664,430	Rp 17.934.600.000,000
3	<i>Supervisor</i>	\$ 300.916,107	Rp 4.483.650.000,000
4	<i>Maintenance</i>	\$ 5.834.712,571	Rp 86.937.217.314,466
5	<i>Plant Suplies</i>	\$ 1.166.942,514	Rp 17.387.443.462,893
6	<i>Royalty and Patent</i>	\$ 6.252.633,58	Rp 93.164.240.338,863
7	Bahan utilitas	\$7.031.622,418	Rp 104.771.174.030,723
<b>Total DMC</b>		<b>\$ 71.220.607,499</b>	<b>Rp 1.061.187.051.737</b>

Tabel 4. 27 *Indirect Manufacturing Cost (IMC)*

No	Komponen	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	<i>Payroll Overhead</i>	\$ 120.366,443	Rp 1.793.460.000,000
2	<i>Laboratory</i>	\$ 120.366,443	Rp 1.793.460.000,000
3	<i>Plant Overhead</i>	\$ 601.832,215	Rp 8.967.300.000
4	<i>Packaging and Shipping</i>	\$ 9.378.950,370	Rp 139.746.360.508,295
<b>Total IMC</b>		<b>\$ 10.221.515,470</b>	<b>Rp 152.300.580.508,295</b>

Tabel 4. 28 *Fixed Manufacturing Cost (FMC)*

No.	Komponen	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	Depresiasi	\$ 2.333.885,029	Rp 34.774.886.925,787
2	<i>Propertay tax</i>	\$ 291.735,629	Rp 4.346.860.865,723
3	Asuransi	\$ 291.735,629	Rp 4.346.860.865,723
<b>Total FMC</b>		<b>\$ 2.917.356,286</b>	<b>Rp 43.468.608.657,233</b>

Tabel 4. 29 *Total Manufacturing Cost (MC)*

No.	Komponen	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	<i>Direct Manufacturing Cost</i>	\$ 71.220.607,499	Rp 1.061.187.051.737
2	<i>Indirect Manufacturing Cost</i>	\$ 10.221.515,470	Rp 152.300.580.508,295
3	<i>Fixed Manufacturing Cost</i>	\$ 2.917.356,286	Rp 43.468.608.657,233
<b>Total MC</b>		<b>\$ 84.359.479,255</b>	<b>Rp 1.256.956.240.902,090</b>

Tabel 4. 30 *General Expense (GE)*

No.	Komponen	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	Administrasi	\$ 3.126.316,790	Rp 46.582.120.169,432
2	<i>Sales expense</i>	\$ 43.768.435,059	Rp 652.149.682.372,042
3	<i>Research</i>	\$ 4.376.843,506	Rp 65.214.968.237,204
4	<i>Finance</i>	\$ 3.795.100,933	Rp 56.547.003.898,265
<b>Total GE</b>		<b>\$ 55.066.696,287</b>	<b>Rp 820.493.774.676,943</b>

Tabel 4. 31 Total Biaya Produksi

No.	Komponen	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	<i>Manufacturing Cost</i>	\$ 84.359.479,255	Rp 1.256.956.240.902,090
2	<i>General Expense</i>	\$ 55.066.696,287	Rp 820.493.774.676,943
<b>Total</b>		<b>\$ 139.426.175,542</b>	<b>Rp 2.077.450.015.579,040</b>

Tabel 4. 32 *Fixed Cost (Fa)*

No.	Komponen	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	Depresiasi	\$ 2.333.885,029	Rp 34.774.886.925,787
2	<i>Property tax</i>	\$ 291.735,629	Rp 4.346.860.865,723
3	Asuransi	\$ 291.735,629	Rp 4.346.860.865,723
<b>Total Fa</b>		<b>\$ 2.917.356,286</b>	<b>Rp 43.468.608.657,233</b>

Tabel 4. 33 *Variable Cost (Va)*

No	Komponen	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	<i>Raw Material</i>	\$ 49.430.115,878	Rp 736.508.726.589,618
2	<i>Packing n Shipping</i>	\$ 9.378.950,370	Rp 139.746.360.508,295
3	Utilitas	\$ 7.031.622,418	Rp 104.771.174.030,723
4	<i>Royalties &amp; patents</i>	\$ 6.252.633,580	Rp 93.164.240.338,863
<b>Total Va</b>		<b>\$ 72.093.322,246</b>	<b>Rp 1.074.190.501.467,500</b>

Tabel 4. 34 *Regulated Cost (Ra)*

No.	Komponen	Harga (\$)	Harga (Rp)
1	Gaji Karyawan	\$ 1.203.664,430	Rp 17.934.600.000,000
2	<i>Payroll overhead</i>	\$ 120.366,443	Rp 1.793.460.000,000
3	Supervisi	\$ 300.916,107	Rp 4.483.650.000,000
4	<i>Plant Overhead</i>	\$ 601.832,215	Rp 8.967.300.000,000
5	<i>Laboratory</i>	\$ 120.366,443	Rp 1.793.460.000,000
6	<i>General Expense</i>	\$ 55.066.696,287	Rp 820.493.774.676,943
7	<i>Maintenance</i>	\$ 5.834.712,571	Rp 86.937.217.314,466
8	<i>Plant Supplies</i>	\$ 1.166.942,514	Rp 17.387.443.462,893
<b>Total Ra</b>		<b>\$ 64.415.497,010</b>	<b>Rp 959.790.905.454,303</b>

#### 4.7.6 Analisa keuntungan

Total penjualan : Rp 2.329.106.008.471,580

Total *production cost* : Rp 2.077.450.015.579,040

Keuntungan sebelum pajak : Rp 251.655.992.892,544

Pajak (50% dari keuntungan) : Rp 125.827.996.446,272

Keuntungan setelah pajak : Rp 125.827.996.446,272

#### 4.7.7 Hasil kelayakan ekonomi

##### 1. *Percent Return on Investment* (ROI)

ROI sebelum pajak : 57%

ROI setelah pajak : 29%

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

POT sbelum pajak : 1,47 tahun

POT setelah pajak : 2,56 tahun

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

BEP : 56,83%

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

SDP : 49,38%

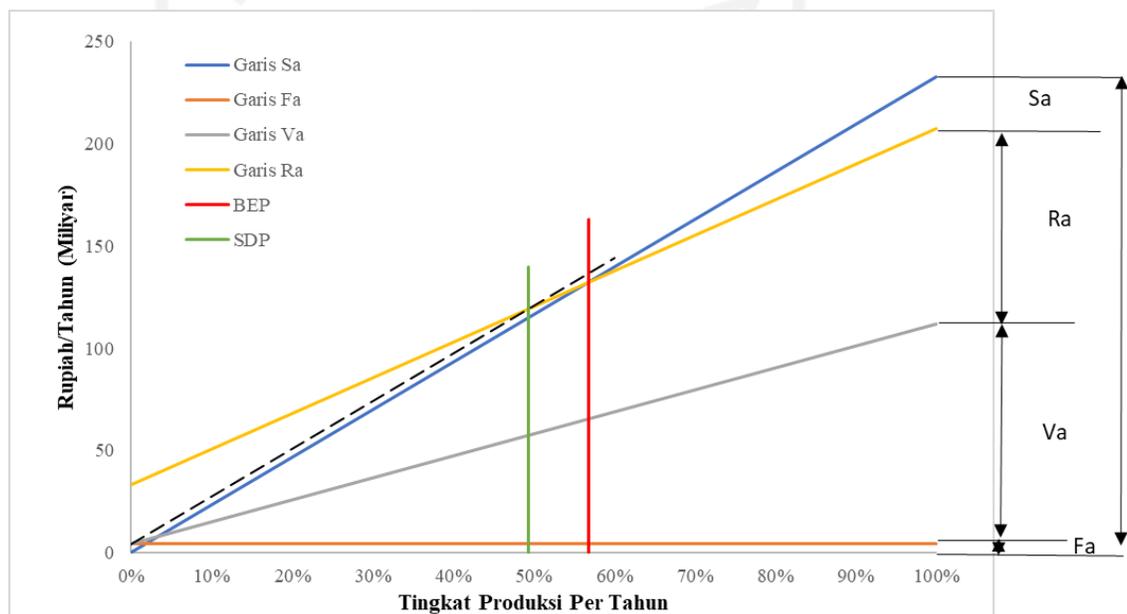
##### 5. *Discounted Cash Flow Rate* (DCFR)

Umur pabrik : 10 tahun

*Fixed capital investment* : Rp 434.686.086.572

*Working capital* : Rp 2.392.664.108.341  
*Salvage value (SV)* : Rp 34.774.886.926  
*Cash flow (CF)* : annual profit + depresiasi + finance  
 : Rp 213.875.838.865

*Discounted cash flow* dihitung secara *trial & error*.  $R = S$ . Dengan *trial & error* diperoleh nilai  $i = 7,80\%$



Gambar 4. 8 Grafik BEP

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1. Kesimpulan**

Pabrik Propilen Glikol dengan kapasitas 30.000 ton/tahun ini membutuhkan bahan baku berupa Propilen Oksida dengan jumlah sebesar 3.274,42 Kg/jam dan Air yang di dapat dari *water system* dengan jumlah sebesar 10.161,99 kg/jam.

Berdasarkan perhitungan utilitas yang dilakukan terhadap kebutuhan air, listrik dan *steam*, didapat bahwa kebutuhan air pabrik secara keseluruhan sebesar 362.384 kg/jam dimana masing-masing terdiri dari kebutuhan air untuk proses sebesar 10.161,99 kg/jam, air pendinginan sebesar 278.318,48 kg/jam, air untuk *steam* sebanyak 8.889,24 kg/jam, proses dan kebutuhan air untuk domestik sebanyak 4.034 kg/hari. Kebutuhan listrik total untuk alat-alat proses dan keperluan lainnya sebesar 1085,644 kW. Dan kebutuhan untuk bahan bakar solar sebesar 147,4882 Kg/Jam.

Selain perhitungan secara teknis, dilakukan juga perhitungan secara ekonomi terhadap tugas perancangan pabrik ini, dan berdasarkan perhitungan evaluasi ekonomi maka pabrik propilen glikol dari propilen oksida dan air dengan kapasitas 30.000 ton/tahun ini digolongkan sebagai pabrik beresiko rendah dan layak untuk didirikan. Dengan hasil sebagai berikut :

1. Keuntungan yang diperoleh :

Keuntungan sebelum pajak Rp 251.655.992.892,544 dan keuntungan setelah pajak Rp 125.827.996.446,27

2. *Return On Investment (ROI)*

Persentase ROI sebelum pajak 57% dan ROI setelah pajak 29%. Syarat ROI sebelum pajak untuk pabrik beresiko rendah minimum 11%.

3. *Pay Out Time (POT)*

POT sebelum pajak selama 1,47 tahun dan POT setelah pajak selama 2,56 tahun. Syarat POT sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan resiko rendah maksimum adalah 5 tahun.

4. *Break Event Point (BEP)* pada 56,839%, dan *Shut Down Point (SDP)* pada 49,384 %.

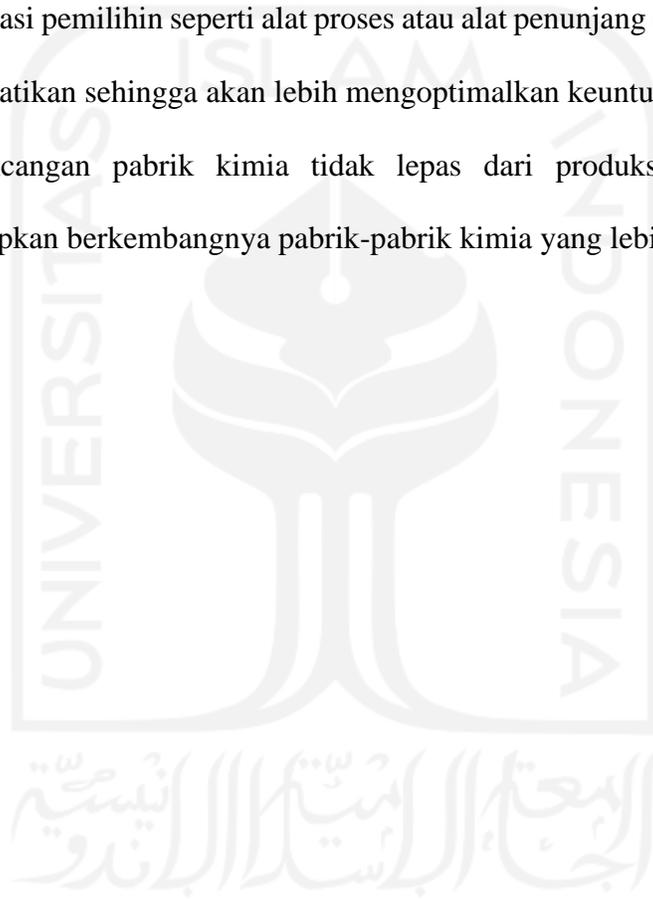
5. *Discounted Cash Flow Rate (DCFR)* sebesar 7,807%. Syarat minimum DCFR adalah diatas suku bunga pinjaman bank yaitu sekitar 1,5 x suku bunga pinjaman bank.

Dari hasil analisa ekonomi diatas dapat disimpulkan bahawa pabrik propilen glikol dari propilen oksida dan air dengan kapasitas 30.000 ton/tahun layak untk dikaji lebih lanjut untuk proses pendirian.

## 5.2.Saran

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

1. Optimasi pemilihin seperti alat proses atau alat penunjang dan bahan baku perlu diperhatikan sehingga akan lebih mengoptimalkan keuntungan yang diperoleh.
2. Prarancangan pabrik kimia tidak lepas dari produksi limbah, sehingga diharapkan berkembangnya pabrik-pabrik kimia yang lebih ramah lingkungan.



**DAFTAR PUSTAKA**

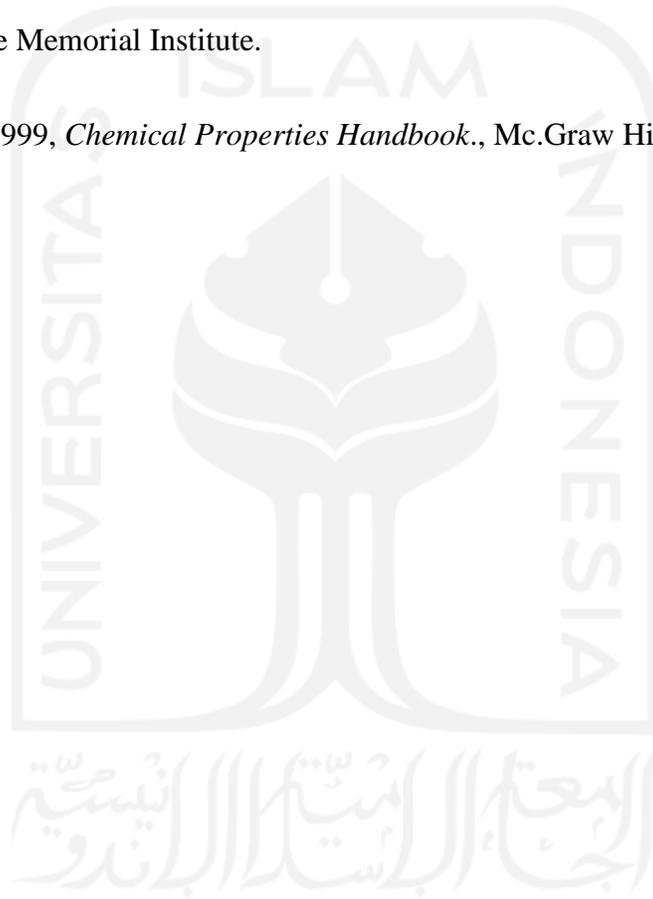
- Alhanash, A., Kozhevnikova, E.F., Kozhevnikov, I.V., 2008. Hydrogenolysis of glycerol to propanediol over Ru: polyoxometalate bifunctional catalyst. *Catalysis Letters* 120, 307.
- Benham A. L. and Kurata Fred., 1955, *Kinetics of Catalyzed and Uncatalyzed Liquid-Phase Hydration of Propylene Oxide.*, A.I.Ch.E Journal
- Brown, G.G., Donal Katz, Foust, A.S., and Schneidewind, R., 1978, *Unit Operation*, Modern Asia Edition, John Wiley and Sons, Inc., New York
- Brownell, L.E., and Young, E.H., 1959, *Process Equipment Design*, John Wiley and Sons, Inc., New York
- Coulson, J.M., and Richardson, J.F., 1983, *Chemical Engineering*, Vol 1 \$ 6, Pergamon Internasional Library, New York
- Kern, D.Q., 1983, *Process Heat Transfer*, Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York
- Kirk, R.E., & Othmer, V.R. (1987). *Encyclopedia Of Chemical Technology*, 4<sup>th</sup> ed. John Wiley & Sons Inc : New York.
- Matches., 2014, *Manufacture of Chemicals, Energy, Materials and Metallurgical Things That Involving Mathematics and Chemistry*. 02 Oktober 2019. <http://www.matche.com/equipcost/Default.html>

- Oh, J., Dash, S., Lee, H., 2011. Selective conversion of glycerol to 1,3-propanediol using Pt-sulfated zirconia. *Green Chemistry* 13, 2004.
- Perry, R.H., and Green, D.W., 1986, *Perry's Chemical Engineer's Handbook*, 6<sup>th</sup> ed., Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York
- Perry, R.H., & Green, D., 1999, *Perry's Chemical Engineers Handbook*, 7<sup>th</sup> ed. McGraw Hill Companies Inc : USA.
- Perry, R.H., & Green, D., 2008, *Perry's Chemical Engineers Handbook*, 8<sup>th</sup> ed. McGraw Hill Companies Inc : USA.
- Peters, M.S., and Timmerhaus, K.D., 1990, *Plant Design and Economics for Chemical Engineers*, 3<sup>rd</sup> Ed., Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York
- Peters, M.S., Klaus D. Timmerhaus and Ronald E. West., 2004, *Plant Design and Economics for Chemical Engineer*, 5<sup>th</sup> Ed., Mc.Graw-Hill., Singapore
- Sara, M., Rouissi, T., Brar, S.K., Blais, J.F., 2016. *Propylene Glycol: An Industrially Important C3 Platform Chemical*. In: Kaur Brar, S., Jyoti Sarma, S., Pakshirajan, K. (Eds.), *Platform Chemical Biorefinery*. Elsevier, pp. 77–100
- Sun, J.Y., Liu, H.C. 2011. Selective hydrogenolysis of biomass derived xylitol to ethylene glycol and propylene glycol on supported Ru catalysts. *Green Chem.* 13, 135–142.

Rase, H.F., and Barrow, H.W., 1957, *Project Engineering of Process Plant.*, John Wiley and Sons., Inc., New York

Werphy, T., Frye, J.J.G., Zacher, A.H., et al., 2003. Hydrogenolysis of 6-carbon Sugars and Other Organic Compounds. PCT patent application WO 03/035582, to Batelle Memorial Institute.

Yaws, C.L., 1999, *Chemical Properties Handbook.*, Mc.Graw Hill., New York.





## REAKTOR

Jenis : Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) / *Continuous Stirred Tank Reactor* dilengkapi dengan koil pendingin.

Fungsi : tempat berlangsungnya proses hidrasi *propylene oxide* menjadi *propylene glycol*

Kondisi operasi : Non-adiabatis non-isotermal

Suhu : 149 °C

Tekanan : 15 atm

Reaksi yang terjadi dalam reaktor:



1. Data sifat fisis
  - Kapasitas panas

Dengan persamaan

$$C_p = A + BT + CT^2 + DT^3$$

Komponen	A	B	C	D
C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O	53,347	5,1543E-01	-1,8029E-03	2,7795E-06
Propionaldehyde	29,204	8,1621E-01	-2,7350E-03	3,7667E-06
H <sub>2</sub> O	92,053	-3,9953E-02	-2,1103E-04	5,3469E-07

(Yaws, 1999)

Didapatkan nilai Cp C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>O = 158,6742661 kJ/Kmol

Cp Propionaldehyde = 169,6578392 kJ/Kmol

Cp H<sub>2</sub>O = 77,79449521 kJ/Kmol

- Densitas

Dengan persamaan

$$\text{densitas} = [B^{-1-c}]^n$$

Komponen	A	B	n	Tc	$\rho$ , kg/m <sup>3</sup>	Xf
C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O	0,31226	0,27634	0,29353	482,250	627,838	0,2431
Propionaldehyde	0,26909	0,24390	0,28600	496,000	610,283	0,0025
H <sub>2</sub> O	0,34710	0,27400	0,28571	647,130	904,239	0,7544

Dengan mengkalikan nilai  $\rho$  setiap komponen dengan fraksi mol (Xf) nya

Didapatkan  $\rho$  campuran C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>O = 152,6268 kg/m<sup>3</sup>

Propionaldehyde = 1,4986 kg/m<sup>3</sup>

H<sub>2</sub>O = 682,1989 kg/m<sup>3</sup>

- Viskositas

Dengan persamaan

$$= + \quad - + + ^2$$

Komponen	A	B	C	D	$\mu$
C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O	-7,2842	9,754E+02	1,743E-02	-1,916E-05	0,0930
Propionaldehide	-9,8172	1,271E+03	2,459E-02	-2,557E-05	0,1041
H <sub>2</sub> O	-10,2158	1,793E+03	1,773E-02	-1,263E-05	0,1839

Dengan mengkalikan nilai  $\mu$  setiap komponen dengan fraksi mol ( $X_f$ ) nya

$$\text{Didapatkan } \mu \text{ campuran C}_3\text{H}_6\text{O} = 0,022604 \text{ cP}$$

$$\text{Propionaldehide} = 0,000256 \text{ cP}$$

$$\text{H}_2\text{O} = 0,138720 \text{ cP}$$

- *Thermal conductivity*

Dengan persamaan

$$\log_{10} k = A + B \left[ 1 - \frac{T}{c} \right]^{-\frac{2}{7}}$$

Didapatkan nilai *thermal conductivity* (k)

Komponen	A	B	C	k (W/m.K)
C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O	-1,5287	1,0014	482,25	0,1082
Propionaldehide	-1,5067	0,9267	496,00	0,1095
H <sub>2</sub> O	-0,2758	4,6120E-03	-5,5391E-06	3,5142

Dengan total k = 3,731902812 W/m.K

## 2. Perhitungan $\Delta T$ adiabatik

Dihitung delta H reaksi standar

Dengan suhu referensi 298 K

Dengan persamaan

$$\Delta H_{298}^{\circ} = \sum_f \Delta H_{f(\text{produk})}^{\circ} - \sum_f \Delta H_{f(\text{reaktan})}^{\circ}$$

Komponen	$\Delta H_f, \text{j/mol}$	Koefisien stokiometri
$\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$	-92.760	-1
$\text{H}_2\text{O}$	-241.800,00	-1
$\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_2$	-421.500,00	1

Koefisien stokiometri diberi tanda positif (+) untuk produk, negatif (-) untuk reaktan

$$\sum \Delta H_f^{\circ}(\text{produk}) = -421.500 \times 1$$

$$= -421500 \text{ J/mol}$$

$$\sum \Delta H_f^{\circ}(\text{reaktan}) = (-92760 \times (-1)) + (-241800 \times (-1))$$

$$= 334560 \text{ J/mol}$$

Dengan menjumlahkan hasil dari  $\Delta H_f^{\circ}$  dikalikan dengan koefisien stokiometri didapatkan hasil:

$$\Delta H_{298}^{\circ} = -86940 \text{ J/mol}$$

Menghitung delta H reaksi pada suhu 149 C

Menghitung integral kapasitas ( $\int C_p$ ) panas dengan persamaan :

$$C_p = A + BT + CT^2 + DT^3$$

Dengan data parameter kapasitas panas :

Komponen	A	B	C	D
$\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$	53.347	5.1543E-01	-1.8029E-03	2.7795E-06
$\text{H}_2\text{O}$	92.053	-3.9953E-02	-2.1103E-04	5.3469E-07
$\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_2$	118.614	6.7283E-01	-1.8377E-03	2.1303E-06

Dengan persamaan:

$$\int_{T_0}^T C_p = \int_{T_0}^T (A + BT + CT^2 + DT^3) dT$$

$$= \left\{ A(T - T_0) + \frac{B}{2}(T^2 - T_0^2) + \frac{C}{3}(T^3 - T_0^3) + \frac{D}{4}(T^4 - T_0^4) \right\}$$

Didapatkan  $C_p \cdot dT \text{ C}_3\text{H}_6\text{O} = 16921,35985 \text{ J/mol}$

$C_p \cdot dT \text{ H}_2\text{O} = 9391,32033 \text{ j/mol}$

$C_p \cdot dT \text{ C}_3\text{H}_8\text{O}_2 = 27608,77917 \text{ J/mol}$

Dengan menjumlahkan hasil perkalian ( $C_p \cdot dT$ ) dengan koefisien stokiometri

didapatkan hasil = 1296,098988 j/mol

Delta H reaksi pada 149 °C dapat di hitung

$$\Delta H^{\circ} = \Delta H^{\circ}_{29} + (C_p \cdot dT) v_i$$

$\Delta H^{\circ} = -85643,90101 \text{ kJ/mol}$

= -85643,90101 kJ/kmol

= -85,64390101 kJ/mol

Karena nilai delta H negatif dapat di pastikan reaksi yang terjadi adalah reaksi

eksotermis

Maka dapat dihitung  $\Delta T$  Adiabatis :

Konversi = 92%

$T_{ref} = 298 \text{ K}$

$T_{in} = 422 \text{ K}$

$T_{out} = 506,19 \text{ K}$

Didapatkan hasil perhitungan:

Komponen	$\Delta H_{in}$ , kJ	$\Delta H_{reaksi}$ , kJ	$\Delta h_{out}$ , kJ	$\Delta h_{out}$ , kJ
$C_3H_6O$	-1110797.1			-149200.2
Propionaldehyde	-11996.8			-20142.4
$H_2O$	-5445993.5			-8302477.4
$C_3H_8O_2$	0.0			-2545232.5
Total	-6568787.5	-4448265.0	-11017052.5	-11017052.5
			Teoritis	Hitung

Maka selisih antara  $\Delta h_{out}$  teoritis dan  $\Delta h_{out}$  hitung =  $4.39584E-07$

Lalu dilakukan goal seek pada nilai selisih menjadi 0 dengan mengubah nilai  $T_{out}$  didapatkan nilai  $T_{out} = 506,19K$

Maka nilai  $\Delta T$  adiabatis dapat dihitung dengan

$$\Delta T_{adiabatis} = T_{out} - T_{in}$$

$$= 506,19 \text{ K} - 422 \text{ K}$$

$$= 84,19 \text{ K}$$

Dengan mempertimbangkan hasil perhitungan diatas dipilih kondisi operasi pada reaktor RATB adalah Non-adiabatis, isothermal.

## 3. Perhitungan laju alir volumetris

Dihitung densitas umpan

Menggunakan persamaan

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

Dengan suhu 422 K didapatkan hasil perhitungan

Komponen	A	B	n	Tc	$\rho$ , kg/m <sup>3</sup>
C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O	0,3123	0,2763	0,2935	482,2500	627.838
Propionaldehyde	0,2691	0,2439	0,2860	496,0000	610.283
H <sub>2</sub> O	0,3471	0,2740	0,2857	647,1300	904.239

Lalu dengan persamaan

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

Didapatkan hasil perhitungan

Komponen	kg/jam	$\rho$ camp (kg/m <sup>3</sup> )	Fv = m/ $\rho$ (m <sup>3</sup> /jam)	Fv (l/jam)
C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O	3274.420	152.627	21.454	21453.775
Propionaldehyde	33.075	1.499	22.071	22070.889
H <sub>2</sub> O	10161.993	682.199	14.896	14895.938
total			58.421	58420.601

## 4. Perhitungan konstanta laju reaksi

Dengan persamaan yang di dapat dari literatur

Arrhenius constants

$$k_1 = A e^{\frac{-E}{RT}}$$

Feed ratio, $R_1$ lb. H <sub>2</sub> O	A, lb. mole (cu. ft.) (sec.)	Energy of activation, E, B.t.u. lb. mole
10.0	$1.868 \times 10^5$	$25.6 \times 10^3$
5.0	$1.125 \times 10^5$	$25.6 \times 10^3$
2.5	$0.668 \times 10^5$	$25.6 \times 10^3$

(Benham and Kurata, 1955)

Dipilih ratio umpan H<sub>2</sub>O/Propilen oxide = 10/1

Nilai A =  $1,868 \times 10^5$

Nilai E =  $25,6 \times 10^3$

T = 300 F

= 760 R

Maka dapat dihitung harga k

= 0,008034085 lbmole/cuft. Sec

= 463,4937629 kmol/m<sup>3</sup> jam

= 0,463493763 kmol/l jam

Lalu didapatkan persamaan dari literatur

$$-r_A = k y_A$$

(Benham & Kurata, 1955)

Dengan  $y_A$  = fraksi mol A



A = propilen glikol, B = Air, C = Propilen glikol, D sebagai inert

Komponen	Mula-mula	Reaksi	Sisa
A	$F_{A0}$	$F_{A0} \cdot X_A$	$F_A = F_{A0} \cdot (1 - X_A)$
B	$F_{B0}$	$F_{A0} \cdot X_A$	$F_B = F_{B0} - F_{A0} \cdot X_A$
C	$F_{C0}$	$F_{A0} \cdot X_A$	$F_C = F_{C0} + F_{A0} \cdot X_A$
D	$F_{D0}$		$F_D = F_{D0}$
Total	$F_{T0}$		$F_T = F_A + F_B + F_C + F_D$

$$F_{T0} = F_{A0} + F_{B0} + F_{C0} + F_{D0}$$

$$F_T = F_{A0} - F_{A0} X_A + F_{B0} - F_{A0} X_A + F_{C0} + F_{A0} X_A + F_{D0}$$

$$F_T = F_{A0} + F_{B0} + F_{C0} + F_{D0} - F_{A0} X_A$$

$$F_T = F_{T0} - F_{A0} X_A$$

$$y_A = \frac{F_A}{F_T} = \frac{F_{A0}(1 - X_A)}{F_{T0} - F_{A0} X_A}$$

Maka dapat dihitung laju reaksi dengan persamaan

$$-r_A = k \cdot \frac{F_{A0}(1 - X_A)}{F_{T0} - F_{A0} X_A}$$

Dimana

$$k = 0,463493763 \text{ kmol/L jam}$$

$$F_{A0} = 56,45551608 \text{ kmol/jam}$$

$$F_{T0} = 621,5809346 \text{ kmol/jam}$$

$$X_A = 92\%$$

$$\text{Didapatkan nilai } r_A = 0,003674839 \text{ kmol/L. jam}$$

#### 5. Perancangan Volume reaktor

Rumus mencari volume cairan

$$V = \frac{F_{A0} X_A}{(-r_A)}$$

Dimana

$$F_{A0} = 56,45551608 \text{ kmol/jam}$$

$$X_A = 92\%$$

$$r_A = 0,003674839 \text{ kmol/L jam}$$

$$\text{Didapatkan Volume Cairan} = 14133,69912 \text{ L} = 14,13369912 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{cairan}} + \text{over design} = 16,96043894 \text{ m}^3$$

## 6. Perancangan dimensi reaktor

Dipilih perbandingan diameter dan tinggi reaktor 2 : 1.

$$(D : H = 2 : 1)$$

Dengan menggunakan persamaan:

$$\begin{aligned} V_{\text{shell}} &= \frac{\pi D^2}{4} \cdot H \\ &= \frac{\pi D^2}{4} \cdot 2D \\ &= \sqrt[3]{\frac{2V_{\text{ume}}}{\pi}} \end{aligned}$$

Maka didapatkan dimensi reaktor sebagai berikut:

Diameter : 2,2106 m

Tinggi : 4,4212 m

Maka dapat dihitung volume reaktor

Dengan menggunakan persamaan:

$$V_{\text{dish}} = 0,000076 ID^3$$

$$V_{\text{sf}} = \frac{\pi}{4} \cdot 2 \cdot \frac{sf}{4}$$

$$V_{\text{head}} = 2 (V_{\text{dish}} + V_{\text{sf}})$$

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

Dengan dipilih nilai sf = 2 in

Didapat hasil;

$$V_{\text{dish}} = 50,1015 \text{ in}^3$$

$$V_{\text{sf}} = 82,5839 \text{ in}^3$$

$$V_{\text{reaktor}} = 16,9648 \text{ m}^3$$

Lalu dihitung tebal dinding (shell) reaktor

Persamaan yang digunakan:

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

(Eq.13-1, hal 254, Brownell and Young, 1959)

Dimana :

$t_s$  : tebal dinding shell, in

$P$  : tekanan design = 267,4465 psi

$r$  : jari-jari reaktor = 43,5160 in

$E$  : efisiensi sambungan las = 85%

$f$  : tekanan maksimal yang diizinkan = 2250 psi

$C$  : korosi yang diizinkan = 0,125 in

Sehingga diperoleh tebal *shell* = 0,7387 in

Sehingga diperoleh tebal *shell* standar = 0,7500 in (Brownell and Young, hal

88)

Maka total tinggi reactor dihitung

Dengan rumus

$$H_{\text{ruang kosong}} = \frac{H_{s\text{Zell}}}{5}$$

$$H_{\text{total}} = H_{\text{shell}} + H_{\text{head}} + H_{\text{bottom}} + H_{\text{ruang kosong}}$$

Didapatkan hasil:

$$H_{\text{ruang kosong}} = 0,88424 \text{ m}$$

$$H_{\text{total}} = 6,6521 \text{ m}$$

$$= 261,8921824 \text{ in}$$

## 7. Perancangan head

Dipilih bentuk *Elliptical dished head*

Menghitung Volume Head

$$V_{\text{head}} = 2 (V_{\text{dish}} + V_{\text{sf}})$$

$$V_{\text{head}} = 265,3707 \text{ in}^3$$

Menghitung Volume bottom, Volume cairan dan Tinggi cairan

Dengan menggunakan persamaan:

$$V_{\text{bottom}} = 0,5 \cdot V_{\text{head}}$$

$$V_{\text{cairan}} = V_{s\text{Zell}} - V_{\text{bottom}}$$

$$= \frac{4 \cdot V_{\text{cairan}}}{\pi \cdot D^2}$$

Didapat hasil;

$$V_{\text{bottom}} = 0,0022 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{cairan}} = 16,9583 \text{ m}^3$$

$$H_{\text{cairan}} = 4,4207 \text{ m}$$

Lalu dihitung tebal *head* menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$t_h = \frac{P \cdot d \cdot V}{(2fE - 0,2P)} + V = \frac{1}{6} \cdot (2 + k^2)$$

(Eq. 7.56& 7.57, Hal =. 133, Brownell & Young)

Sehingga diperoleh:

$V$  (*stress-intensification factor*) sebesar 1 in.

Tebal *head* sebesar 0,7344 in

Tebal *head* standar sebesar 0,7500 in (Brownell and Young, hal 90)

Dengan tebal *head* standar sebesar 0,7500 in

Dipilih  $sf = 4$  in (Brownell & young table 5.4, hal 87)

Dengan rumus

$$b = \frac{ID}{4}$$

Tinggi head (OA) = tebal head + b + sf

Tinggi bottom = tinggi head

Didapatkan hasil :

Tinggi head = 0,6733 m

Tinggi bottom = 0,6733 m

#### 8. Perancangan pengaduk reaktor

Jenis : 6 *blade standart disk turbine* (Brown fig 477).

Dipilih jenis pengaduk ini karena dapat digunakan untuk campuran berviskositas < 10000 cp. Berikut merupakan spesifikasi pengaduk dari reaktor:

- Di (diameter *impeller*) = (1/3)\*ID standar = 0,7369 m
- w (lebar *impeller*) = (0,17)\*Di = 0,1253 m
- L (lebar *baffle*) = (0,25)\*Di = 0,1842 m
- Zi (Ketinggian *impeller* dari dasar tangki) = (1,3)\*Di = 0,9579 m

Menghitung Jumlah *impeller*

Dengan nilai  $D_{shell} = 2,2106$  m , dipilih jumlah *impeller* 2 buah

Menghitung kecepatan pengaduk dalam reaktor

Digunakan persamaan :

$$N = \left( \frac{600}{\pi \cdot i} \right) \times \left( \sqrt{\frac{WELH}{2 \cdot i}} \right)$$

$$WELH = Z \times \left( \frac{\rho_{campuran}}{\rho_{air}} \right)$$

Dimana :

WELH: *water equivalent liquid height*

Di : diameter pengaduk , ft

$N$  : kecepatan putaran pengaduk, rpm

$ZL$  : tinggi cairan dalam tangki, m

maka didapatkan kecepatan pengaduk sebesar:

$$N = 410,7244 \text{ rpm}$$

$$N = 6,8454 \text{ rps}$$

$$N_{\text{standar}} = 320 \text{ rpm (Wallas, hal 288)}$$

$$N_{\text{standar}} = 5,3333 \text{ rps}$$

Menghitung bilangan Reynold dan power pengadukan

Dengan rumus :

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

$$Pa = \frac{N^3 \times i^5 \times \rho \times Np}{550 \times c}$$

$$P = \frac{Pa}{\eta}$$

Dengan nilai bilangan Reynold = 8704648,3085

Didapatkan nilai  $Np = 7$  (Brown fig.477)

Maka dapat dihitung nilai  $Pa = 84,4163 \text{ Hp}$

Dari nilai  $Pa$  yg telah di hitung didapat  $\eta = 90\%$  (Peters & Timmerhaus, 521)

$$P = 656,9211 \text{ Hp}$$

$P$  standar NEMA = 200 Hp (Rase and Barrow, 358)

9. Perancangan koil pendingin

Menghitung kebutuhan air pendingin

Dengan Suhu fluida dingin masuk = 30°C

Suhu fluida dingin keluar = 55°C

Didapatkan  $\int C_p \cdot dT$  air = 1881.2282 kJ/kmol

Dengan nilai Q air pendingin sebesar = 4455287,248 kJ/jam

Dapat dihitung kebutuhan air pendingin = 2368.2864 kmol/jam

$$= 42629.1554 \text{ kg/jam}$$

$$= 93981.1942 \text{ lb/jam}$$

Menghitung  $\Delta T_{LMTD}$

Dengan suhu fluida panas masuk & keluar = 300 °F

Didapatkan nilai  $\Delta T_2 = 214,2$  °F

$$\Delta T_1 = 169,2 \text{ °F}$$

Dihitung nilai  $\Delta T_{LMTD}$  menggunakan persamaan

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

$$\Delta T_{LMTD} = 190.8165 \text{ °F}$$

Menghitung luas transfer panas

Dengan persamaan

$$A = \frac{Q}{Ud \times \Delta T_{LMTD}}$$

Untuk fluida panas light organics (viskositasnya < 1cP) dan fluida dingin air,  
nilai Ud = 75 – 150 Btu/ft<sup>2</sup> °F.jam (kern table 8 pg 840)

diambil nilai Ud = 75 Btu/ft<sup>2</sup> °F.jam

$$A = 295.0634\text{ft}^2$$

$$A = 27.4123\text{m}^2$$

Menghitung luas selubung reactor

Dengan persamaan

$$L = \pi \times D \times H$$

$$\text{Didapatkan } H = 30,6891 \text{ m}^2$$

Karena nilai luas transfer panas mendekati luas selubung reactor maka dipilih koil

Menghitung kecepatan volumetric air pendingin

Dengan  $\rho_{\text{air}}$  pada suhu rata rata = 988,0360 Kg/ m<sup>3</sup> (Perry 1984 tabel 2-355)

Didapatkan kecepatan volumetric air = 43.1453m<sup>3</sup>/jam

Menentukan diameter minimum koil

Dengan kecepatan pendingin 10 m/s (Coulson, hal 534)

Didapatkan luas penampang (A) = 0,0010 m<sup>2</sup>

$$\text{Dengan persamaan } A = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$$

Didapatkan ID = 0.0391 m

$$= 1.5383\text{in}$$

Dengan nilai ID diatas didapatkan

$$IPS = 1,5 \text{ in (Kern table 11, hal 844)}$$

$$\text{Schedule number} = 40 \text{ (Kern table 11, hal 844)}$$

$$OD = 1,900 \text{ in (Kern table 11, hal 844)}$$

$$ID = 1,61 \text{ in (Kern table 11, hal 844)}$$

$$A' = 2,0400 \text{ in}^2 \text{ (Kern table 11, hal 844)}$$

$$a'' = 0,4980 \text{ ft}^2/\text{ft} \text{ (Kern table 11, hal 844)}$$

Menghitung Bilangan Reynold

$$\text{Dengan persamaan } Re = ID \times \frac{Gt}{\mu}$$

$$\text{Dan nilai } Gt = 6633966.6495 \text{ lb/ft}^2 \cdot \text{jam}$$

$$\text{Didapatkan nilai } Re = 552949.6225$$

Menghitung hi

Dengan persamaan

$$jH = \frac{h_i}{k} \left( \frac{Cp \cdot \mu}{k} \right)^{-1/3} \left( \frac{\mu}{\mu \cdot w} \right)^{-0,14}$$

$$\text{Dengan nilai } Re \text{ diatas di dapatkan } jH = 900 \text{ (Kern fig.24, hal 834)}$$

$$\text{Didapatkan } hi = 34009,9339 \text{ Btu/ft}^2 \cdot \text{jam} \cdot ^\circ\text{F}$$

Menghitung hio

Dengan persamaan

$$h_o = h_i \times \frac{ID}{OD}$$

Didapatkan  $h_{io} = 28818,9440 \text{ Btu/ft}^2\text{.jam.}^\circ\text{F}$

Untuk koil, harga  $h_{io}$  harus dikoreksi dengan faktor koreksi:

$$h_{io_{koil}} = h_{io_{pp}} \left( 1 + 3,5 \frac{D_{koil}}{D_{spiral}} \right)$$

(Kern , hal 721)

Diambil  $D_{spiral}$  koil = 70% diameter tangka

Didapatkan  $h_{io}$  koil = 31484,5451 Btu/ft<sup>2</sup>.jam.°F

Menentukan  $h_o$

Digunakan persamaan

$$h_o = 0,87 \left( \frac{k}{D} \right) \left( \frac{Lp^2 \cdot N \cdot \rho}{\mu} \right)^{\frac{2}{3}} \left( \frac{Cp \cdot \mu}{k} \right)^{\frac{1}{3}} \left( \frac{1}{\mu \cdot w} \right)^{0,4}$$

(Kern pers 20.4, hal722)

dimana

$$Lp = Di = 2,4176 \text{ ft}$$

$$N_{standar} = 320 \text{ rpm}$$

$$\text{Viskositas } (\mu) = 0,1616 \text{ cP}$$

$$\text{Kapasitas panas } (Cp) = 3,9329 \text{ Kj/kg}$$

$$\text{Thermal conductivity } (K) = 2,1563 \text{ Btu/ft.jam.}^\circ\text{F}$$

$$OD = 1,900 \text{ in}$$

$$D = 87,0320 \text{ in}$$

$$\mu/\mu_w = 1$$

Didapatkan nilai  $h_o = 8711,7536 \text{ Btu/ft.jam.}^\circ\text{F}$

Menentukan  $U_c$

Dengan persamaan

$$U_c = \frac{h_o \times h_i}{h_o + h_i}$$

Didapatkan nilai  $U_c = 6689,5516 \text{ Btu/ft}^2.\text{jam.}^\circ\text{F}$

Menentukan  $U_d$

Dengan persamaan

$$U_d = \frac{h_D \times U_c}{h_D + U_c}$$

Untuk kecepatan air 10 m/s, maka nilai  $R_d = 0,001$  (Kern table 12, hal 845)

Sehingga diperoleh nilai  $h_d = 1000 \text{ Btu/ft}^2.\text{jam.}^\circ\text{F}$

$U_d = 869,9534 \text{ Btu/ft}^2.\text{jam.}^\circ\text{F}$

Menentukan Luas bidang transfer panas

Dengan persamaan

$$A = \frac{Q_{total}}{U_d \times \Delta T_{LMTD}}$$

Didapatkan nilai  $A = 25.4432 \text{ ft}^2$

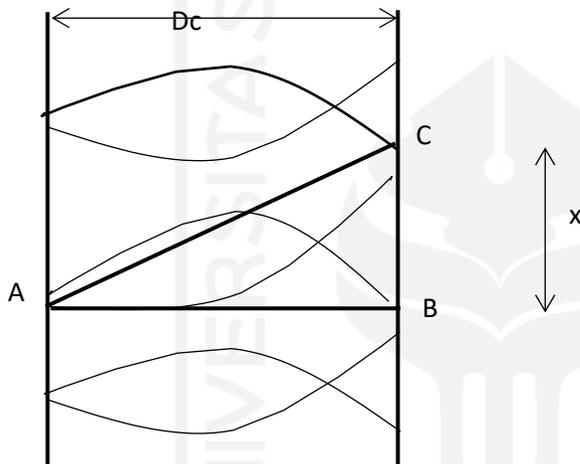
Menentukan Panjang koil

Dengan persamaan

$$L \text{ pipa koil} = \frac{A}{a''}$$

Didapatkan Panjang koil = 15.5725 m

Menentukan lengkukan koil



Dengan  $D_c = 60,9224$  in

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

Diambil  $x = 0,5 \times OD$

Klilitan =  $1/2\pi D_c + 1/2\pi AC$

Klilitan = 5.9003 m

Maka dapat dihitung

$$N_{lilitan} = \frac{L_{pipa\ koil}}{K_{lilitan}}$$

$$N_{lilitan} = 2,5832$$

$$= 3 \text{ buah}$$

Menentukan Tinggi tumpukan dan Tinggi cairan setelah ada koil

Dengan persamaan

$$\text{Tinggi tumpukan koil} = x (N_{lilitan} - 1) + OD (N_{lilitan})$$

$$\text{Tinggi tumpukan koil} = 0.1930 \text{ m}$$

Menentukan *pressure drop*

Dengan persamaan

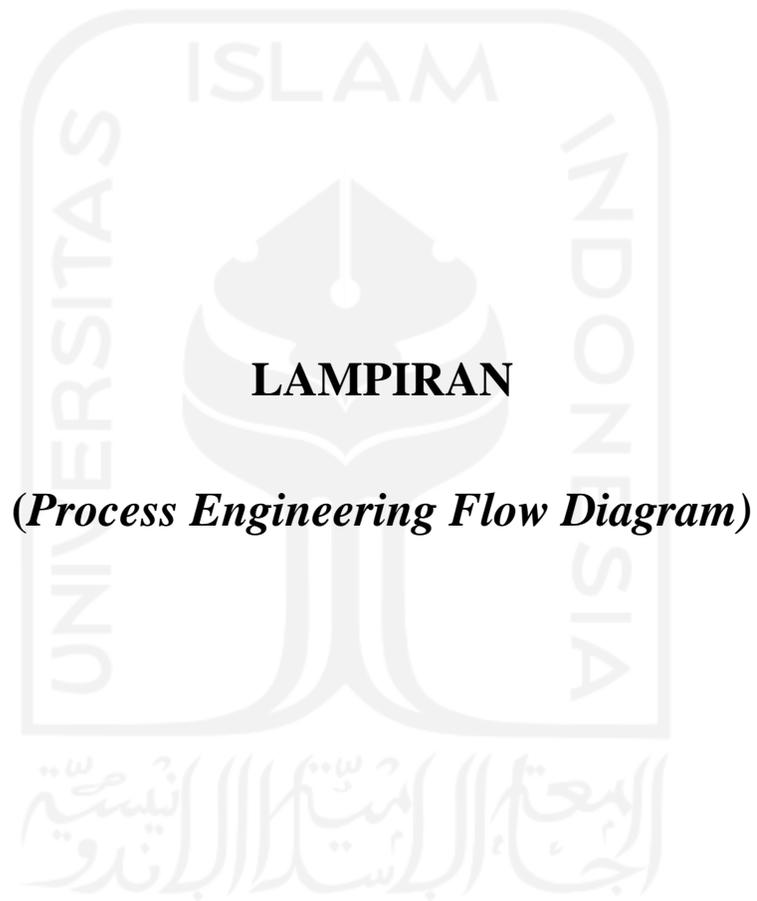
$$\text{Faktor friksi, } (f) = 0,0035 + \frac{0,264}{Re^{0,42}}$$

$$\text{Didapatkan nilai } (f) = 0,0046 \text{ ft}^2/\text{in}^2$$

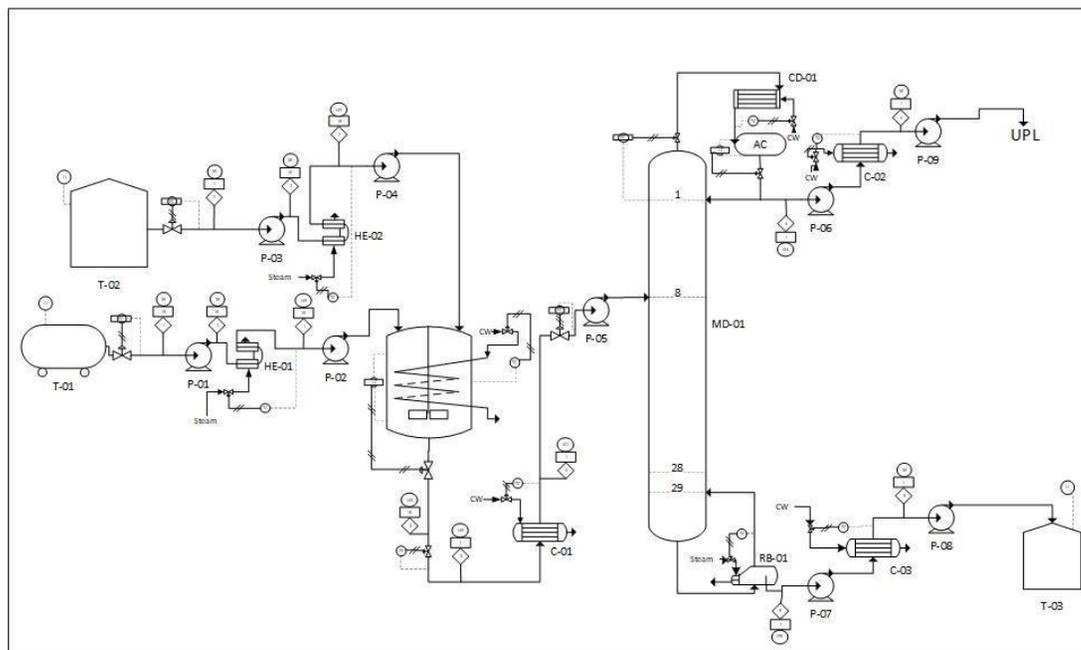
Maka dapat dihitung *pressure drop* dengan persamaan

$$\Delta Pt = \frac{f \times v^2 \times L}{5,22 \times 10^{10} \times ID \times s \times \theta t}$$

$$\Delta Pt = 0,2508 \text{ psi}$$



**PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM**  
**PABRIK PROPYLENE GLYCOL ( C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>O<sub>2</sub> ) DARI PROPYLENE OKSIDA ( C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>O ) DAN AIR ( H<sub>2</sub>O )**  
**DENGAN KAPASITAS 30.000 TON/TAHUN**



**Keterangan Simbol :**

- : Temperatur (°C)
- : Tekanan (atm)
- ◇ : Nomor Arus
- ⊗ : Control Valve
- ⊗ : Arus Pneumatic
- : Arus Proses
- ⋯ : Arus Sinyal Listrik
- : Temperature Control
- ⊞ : Flow Controller
- ⊞ : Level Control
- : Level Indicator

**Keterangan Alat :**

- |                       |                      |
|-----------------------|----------------------|
| T = Tangki            | RB = Reboiler        |
| R = Reaktor           | CD = Condensor       |
| C = Cooler            | AC = Accumulator     |
| P = Pompa             | EV = Expansion valve |
| MD = Menara Distilasi |                      |
| HE = Heater           |                      |



JURUSAN TEKNIK KIMIA  
 FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 YOGYAKARTA

**PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM**  
**PABRIK PROPYLENE GLYCOL ( C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>O<sub>2</sub> ) DARI**  
**PROPYLENE OKSIDA ( C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>O ) DAN AIR ( H<sub>2</sub>O )**  
**DENGAN KAPASITAS 30.000 TON/TAHUN**

Disusun oleh:

- |                    |          |
|--------------------|----------|
| 1. M. Abyan razaki | 15521057 |
| 2. Abu bakar       | 15521163 |

Dosen Pembimbing:

1. Ir. Pratikno Hidayat, M.Sc
2. Dyah Retno Sawitri, ST.,MEng

Komponen	Satuan	Nomor arus				
		1	2	3	4	5
C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O	kg/jam	3.274,42		261,95	261,95	
Propionaldehyde	kg/jam	33,07		33,074	33,07	
H <sub>2</sub> O	kg/jam		10.161,99	9.227,09	9189,21	37,88
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>	kg/jam			3.947,37	197,36	3750
<b>Total</b>	<b>kg/jam</b>	<b>3.307,49</b>	<b>10.161,99</b>	<b>13.469,49</b>	<b>9681,60</b>	<b>3787,88</b>



**LAMPIRAN**  
**(BLANKO KONSULTASI)**



Nomor : 092/KaProdi/20/TK/IV/2020  
Lamp : -  
Hal : **Surat Tugas Perpanjangan Bimbingan Prarancangan**

Yth. Bapak/Ibu Dosen  
**Pratikno Hidayat, Ir., M.Sc.**  
Program Studi Teknik Kimia  
Fakultas Teknologi Industri UII  
Yogyakarta

*Assalamu'alaikum Warahmatullaahi Wabarakaatuh*

Dengan ini kami sampaikan bahwa mahasiswa tersebut di bawah ini:

1. Nama : M Abyan Razaki  
Nomor Mhs : 15521057
2. Nama : Abu Bakar  
Nomor Mhs : 15521163

akan melakukan perpanjangan bimbingan Prarancangan. Sehubungan dengan hal tersebut terhitung mulai tanggal **01 April 2020** sampai dengan **28 September 2020** kami menugaskan kepada bapak ibu dosen sebagai **Dosen Pembimbing Prarancangan** mahasiswa tersebut di atas.

Demikian permohonan kami sampaikan, atas perhatian dan kesediaan Bapak/Ibu dosen kami ucapkan terima kasih.

*Wassalamu'alaikum Warahmatullaahi Wabarakaatuh*



Yogyakarta, 27 April 2020  
Ketua Program Studi,

**Dr. Suharno Rusdi**  
NIK. 845210102

**KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN**

1. Nama Mahasiswa : M. Abyan Razaki  
 NIM : 15521057
2. Nama Mahasiswa : Abu Bakar  
 NIM : 15521163
- Judul Prarancangan : PRARANCANGAN PABRIK PROPILEN GLIKOL DARI PROPILEN  
 OKSIDA DAN AIR DENGAN KAPASITAS 30.000TON/TAHUN

Mulai Masa Bimbingan : 1 Oktober 2019

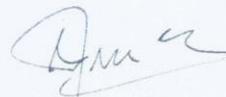
Batas Akhir Bimbingan : 29 Maret 2020

NO	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1.	20 September 2019	Konsultasi Judul Tugas Akhir	
2.	22 Spetember 2019	Konsultasi Kapasitas Produksi	
3.	18 Mei 2019	Konsultasi Layout plan	
4.	19 Mei 2019	Konsultasi Utilitas	
5.	20 Mei 2019	Konsultasi Utilitas	
6.	22 Mei 2020	Konsultasi Evaluasi Ekonomi 1	
7.	27 Juni 2020	Konsultasi Evaluasi Ekonomi 2	
8.	2 Juni 2020	Konsultasi Naskah Secara Keseluruhan	

**Disetujui Draft Penulisan:**

Yogyakarta, 10 Juni 2020

**Pembimbing,**



**Ir. Pratikno Hidayat, M.Sc.**



Nomor : 092/KaProdi/20/TK/IV/2020  
 Lamp : -  
 Hal : **Surat Tugas Pembimbing Prarancangan**

Yth. Bapak/Ibu Dosen  
**Dyah Retno Sawitri, S.T., M.Eng.**  
 Program Studi Teknik Kimia  
 Fakultas Teknologi Industri UII  
 Yogyakarta

*Assalamu'alaikum Warahmatullaahi Wabarakaatuh*

Dengan ini kami sampaikan bahwa mahasiswa tersebut di bawah ini:

1. Nama : M Abyan Razaki  
 Nomor Mhs : 15521057
2. Nama : Abu Bakar  
 Nomor Mhs : 15521163

melakukan perpanjangan bimbingan Prarancangan. Sehubungan dengan hal tersebut terhitung mulai tanggal **01 April 2020** sampai dengan **28 September 2020** kami menugaskan kepada bapak ibu dosen sebagai **Dosen Pembimbing 2 Prarancangan** mahasiswa tersebut di atas.

Demikian permohonan kami sampaikan, atas perhatian dan kesediaan Bapak/Ibu dosen kami ucapkan terima kasih.

*Wassalamu'alaikum Warahmatullaahi Wabarakaatuh*



Yogyakarta, 27 April 2020  
 Ketua Program Studi,

**Dr. Suharno Rusdi**  
 NIK. 845210102

**KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN**

1. Nama Mahasiswa : M. Abyan Razaki  
 NIM : 15521057
2. Nama Mahasiswa : Abu Bakar  
 NIM : 15521163
- Judul Prarancangan : PRARANCANGAN PABRIK PROPYLEN GLIKOL DARI PROPYLEN  
 OKSIDA DAN AIR DENGAN KAPASITAS 30.000TON/TAHUN

Mulai Masa Bimbingan : 1 Oktober 2019

Batas Akhir Bimbingan : 29 Maret 2020

NO	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1.	25 September 2019	Judul Tugas Akhir	<i>R</i>
2.	30 Oktober 2019	Bab 1	<i>R</i> <i>R</i>
3.	19 November 2019	Spesifikasi Bahan Baku	<i>R</i> <i>R</i>
4.	10 Desember 2020	Tinjauan proses	<i>R</i> <i>R</i>
5.	11 Februari 2020	Neraca Massa 1	<i>R</i> <i>R</i>
6.	12 Maret 2020	Neraca Massa 2	<i>R</i> <i>R</i>
7.	24 Maret 2020	Neraca Massa 3	<i>R</i> <i>R</i>
8.	29 Maret 2020	Neraca Massa 4	<i>R</i> <i>R</i>
9.	2 April 2020	Pemilihan Alat	<i>R</i> <i>R</i>
10	15 April 2020	Rancangan Reaktor 1	<i>R</i> <i>R</i>
11.	16 April 2020	Naskah Bab 1	<i>R</i> <i>R</i>
12.	18 April 2020	Naskah Bab 2	<i>R</i> <i>R</i>
13.	20 April 2020	Rancangan Alat Besar 1	<i>R</i> <i>R</i>
14.	5 Mei 2020	Rancangan Alat Besar 2	<i>R</i> <i>R</i>
15.	12 Mei 2020	Rancangan Alat Kecil	<i>R</i> <i>R</i>
16.	16 Mei 2020	Naskah Bab 3	<i>R</i> <i>R</i>
17.	18 Mei 2020	PEFD	<i>R</i> <i>R</i>
18.	20 Mei 2020	Utilitas	<i>R</i> <i>R</i>
19.	21 Mei 2020	Evaluasi Ekonomi 1	<i>R</i> <i>R</i>
20.	28 Mei 2020	Evaluasi Ekonomi 2	<i>R</i> <i>R</i>
21.	29 Mei 2020	Naskah keseluruhan 1	<i>R</i> <i>R</i>
22.	1 Juni 2020	Naskah keseluruhan 2	<i>R</i> <i>R</i>

Disetujui Draft Penulisan:

Yogyakarta, 31 Mei 2020

Pembimbing,

Dyah Retno Sawitri, S.T., M.Eng



Nomor : 001/KaProdi/20/TK/I/2021  
 Lamp : -  
 Hal : **Surat Tugas Perpanjangan Bimbingan TA Prarancangan Pabrik**

Yth. Bapak/Ibu Dosen  
**Pratikno Hidayat, Ir., M.Sc.**  
 Program Studi Teknik Kimia  
 Fakultas Teknologi Industri UII  
 Yogyakarta

*Assalamu'alaikum Warahmatullaahi Wabarakaatuh*

Dengan ini kami sampaikan bahwa mahasiswa tersebut di bawah ini:

1. Nama : Abu Bakar  
 Nomor Mhs : 15521163
2. Nama :  
 Nomor Mhs :

akan melakukan perpanjangan bimbingan TA Prarancangan Pabrik. Sehubungan dengan hal tersebut terhitung mulai tanggal **29 September 2020** sampai dengan **28 Maret 2021** kami menugaskan kepada bapak ibu dosen sebagai **Dosen Pembimbing 1 TA Prarancangan Pabrik** mahasiswa tersebut di atas.

Demikian permohonan kami sampaikan, atas perhatian dan kesediaan Bapak/Ibu dosen kami ucapkan terima kasih.

*Wassalamu'alaikum Warahmatullaahi Wabarakaatuh*

Yogyakarta, 04 Januari 2021  
 Ketua Program Studi,  
  
**Dr. Suharno Rusdi**  
 NIK. 845210102





Nomor : 001/KaProdi/20/TK/I/2021  
 Lamp : -  
 Hal : **Surat Tugas Pembimbing Prarancangan**

Yth. Bapak/Ibu Dosen  
**Dyah Retno Sawitri, S.T., M.Eng.**  
 Program Studi Teknik Kimia  
 Fakultas Teknologi Industri UII  
 Yogyakarta

*Assalamu'alaikum Warahmatullaahi Wabarakaatuh*

Dengan ini kami sampaikan bahwa mahasiswa tersebut di bawah ini:

1. Nama : Abu Bakar  
 Nomor Mhs : 15521163
2. Nama :  
 Nomor Mhs :

melakukan perpanjangan bimbingan Prarancangan. Sehubungan dengan hal tersebut terhitung mulai tanggal **29 September 2020** sampai dengan **28 Maret 2021** kami menugaskan kepada bapak ibu dosen sebagai **Dosen Pembimbing 2 Prarancangan** mahasiswa tersebut di atas.

Demikian permohonan kami sampaikan, atas perhatian dan kesediaan Bapak/Ibu dosen kami ucapkan terima kasih.

*Wassalamu'alaikum Warahmatullaahi Wabarakaatuh*

Yogyakarta, 04 Januari 2021  
 Ketua Program Studi,

**Dr. Suharno Rusdi**  
 NIK. 845210102



Nomor : 001/KaProdi/20/TK/II/2021  
 Lamp : -  
 Hal : **Surat Tugas Perpanjangan Bimbingan Prarancangan**

Yth. Bapak/Ibu Dosen  
**Pratikno Hidayat, Ir., M.Sc.**  
 Program Studi Teknik Kimia  
 Fakultas Teknologi Industri UII  
 Yogyakarta

*Assalamu'alaikum Warahmatullaahi Wabarakaatuh*

Dengan ini kami sampaikan bahwa mahasiswa tersebut di bawah ini:

1. Nama : Abu Bakar  
 Nomor Mhs : 15521163
2. Nama :  
 Nomor Mhs :

akan melakukan perpanjangan bimbingan Prarancangan. Sehubungan dengan hal tersebut terhitung mulai tanggal **29 September 2020** sampai dengan **28 Maret 2021** kami menugaskan kepada bapak ibu dosen sebagai **Dosen Pembimbing Prarancangan** mahasiswa tersebut di atas.

Demikian permohonan kami sampaikan, atas perhatian dan kesediaan Bapak/Ibu dosen kami ucapkan terima kasih.

*Wassalamu'alaikum Warahmatullaahi Wabarakaatuh*

Yogyakarta, 04 Januari 2021  
 Ketua Program Studi,

**Dr. Suharno Rusdi**  
 NIK. 845210102