

**PRA-RANCANGAN PABRIK *POLYPROPYLENE* DARI  
*PROPYLENE* DENGAN KAPASITAS 312.000 TON/TAHUN**

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat**

**Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia**



**Oleh:**

**Nama : Rianti Faizah Erdina      Nama : Rifana Safira Mokodompit**  
**No. Mhs : 20521091                      No. Mhs : 20521095**

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

**2024**

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL

### PRARANCANGAN PABRIK *POLYPROPYLENE* DARI *PROPYLENE* DENGAN KAPASITAS 312.000 TON/TAHUN

Kami yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Rianti Faizah Erdina      Nama : Rifana Safira Mokodompit  
No. Mhs : 20521091                      No. Mhs : 20521095

Yogyakarta, 31 Agustus 2024

Menyatakan bahwa seluruh hasil Pra-Rancangan Pabrik ini adalah hasil karya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti bahwa ada beberapa bagian dari karya ini adalah bukan hasil karya sendiri, maka kami siap menanggung resiko dan konsekuensi apapun.

Demikian surat pernyataan ini dibuat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Penyusun 1



Rianti Faizah Erdina

Penyusun 2



Rifana Safira Mokodompit

## LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**PRA RANCANGAN PABRIK *POLYPROPYLENE* DARI *PROPYLENE* DENGAN  
KAPASITAS 312.000 TON/TAHUN**

### PRA-RANCANGAN PABRIK

Oleh:

Nama : Rianti Faizah Erdina      Nama : Rifana Safira Mokodompit  
No. Mhs : 20521091              No. Mhs : 20521095

Yogyakarta, 2 September 2024

Pembimbing



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

# LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

## PRA RANCANGAN PABRIK POLYPROPYLENE DARI PROPYLENE DENGAN KAPASITAS 312.000 TON/TAHUN

### PRA RANCANGAN PABRIK

Oleh:

Nama : Rianti Faizah Erdina Nama : Rifana Safira Mokodompit

No. Mhs : 20521091 No. Mhs : 20521095

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

**Yogyakarta, 1 Oktober 2024**

Tim Penguji,

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

Ketua

Tintin Mutiara, S.T., M.Eng., Dr.

Anggota I

Muflih Arisa Adnan, S.T., M.Sc., Ph.D

Anggota II



1 Oktober 2024

1 Oct 2024

**Mengetahui:**

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



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

Nik : 995200445

## KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan kelimpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Shalawat dan salam tak lupa juga dipanjatkan atas junjungan kita Nabi Muhammad SAW, sahabat serta pengikutnya.

Tugas Akhir Pra-Rancangan Pabrik yang berjudul “**Pra-Rancangan Pabrik Polypropylene dari Propylene dengan kapasitas 312.000 ton/tahun**”, disusun sebagai penerapan dari ilmu teknik kimia yang telah diperoleh selama dibangku kuliah serta menyelesaikan permasalahan yang terjadi di lapangan agar dapat menjembatani antara sisi akademis dengan realita lapangan, dan merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Penulisan Tugas Akhir ini dapat berjalan dengan lancar atas dukungan dan doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan kali ini penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Allah SWT atas kehendak-Nya dan karunia-Nya yang selalu mengiringi selama proses penulisan Tugas Akhir ini.
2. Orang Tua dan keluarga kami yang tanpa henti mendoakan dan mendukung selama 4 tahun ini.
3. Ibu Dr. Ifa Puspasari, S.T., M.Eng. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Sholeh Ma'mun, S.T., M.T., Ph.D. selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.

5. Ibu Dr. Dyah Retno Sawitri, S.T., M.Eng selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan pengarahan, bimbingan, serta dukungannya dalam penyusunan dan penulisan Tugas Akhir ini.
6. Seluruh civitas akademika di lingkungan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
7. Teman-teman terdekat yang selalu memberikan dukungan, semangat, dan kerjasamanya.
8. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu dalam mendukung dan membantu penyusunan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan, untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran atau masukan guna menyempurnakan laporan ini. Akhir kata semoga laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak. *Aamiin.*

Yogyakarta, 29 Agustus 2024

Penulis

## LEMBAR PERSEMBAHAN

Karya ini saya persembahkan kepada:

Pintu surgaku dan sosok yang penulis jadikan panutan yaitu Ibunda Ermaleti, S.H. tercinta. Terima kasih atas setiap semangat, ridho, perhatian, kasih sayang, dan doa yang selalu terselip disetiap sholatnya demi keberhasilan penulis dalam mengenyam pendidikan sampai menjadi sarjana. Terima kasih atas berkat dan ridhomu ternyata anak tunggal yang menjadi harapan satu-satunya, saat ini telah mampu mendapat gelar Sarjana Teknik. Semoga segala doa yang telah dipanjatkan untuk penulis menjadi jembatan menuju kesuksesan dunia dan akhirat.

Keluarga besar Amiruddin dengan tulus dan penuh rasa syukur penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada kalian yang senantiasa memberikan dukungan dan doa untuk tetap terus menuntut ilmu setinggi-tingginya.

Terima kasih juga kepada partner yang selalu ada dan bersedia mendengarkan keluh kesah jalanya Tugas Akhir dan atas segala hal yang telah dilakukan guna meningkatkan semangat hingga kita mencapai titik ini. Semoga hubungan baik ini tetap terjaga meskipun berada di jalan masing-masing.

Sahabat penulis yaitu Tiara Indah Ramadhani, Zahra Fauziah, Fira Dwi Ananda, Talitha Nadhira Tsania, Sarah Nur Maheswari, dan Aura Nurmania. Terima kasih telah menjadi pendengar, serta selalu menemani penulis saat membutuhkan hiburan. Semoga sukses dan bahagia selalu di masa yang akan datang.

## **LEMBAR PERSEMBAHAN**

Alhamdulillah Rabbil Aalamin, sujud serta syukur kepada Allah SWT. Terima kasih atas karunia-Mu yang telah memberikan kemudahan dan kelancaran sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.

Tugas akhir ini penulis persembahkan untuk diri sendiri yang telah berjuang dan berusaha selama ini. Terimakasih atas kerja kerasnya. Mari tetap berdoa dan berusaha serta jangan menyerah untuk kedepannya.

Halaman persembahan ini juga ditujukan sebagai ungkapan terimakasih kepada orang tua tercinta serta adik – adik penulis yang terkasih, yang selalu mendoakan, menasehati dan memberikan dukungan penuh selama perjuangan menempuh pendidikan. Terimakasih telah menjadi motivasi penulis untuk terus semangat dan tidak menyerah dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Terimakasih juga kepada partner TA yang telah bersama-sama menyelesaikan tugas akhir ini. Terimakasih atas suka dan duka serta kerja kerasnya sehingga kita sama-sama bisa bertahan dan sampai di titik ini. Mungkin setelah perkuliahan ini kita punya tujuan masing-masing, tapi semoga kedepannya keakraban ini tetap terjaga ya. Semoga hal-hal baik selalu menyertaimu.

Terimakasih banyak untuk semuanya yang telah mendukung dan meyemangati dalam perjuangan ini.

## DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING .....	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
LEMBAR PERSEMBAHAN.....	vii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR TABEL .....	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR LAMBANG/NOTASI/SINGKATAN.....	xviii
ABSTRAK .....	xx
ABSTRACT .....	xxi
BAB I.....	22
PENDAHULUAN .....	22
1.1 Latar Belakang .....	22
1.2 Penentuan Kapasitas Pabrik.....	23
1.2.1 Data Ekspor Polypropylene.....	23
1.2.2 Data Impor Polypropylene .....	23
1.2.3 Data Produksi Polypropylene.....	24

1.2.4 Data Konsumsi Polypropylene .....	26
1.2.5 Penentuan Kapasitas Produksi Pabrik .....	27
1.3 Tinjauan Pustaka .....	28
1.4 Tinjauan Termodinamika dan Kinetika .....	32
1.4.1 Tinjauan Termodinamika .....	32
1.4.2 Tinjauan Kinetika .....	33
BAB II .....	35
PERANCANGAN PRODUK .....	35
2.1 Spesifikasi Produk .....	35
2.1.1 <i>Polypropylene</i> .....	35
2.2 Spesifikasi Bahan Baku dan Bahan Pendukung .....	35
2.2.1 <i>Propylene</i> .....	35
2.2.2 Hidrogen .....	36
2.2.3 Nitrogen .....	36
2.2.4 Katalis .....	37
2.2.5 Ko-katalis .....	38
2.3 Pengendalian Kualitas .....	39
2.3.1 Pengendalian Bahan Baku .....	39
2.3.2 Pengendalian Proses .....	39

2.3.3 Pengendalian Produk.....	40
BAB III.....	41
PERANCANGAN PROSES .....	41
3.1 Diagram Alir Proses dan Material .....	41
3.1.1 Diagram Alir Kualitatif .....	41
3.1.2 Diagram Alir Kuantitatif .....	42
3.2 Uraian Proses .....	43
3.3 Spesifikasi Alat .....	45
3.3.1 Spesifikasi Reaktor.....	45
3.3.2 Spesifikasi Alat Pemisah dan Alat Pendukung .....	46
3.3.3 Spesifikasi Alat Penyimpanan Bahan .....	49
3.3.4 Spesifikasi Alat Transportasi Bahan .....	54
3.3.5 Spesifikasi Alat Penukar Panas .....	58
3.4 Neraca Massa .....	61
3.4.1 Neraca Massa Total.....	61
3.4.2 Neraca Massa Tiap Alat .....	62
3.5 Neraca Panas .....	64
BAB IV.....	66
PERANCANGAN PABRIK .....	66

4.1 Lokasi Pabrik .....	66
4.1.1 Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik.....	67
4.1.2 Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik .....	70
4.2 Tata Letak Pabrik (Plant Layout).....	71
4.2.1 Daerah Administrasi atau Perkantoran.....	71
4.2.2 Daerah Proses dan Ruang Kontrol .....	71
4.2.3 Daerah Pergudangan, Umum, Bengkel, dan Garasi .....	72
4.2.4 Daerah Utilitas dan Pemadam Kebakaran.....	72
4.3 Tata Letak Mesin atau Alat Proses (Machines Layout).....	74
4.4 Organisasi Perusahaan .....	76
<b>BAB V .....</b>	<b>92</b>
<b>UTILITAS .....</b>	<b>92</b>
5.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air .....	92
5.1.1 Unit Penyediaan Air .....	92
5.1.2 Unit Pengolahan Air.....	93
5.1.3 Kebutuhan Air .....	99
5.2 Unit Pembangkit Steam .....	101
5.3 Unit Pembangkit Listrik.....	101
5.4 Unit Penyedia Udara Tekan .....	102

5.5 Unit Penyedia Bahan Bakar .....	102
5.6 Unit Pengolahan Limbah .....	102
5.6.1 Limbah Cair.....	102
5.6.2 Limbah Padat.....	103
5.6.3 Limbah Gas .....	104
BAB VI.....	105
EVALUASI EKONOMI .....	105
6.1 Penaksiran Harga Alat .....	106
6.2 Dasar Perhitungan.....	108
6.3 Perhitungan Biaya.....	109
6.3.1 Capital Investment.....	109
6.3.2 Manufacturing Cost.....	110
6.4 Analisa Kelayakan .....	111
6.4.1 Return On Investment (ROI).....	111
6.4.2 Pay Out Time (POT) .....	111
6.4.3 Break Event Point (BEP) .....	112
6.4.4 Shut Down Point (SDP) .....	112
6.4.5 Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFR).....	113
6.5 Hasil Perhitungan.....	113

6.6. Analisa Resiko Pabrik.....	117
6.7 Hasil Kelayakan Ekonomi .....	119
6.7.1 Return on Investment (ROI).....	119
6.7.2 Pay Out Time (POT) .....	119
6.7.3 Break Even Point (BEP).....	120
6.7.4 Shut Down Point (SDP) .....	121
6.7.5 Discounted Cash Flow Rate (DCFR).....	121
BAB VII .....	124
KESIMPULAN DAN SARAN .....	124
7.1 Kesimpulan .....	124
7.2 Saran .....	126
DAFTAR PUSTAKA.....	127
LAMPIRAN A .....	129
LAMPIRAN B.....	142
LAMPIRAN C.....	143

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Data impor polypropylene di Indonesia .....	23
Tabel 1. 2 Data kapasitas produksi polypropylene .....	26
Tabel 1. 3 Data konsumsi polypropylene di Indonesia.....	26
Tabel 1. 4 Perbandingan teknologi pembuatan polypropylene.....	31
Tabel 1. 5 Data specific heat (Cp) .....	33
Tabel 3. 1 Spesifikasi tangki penyimpanan fasa gas .....	49
Tabel 3. 2 Spesifikasi gudang penyimpanan .....	53
Tabel 3. 3 Spesifikasi alat transportasi cairan .....	54
Tabel 3. 4 Spesifikasi alat transportasi .....	55
Tabel 3. 5 Spesifikasi alat transportasi padatan.....	56
Tabel 3. 6 Neraca massa total.....	61
Tabel 3. 7 Neraca massa mixer (M-01).....	62
Tabel 3. 8 Neraca massa mixing point .....	62
Tabel 3. 9 Neraca massa reaktor (R-01).....	62
Tabel 3. 10 Neraca massa cyclone (CY-01) .....	63
Tabel 3. 11 Neraca massa extruder pelletizer (EP-01) .....	63
Tabel 3. 12 Neraca massa vibrating screen (VS-01) .....	64
Tabel 3. 13 Neraca panas mixer (M-01).....	64
Tabel 3. 14 Neraca panas reaktor (R-01).....	64
Tabel 3. 15 Neraca massa cyclone (CY-01) .....	65
Tabel 3. 16 Neraca panas heat exchanger (HE-01) .....	65
Tabel 3. 17 Neraca panas heat exchanger (HE-02) .....	65
Tabel 4. 1 Area bangunan pabrik polypropylene .....	73
Tabel 4. 2 Tugas masing-masing kepala divisi .....	80
Tabel 4. 3 Tugas masing-masing kepala unit.....	82
Tabel 4. 4 Penggolongan jabatan.....	84
Tabel 4. 5 Gaji karyawan.....	85

Tabel 5. 1 Kebutuhan air proses .....	99
Tabel 5. 2 Air sebagai media pemanas .....	99
Tabel 5. 3 Total kebutuhan air unit utilitas .....	100
Tabel 6. 1 Data index CEPCI.....	106
Tabel 6. 2 Physical plant cost (PPC).....	113
Tabel 6. 3 Direct plant cost.....	114
Tabel 6. 4 Fixed capital investment .....	114
Tabel 6. 5 Working Capital .....	114
Tabel 6. 6 Direct manufacturing cost.....	115
Tabel 6. 7 Indirect manufacturing cost .....	115
Tabel 6. 8 Fixed manufacturing cost .....	116
Tabel 6. 9 Manufacturing cost .....	116
Tabel 6. 10 General expense.....	116
Tabel 6. 11 Total production cost.....	117
Tabel 6. 12 Analisa Keuntungan.....	117
Tabel 6. 13 Parameter resiko pabrik .....	118
Tabel 6. 14 Annual fixed cost (Fa) .....	120
Tabel 6. 15 Annual regulated cost (Ra) .....	120
Tabel 6. 16 Annual variable cost (Va).....	120
Tabel 6. 17 Analisa kelayakan .....	122

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Proses Polimerisasi Spheripol.....	29
Gambar 1. 2 Proses Polimerisasi UNIPOL .....	30
Gambar 1. 3 Proses Polimerisasi Novolen .....	31
Gambar 3. 1 Diagram Alir Kualitatif.....	41
Gambar 3. 2 Diagram Alir Kualitatif.....	42
Gambar 4. 1 Peta Lokasi Rencana Pabrik .....	66
Gambar 4. 2 Layout Pabrik Polypropylene .....	72
Gambar 4. 3 Tata Letak Alat Proses Pabrik.....	75
Gambar 4. 4 Struktur Organisasi Pabrik.....	78
Gambar 5. 1 Diagram Alir Proses Pengolahan Air.....	98
Gambar 6. 1 Grafik Regresi Linear Index .....	108
Gambar 6. 2 Grafik Evaluasi Ekonomi .....	123

## DAFTAR LAMBANG/NOTASI/SINGKATAN

T	: Suhu atau Temperatur, $^{\circ}\text{C}$
D	: Diameter, m
$\mu$	: Viskositas, cP
$\rho$	: Densitas, $\text{kg/m}^3$
$\rho_c$	: Densitas campuran, $\text{kg/m}^3$
Fc	: Laju alir volumetrik, $\text{m}^3/\text{jam}$
$r_A$	: Laju transfer massa ( $\text{gmol}/\frac{L}{det}$ )
BM	: Berat molekul (kg/mol)
A	: Luas permukaan, m
$t_s$	: Tebal <i>shell</i> , in
r	: Jari-jari dalam reaktor, in
$t_h$	: Tebal <i>head</i> , m
LMTD	: <i>Long Mean Temperature Different</i> , K
OD	: Diameter luar, m
ID	: Diameter dalam, m
$\varepsilon$	: Efisiensi
OA	: Tinggi head, m
Re	: Bilangan Reynold
g	: percepatan gravitasi, m/s
Umf	: kecepatan minimum fluidisasi, m/s
$\mu$	: viskositas gas, kg/m.s

- $d_p$  : diameter partikel, m  
 $U_t$  : Kecepatan maksimum fluidisasi, m/s  
 $U_{mf}$  : Kecepatan minimum fluidisasi, m/s  
 $U_0$  : Kecepatan gas saat masuk reaktor, m/s  
 $P$  : Tekanan design reaktor, psi  
 $R_t$  : *Inside radius of shell*  
 $f$  : Tekanan maksimum diijinkan sesuai bahan dipakai  
 $E$  : Efisiensi pengelasan  
 $C$  : Faktor korosi  
 $L_f$  : Tinggi *bubbling bed*, m  
 $U_b$  : Kecepatan gelembung, m/s  
 $\gamma_b$  : Rasio padatan yang terdispersi dalam gelembung dan volume gelembung dalam bed  
 $\gamma_c$  : Rasio padatan yang terdispersi dalam gas dan volume gelembung dalam bed  
 $\gamma_e$  : Rasio antara padatan yang terdispersi dalam emulsi dan volume gelembung dalam bed

## ABSTRAK

Pendirian pabrik *Polypropylene* ( $C_3H_6$ )<sub>n</sub> berbahan baku *Propylene* ( $C_3H_6$ ) akan didirikan di Kabupaten Serang, Banten. Pabrik ini berdiri dengan mempertimbangkan ketersediaan bahan baku, sarana transportasi yang memadai, tenaga kerja, perizinan dan kondisi sosial masyarakat sekitar. Pabrik ini direncanakan dapat memproduksi bijih plastik *Polypropylene* sebanyak 312.000 ton/tahun dengan waktu operasi selama 24 jam/hari serta 330 hari/tahun. Banyaknya bahan baku yang digunakan adalah *Propylene* sebanyak 39103,95 kg/jam. Penyediaan kebutuhan utilitas pabrik ini berupa unit penyedia dan pengolahan air, unit pembangkit *steam*, unit pembangkit listrik, unit penyedia udara tekan, unit penyedia bahan bakar dan unit pengolahan limbah. Jumlah karyawan sebanyak 119 orang dengan bentuk perusahaan adalah Perseroan Terbatas (PT) dengan struktur organisasi jenis *line* dan *staff*. Berdasarkan analisa kelayakan ekonomi terhadap pabrik ini menunjukkan *Percent Return on Investment* (ROI) sebelum pajak 63,21% dan setelah pajak 49,30%. *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak 1,37 tahun dan setelah pajak 1,69 tahun. *Break Even Point* (BEP) sebesar 40,41% serta *Shut Down Point* (SDP) sebesar 29,13%. *Discounted Cash Flow Rate* (DCFR) terhitung sebesar 8,59%. Dari data analisa kelayakan tersebut dapat disimpulkan bahwa pabrik ini memiliki keuntungan dan layak untuk dikaji lebih lanjut.

**Kata Kunci:** *Polypropylene*, *propylene*, evaluasi ekonomi

## ABSTRACT

The establishment of a polypropylene ( $C_3H_6$ )<sub>n</sub> production plant, which will use propylene ( $C_3H_6$ ) as its raw material, is planned to be located in Serang Regency, Banten. This plant is being set up considering the availability of raw materials, adequate transportation facilities, labor, permits, and the social conditions of the surrounding community. The plant is expected to produce polypropylene plastic pellets at a rate of 312.000 tons per year, operating 24 hours a day and 330 days a year. The amount of raw material used will be propylene, at a rate of 39.103,95 kg/hour. The plant's utility requirements include water supply and treatment units, steam generation units, power generation units, compressed air supply units, fuel supply units, and waste treatment units. The workforce will consist of 119 employees, and the company will be a Limited Liability Company (PT) with a line and staff organizational structure. Economic feasibility analysis for the plant shows a Percent Return on Investment (ROI) before tax of 63,21% and after tax of 49,30%. The Pay Out Time (POT) before tax is 1,37 years and after tax is 1,69 years. The Break Even Point (BEP) is 40,41%, while the Shut Down Point (SDP) is 29,13%. The Discounted Cash Flow Rate (DCFR) is calculated at 8,59%. Based on this feasibility analysis, it can be concluded that the plant is profitable and warrants further investigation.

**Keywords:** *Polypropylene, propylene, economic evaluation.*

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Industri di Indonesia mengalami peningkatan yang cukup pesat, terutama pada industri kimia. Peningkatan pembangunan di sektor ini sangat penting karena dapat menghemat devisa yang digunakan untuk mengimpor bahan-bahan dari industri kimia, serta mampu menciptakan lapangan kerja sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan ekonomi di Indonesia. Salah satu industri yang sangat dibutuhkan di Indonesia adalah industri polimer dan plastik. Plastik terdiri dari berbagai jenis seperti *Polypropylene* (PP), *High Density Polyethylene* (HDPE), *Linear Low Density Polyethylene* (LLDPE), dan jenis plastik lainnya.

*Polypropylene* (PP) merupakan jenis polimer termoplastik dengan *melting point* 135-165 °C, *specific gravity* 0,9 – 0,96 serta tidak menyerap air. Manfaat *polypropylene* sangat luas dalam industri, seperti industri otomotif, kemasan, tekstil, peralatan rumah tangga, konstruksi, industri kesehatan, serta industri elektronik.

*Supply* pabrik *polypropylene* di Indonesia sudah ada yakni dari PT Chandra Asri Petrochemical, PT Polytama Propindo, dan PT Pertamina RU III. Kebutuhan *polypropylene* di Indonesia sangat tinggi dengan jumlah produksi yang rendah, sehingga untuk memenuhi *polypropylene* pemerintahan Indonesia masih harus melakukan impor. Tingginya permintaan *polypropylene* disebabkan oleh kombinasi sifat mekanis dan thermal yang baik dari *polypropylene*, harga produk yang relatif rendah karena harga monomer yang rendah, serta teknologi polimerisasi yang efisien jika dibandingkan dengan termoplastik lainnya. Untuk mengurangi ketergantungan impor, maka perlu

didirikan pabrik *polypropylene* di Indonesia untuk meningkatkan daya saing perekonomian, memenuhi kebutuhan *polypropylene* dalam negeri, serta mengurangi devisa negara karena impor.

## 1.2 Penentuan Kapasitas Pabrik

### 1.2.1 Data Ekspor Polypropylene

Menurut Future Market Insights (FMI), pasar global mencatat bahwa *polypropylene* mengalami peningkatan pertumbuhan dari tahun ke tahun dengan rasio sebesar 3,5% pada tahun 2021. Permintaan pasar terhadap *polypropylene* diproyeksi tumbuh sebesar 4,5% antara tahun 2020 hingga 2030.

Mengikuti data ekspor yang diperoleh dari BPS pada tahun 2023, jumlah ekspor mencapai 5248,13 ton. Dengan rasio peningkatan yang diproyeksikan sebesar 4,5%, maka dapat ditentukan data kebutuhan *polypropylene* pada tahun 2030 mencapai 7141,98 ton. Data tersebut kemudian digunakan untuk menghitung nilai demand dalam penentuan kapasitas.

### 1.2.2 Data Impor Polypropylene

Data kebutuhan impor *polypropylene* diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS), kemudian dihitung rasio pertumbuhan setiap tahunnya yang kemudian digunakan untuk menghitung kebutuhan impor pada tahun 2030. Data impor dan rasio pertumbuhan dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 1. 1 Data impor *polypropylene* di Indonesia

Tahun	Kebutuhan Impor (Ton)	Rasio Pertumbuhan
2018	576.676,11	

---

Lanjutan Tabel 1.1

2019	723.436,38	25,45%
2020	573.273,23	-20,76%
2021	696.805,10	21,55%
2022	819.686,38	17,63%
2023	775.661,50	-5,37%

---

Berdasarkan tabel 1.1 didapat rata-rata rasio pertumbuhan kebutuhan impor sebesar 8% dari nilai tersebut didapatkan kebutuhan impor pada tahun 2030 sebesar 1.303.797,3 ton.

### 1.2.3 Data Produksi Polypropylene

Berdasarkan data dari Program Peningkatan Penggunaan Produk Dalam Negeri (P3DN), produksi dari *polypropylene* di Indonesia terdapat 3 produsen antara lain PT Chandra Asri, PT Polytama Propindo, PT Pertamina RU III.

#### a. PT Chandra Asri

PT Chandra Asri Petrochemical (CAP) berlokasi di Cilegon, Serang Banten dan merupakan hasil penggabungan antara PT Tri Polyta Indonesia Tbk (TPI) dan PT Chandra Asri (CA) pada tanggal 1 Januari 2011. TPI merupakan produsen *polypropylene* terbesar di Indonesia dan berdiri pada tahun 1984 sedangkan CA merupakan produsen produk *Olefins* dan *Polyethylene* dan didirikan pada tahun 1989. Setelah penggabungan PT CAP menjadi pabrik petrokimia terbesar di Indonesia yang menghasilkan beberapa produk seperti *Ethylene*, *Polyethylene*, *Propylene*, *Pyrolysis Gasoline* (Py-Gas) dan Mixed C4. Selain itu, terdapat produk

polimer yang lain yaitu *polypropylene* dengan kapasitas 590.000 ton/tahun dan dilisensikan oleh W. R. Grace & Co. (awalnya di lisensikan oleh Union Carbide Corporation, UNIPOL) dan mampu memproduksi berbagai resin *polypropylene* termasuk Homopolimer, Kopolimer Acak, dan Kopolimer Dampak (Blok).

b. PT Polytama Propindo

Perusahaan yang memproduksi bijih plastik *polypropylene* dengan merek dagang Masplene yang terus berkembang dalam rangka memenuhi kebutuhan resin PP di Indonesia. Pabrik ini didirikan pada tanggal 29 Oktober 1993 oleh JGC (Japan Gasoline Corporation) yang berlokasi di Kec. Balongan, Kabupaten Indramayu, Jawa Barat. Pada awalnya PT Polytama Propindo memiliki kapasitas produksi 100.000 ton/tahun, namun seiring berjalannya waktu PT Polytama Propindo mampu meningkatkan kapasitasnya menjadi naik secara bertahap. Hingga pada saat ini kapasitas produksi dari PT Polytama Propindo telah mencapai 300.000 ton/tahun. Proses produksi yang digunakan yaitu proses Montell Spheripol (sekarang Lyondell Basell) dengan teknologi berlisensi Himont Italia dengan adanya teknologi yang diadopsi dari Brazil.

c. PT Pertamina RU III

Pabrik *polypropylene* PT Pertamina (Persero) RU III berlokasi di Kilang Musi, Plaju, Sumatera Selatan. Pada tahun 1971 pembangunan *Polypropylene plant* menggunakan proses *patent* dari *Phillips Petroleum Co.* berkapasitas 20.000 ton/tahun. Pada tahun 1994 membangun unit *polypropylene* baru yang menggunakan teknologi dari *Mitsui Petrochemical Industries* berkapasitas 46.702 ton/tahun.

Dari beberapa produsen tersebut didapatkan data kapasitas produksi *polypropylene* yang dapat dilihat pada tabel 1.2

Tabel 1. 2 Data kapasitas produksi *polypropylene*

<b>Perusahaan</b>	<b>Kapasitas Produksi (Ton/Tahun)</b>
PT Chandra Asri	590.000
PT Polytama Propindo	300.000
PT Pertamina RU III	46.702

Dari tabel 1.2 dapat dihitung jumlah produksi *polypropylene* sebesar 936.702 Ton/Tahun

#### 1.2.4 Data Konsumsi Polypropylene

Berdasarkan data dari Kementerian Perindustrian (2022), data konsumsi dari *polypropylene* dapat dilihat pada tabel 1.3.

Tabel 1. 3 Data konsumsi polypropylene di Indonesia

<b>Tahun</b>	<b>Konsumsi (Ton/tahun)</b>	<b>Rasio Pertumbuhan</b>
2005	871.000	
2006	957.000	9,87%
2010	1.080.000	12,85%
2015	1.503.000	39,17%
2016	1.513.000	0,67%
2020	1.894.000	25,18%
2022	1.600.000	-15,52%
2023	2.127.000	32,94%

Sehingga, dapat diasumsikan jumlah pertumbuhan per tahun untuk *polypropylene* dengan mencari rata-rata rasio persentase data konsumsi yaitu, 15,02%. Maka, pada tahun 2030 jumlah konsumsi *polypropylene* adalah 5.665.489,08 Ton/Tahun.

### 1.2.5 Penentuan Kapasitas Produksi Pabrik

Penentuan kapasitas dapat ditentukan besarnya peluang produksi dengan menentukan data *supply* dan *demand* sebagai berikut:

*Supply* (Ketersediaan)

Diketahui jumlah produksi *polypropylene* di Indonesia sebesar 936.702 Ton/Tahun, sehingga didapatkan jumlah *supply* sebesar:

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

$Supply = 1.303.797,30 \text{ Ton/Tahun} + 936.702 \text{ Ton/Tahun}$

$Supply = 2.240.499,30 \text{ Ton/Tahun}$

*Demand* (Kebutuhan)

Dikarenakan data ekspor *polypropylene* di Indonesia bertambahnya tahun semakin kecil, maka nilai ekspor tidak berpengaruh terhadap *demand*. Sehingga, perhitungan *demand* dengan menghitung jumlah konsumsi dan ekspor. Didapatkan jumlah *demand* sebesar:

$Demand = \text{Jumlah Konsumsi} + \text{Jumlah Ekspor}$

$Demand = 5.665.489,08 \text{ Ton/Tahun} + 7.141,98 \text{ Ton/Tahun}$

$Demand = 5.672.631,06 \text{ Ton/Tahun}$

Peluang Kapasitas Pabrik

$Peluang = Demand - Supply$

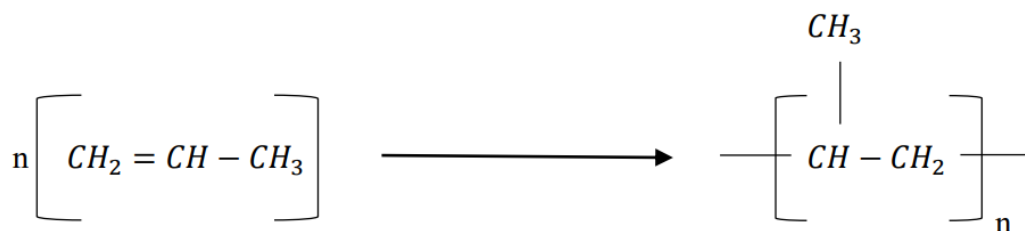
$Peluang = 5.672.631,06 \text{ Ton/Tahun} - 2.240.499,30 \text{ Ton/Tahun}$

Peluang = 3.432.131,76 Ton/Tahun

Berdasarkan peluang kapasitas pabrik tersebut, diperlukan perhatian terhadap beberapa perusahaan *polypropylene* yang telah berdiri, didapatkan persentase sebesar 9,10% dari peluang kapasitas. Maka, kapasitas pabrik sebesar 312.000 Ton/Tahun dengan mempertimbangkan rata-rata peluang dari kapasitas produksi yang telah berdiri.

### 1.3 Tinjauan Pustaka

*Polypropylene* memiliki nama lain polipropilena, senyawa ini mempunyai rumus kimia yaitu  $(C_3H_6)_n$  yang memiliki bentuk fisis *translucent* hingga padatan putih. *Polypropylene* mempunyai gugus aktif yang bersifat non polar sehingga sulit dilarutkan dalam air. *Polypropylene* memiliki persamaan reaksi sebagai berikut:



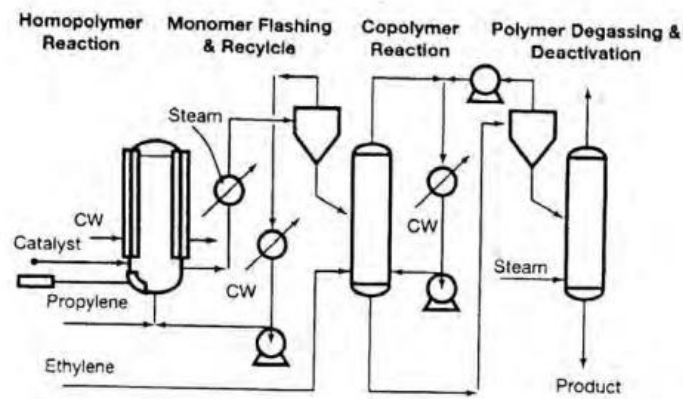
(Kirk & Othmer, 1997)

Ada tiga struktur molekul *polypropylene* berdasarkan gugus metil ( $CH_3$ ) yaitu, menghasilkan struktur *isotactic*, *syndiotactic* dan *atactic*. *Isotactic* adalah polimer yang penting secara komersial karena mempunyai stereoregular tinggi, memiliki sifat kaku, serta dapat mengkristal. *Syndiotactic* adalah polimer yang dapat mengkristal walaupun jumlah kristalnya lebih sedikit dibandingkan dengan struktur *isotactic*. Sedangkan, *atactic* gugus metil terletak secara acak hal tersebut meningkatkan oksidasi polimer dikarenakan adanya gugus metil yang reaktif.

Macam-macam proses pembuatan *polypropylene* sudah dilakukan sejak lama dan mengalami perkembangan teknologi yang cukup signifikan. Berikut merupakan macam-macam proses pembuatan *polypropylene*:

**a. Proses Spheripol**

Proses spheripol ini menggunakan reaktor *loop tubular* pada temperatur 60-75°C dan tekanan 35-50 bar. Katalis yang digunakan pada proses ini adalah  $TiCl_4$  dengan penyangga  $MgCl_2$ , kokatalis *Triethyl Aluminium* (TEAL). Polimer yang dihasilkan di reaktor dipisahkan dari monomer menggunakan *flashing*, yaitu dengan menurunkan tekanan secara tiba-tiba sehingga monomer *propylene* cair mengalami penguapan. Uap *propylene* kemudian dikondensasi dan di *recycle* ke dalam reaktor (Moore, E. P. 1996).

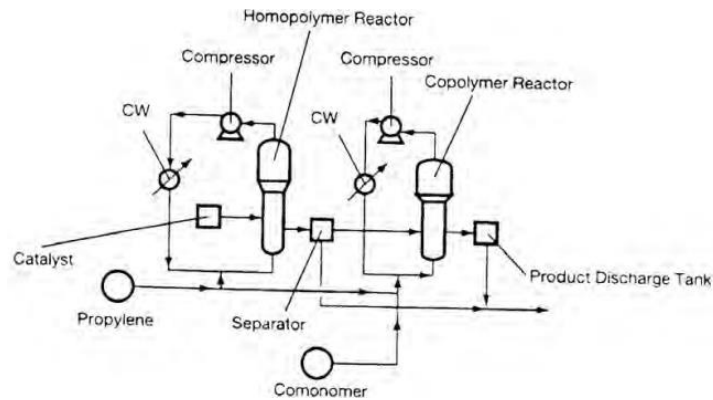


Gambar 1. 1 Proses Polimerisasi Spheripol

**b. Proses UNIPOL**

Dalam proses UNIPOL, digunakan reaktor *fluidized bed reactor* yang tersusun seri. Kondisi operasi pada tahap polimerisasi umumnya pada suhu 60-70°C dan tekanan 25-30 bar untuk reaktor homopolimer serta tekanan 20 bar untuk reaktor

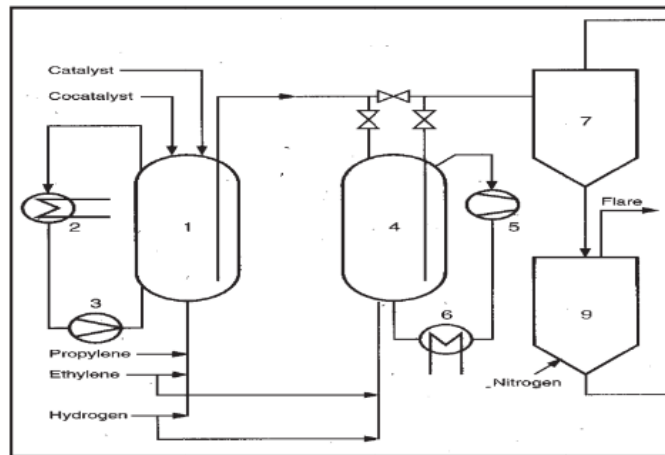
kopolimer. Proses ini menggunakan katalis  $\text{TiCl}_4$  dengan penyangga  $\text{MgCl}_2$ , dan kokatalis *Triethyl Aluminium* (TEAL) (Moore, E. P. 1996).



Gambar 1. 2 Proses Polimerisasi UNIPOL

### c. Proses Novolen

Reaksi berlangsung dalam reaktor *vertical stirred gas* yang volumenya mencapai 25-27 m<sup>3</sup> tergantung kapasitas yang dibutuhkan. Kondisi operasi pada umumnya terjadi pada 30-35 bar dengan suhu 80-85<sup>0</sup>C. Katalis yang digunakan generasi IV  $\text{TiCl}_4 / \text{MgCl}_2$  dan sebagai kokatalis aluminium dietil klorida dan etilbenzoat. Untuk dispersi maksimum, katalis disuntikkan langsung ke pusat pencampuran melalui sistem nosel. Panas polimerisasi dinetralkan dengan menguapkan daur ulang gas yang terkondensasi. Sejumlah kecil hidrogen ditambahkan untuk mengatur indeks leleh dengan baik (Ketin. S., *et all.* 2019).



Gambar 1. 3 Proses Polimerisasi Novolen

Dari penjelasan ketiga proses dapat dilihat perbandingan teknologi *polypropylene homopolymer*. Teknologi yang paling banyak digunakan saat ini didunia adalah teknologi Spheripol (34%), UNIPOL (21%), dan Novolen (12%). Perbandingan dari ketiga proses tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.4.

Tabel 1. 4 Perbandingan teknologi pembuatan *polypropylene*

Parameter	Proses		
	Spheripol	UNIPOL	Novolen
Fase Operasi	Cair	Gas	Gas
Temperatur (°C)	65 - 75	60-70	80 - 85
Tekanan (bar)	35 - 50	25-30	30 - 35
Reaktor <i>Homopolymer</i>	<i>Loop tubular</i>	<i>Fluidized-bed</i>	<i>Vertical stirred gas</i>
Konversi	50%	99,7%	90%

Proses yang dipilih dalam desain pabrik ini menggunakan proses UNIPOL yang merupakan produksi *polypropylene* dengan reaktor berfasa gas. Pemilihan proses ini berdasarkan, konversi dari ketiga teknologi diatas. UNIPOL mempunyai nilai konversi yang tinggi, yaitu 99,7%. Proses ini juga menawarkan keuntungan ekonomi yang signifikan dibandingkan teknologi yang lain karena semua reaktor berfasa gas sehingga tidak ada tahapan pembuangan residu cairan. Kapasitas produksi dari proses UNIPOL mencapai 650 kilo ton/tahun untuk setiap konfigurasi campuran produk standar (satu atau dua reaktor secara seri), sehingga kapasitas yang tinggi dapat dicapai dengan investasi awal yang sangat kecil. Selain itu, proses UNIPOL beroperasi pada fase gas dimana pemisahan polimer dari monomer relatif mudah, karena tidak memerlukan tahapan penghilangan monomer cair sehingga tidak memerlukan energi yang tinggi. Teknologi UNIPOL memiliki keunggulan pada reaktor memiliki prinsip kerja berupa *super-kondensasi*, dimana inert komponen digunakan sebagai fase kondensasi untuk meningkatkan perpindahan panas melalui penguapan. Hasil yang didapatkan dua kali lipat keluaran reaktor.

## **1.4 Tinjauan Termodinamika dan Kinetika**

### **1.4.1 Tinjauan Termodinamika**

Entalpi reaksi merupakan panas yang terlibat dalam perubahan secara kimia. Menentukan nilai  $\Delta H_R$  diperlukan nilai konstanta A, B, C, dan D dari *specific heat* ( $C_p$ ). *Specific heat propylene* sebagai berikut.

Tabel 1. 5 Data *specific heat* (Cp)

Komponen	A	B	C	D	E
C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	31,298	0,07240	-2,16E-07	3,883E-06	6,3E-11

(Yaws, 1999)

Reaksi *endoterm* dan *eksoterm* dapat dilihat dari Entalpi Formation  $\Delta H_f$  dan Energi Gibbs ( $\Delta G$ ). Pada setiap senyawa mempunyai  $\Delta H_f$  dan  $\Delta G$  pada suhu 298,15K. Pada komponen *propylene*  $\Delta H_f$  20,42 kJ/mol dan  $\Delta G$  62,72 kJ/mol (Yaws, 1999). Sedangkan, data untuk senyawa *polypropylene*  $\Delta H_f$  -67,8 kJ/mol dan data  $\Delta H_r$  88,3 kJ/mol (Pavlinov *et all.* 1984).

#### 1.4.2 Tinjauan Kinetika

Reaksi polimerisasi *propylene* adalah reaksi polimerisasi adisi koordinasi kompleks. Terdapat dua bagian pada reaksi ini, yaitu pembentukan kompleks koordinasi katalis-kokatalis kemudian dilanjutkan dengan polimerisasi pertumbuhan rantai (adisi). Reaksi terdiri dari 3 tahapan, yaitu reaksi inisiasi, reaksi propagasi dan reaksi terminasi. Reaksi inisiasi dan terminasi berlangsung secara cepat dan menyebabkan laju reaksi keduanya dapat diabaikan, sedangkan untuk reaksi propagasi berlangsung lebih lambat sehingga dapat mengontrol laju reaksi keseluruhan.

Apabila reaksi hanya dilihat sebagai reaksi pertumbuhan rantai polimer (reaksi propagasi) maka laju reaksi polimerisasi overall dapat dilihat pada persamaan 1.1.

$$R_p = K_p (C^*) (M) \quad (1.1)$$

Dimana:  $R_p$  : Laju kecepatan polimerisasi

$K_p$  : Konstanta kecepatan laju propagasi

(C\*) : Konsentrasi aktif katalis

(M) : Konsentrasi monomer

Sistem katalis

Katalis :  $\text{TiCl}_4$ ,  $\text{MgCl}_2$

Kokatalis : TEAl

Temperatur :  $70^\circ\text{C}$

$K_p$  :  $800 \text{ dm}^3/\text{mol}\cdot\text{s}$

$C^*$  :  $42 \text{ mmol/mol Ti}$

(Moore, E. P. 1996).

## BAB II

### PERANCANGAN PRODUK

#### 2.1 Spesifikasi Produk

##### 2.1.1 *Polypropylene*

Rumus molekul	:	$[-C_3H_6-]_n$
Jenis	:	Homopolimer
Wujud	:	Padatan
Bentuk	:	Pellet (Granular)
Warna	:	bening
Titik Lebur (°C)	:	130-165
Flash point (°C)	:	>350
Densitas (g/cm <sup>3</sup> )	:	0,88-0,92
Kelarutan dalam air	:	Tidak larut

#### 2.2 Spesifikasi Bahan Baku dan Bahan Pendukung

##### 2.2.1 *Propylene*

Rumus Molekul	:	$C_3H_6$
Berat Molekul (gr/mol)	:	42,081
Wujud	:	Gas

Titik Lebur (°C)	: -185,25
Titik didih (°C)	: -47,72
Tekanan uap	: 1020 kPa (pada suhu 21,1°C, 1 atm)
Densitas (kg/m <sup>3</sup> )	: 1,762 (pada 25 °C)

### 2.2.2 Hidrogen

Rumus Molekul	: H <sub>2</sub>
Berat Molekul (gr/mol)	: 2
Wujud	: Gas
Titik Lebur (°C)	: -259
Titik didih (°C)	: -253
Tekanan uap	: 165,320 kPa (pada 25°C)
Densitas (g/cm <sup>3</sup> )	: 0,08376 (pada 20°C, 1 atm)
Viskositas	: 1,002 cP

### 2.2.3 Nitrogen

Rumus Molekul	: N <sub>2</sub>
Berat Molekul (gr/mol)	: 28
Wujud	: Gas

Titik Lebur (°C)	: -210
Titik didih (°C)	: -196
Densitas (lb/ft <sup>3</sup> )	: 0,072
Viskositas	: 0,0178 cP

#### 2.2.4 Katalis

Berikut spesifikasi dari katalis *Titanium (IV) Chloride*:

Rumus Molekul	: TiCl <sub>4</sub>
Berat Molekul (gr/mol)	: 189,73
Wujud atau Bentuk	: Padat
Warna	: Tidak berwarna sampai kuning muda
Titik Lebur (°C)	: -24,1
Titik didih (°C)	: 136,4
Tekanan uap	: 1,2 kPa (pada suhu 25°C)
Densitas (g/cm <sup>3</sup> )	: 2,03 (pada suhu 25°C)

Berikut spesifikasi dari penyangga katalis yaitu *Magnesium Chloride* (MgCl<sub>2</sub>)

Rumus molekul	: MgCl <sub>2</sub>
Berat Molekul (gr/mol)	: 95,211

Wujud atau Bentuk	: Cair
Warna	: Putih
Titik Lebur (°C)	: 116
Titik didih (°C)	: 1412
Densitas (g/cm <sup>3</sup> )	: 1,01 (pada suhu 20 °C)

### 2.2.5 Ko-katalis

Berikut spesifikasi kokatalis *Triethyl Aluminium* (TEAL):

Rumus Molekul	: C <sub>6</sub> H <sub>15</sub> Al
Berat Molekul (gr/mol)	: 114,2
Wujud atau Bentuk	: Cair
Warna	: Tidak berwarna
Titik Lebur (°C)	: -50
Titik didih (°C)	: 194
Tekanan uap	: 0.00033 kPa (pada suhu 25°C)
Densitas (g/cm <sup>3</sup> )	: 0,835 (pada suhu 25°C)

## **2.3 Pengendalian Kualitas**

Pengendalian kualitas (*Quality Control*) pada pabrik *polypropylene* meliputi pengendalian kualitas bahan baku, pengendalian kualitas proses dan pengendalian kualitas produk.

### **2.3.1 Pengendalian Bahan Baku**

Pengendalian kualitas pada bahan baku diperlukan untuk menilai sejauh mana kesesuaian kualitasnya dengan spesifikasi yang diperlukan dalam proses produksi. Sebelum memulai produksi, penting untuk menguji kualitas bahan baku dan bahan pembantu agar memastikan bahwa bahan yang digunakan memenuhi standar yang diperlukan untuk dapat diolah di dalam pabrik.

### **2.3.2 Pengendalian Proses**

Pengendalian proses produksi menjadi krusial dalam menjaga kualitas produk dari tahap bahan baku hingga menjadi produk akhir. Selain memonitor kualitas bahan baku, bahan pembantu, produk setengah jadi, dan produk pendukung proses, pengawasan mutu dapat dilakukan melalui analisis di laboratorium atau menggunakan alat kontrol.

Pengendalian dan pengawasan operasional dilakukan melalui alat pengendalian yang terpusat di ruang kontrol, menggunakan sistem kontrol otomatis yang menggunakan indikator. Jika terjadi deviasi dari parameter yang telah ditetapkan, seperti laju aliran bahan baku atau produk, kontrol level, atau suhu, perubahan dapat terdeteksi melalui sinyal seperti lampu indikator atau bunyi alarm. Ketika terjadi penyimpangan, perlu dilakukan penyesuaian kondisi atau pengaturan kembali baik secara manual maupun otomatis.

Beberapa perangkat kontrol beroperasi untuk mengawasi kondisi operasional seperti tekanan maupun temperatur. Alat kontrol yang perlu diatur sesuai kondisi tertentu melibatkan *level control*, *flow control*, dan *temperature control*. Pengendalian proses ditujukan untuk menjalankan operasi pada nilai tertentu agar menghasilkan produk sesuai standar, maka pengendalian mutu dilakukan untuk memastikan kesesuaian bahan baku dan produk dengan spesifikasi yang ditetapkan. Proses produksi diharapkan menghasilkan produk dengan kualitas standar dan jumlah produksi sesuai rencana dan waktu yang telah ditetapkan.

### **2.3.3 Pengendalian Produk**

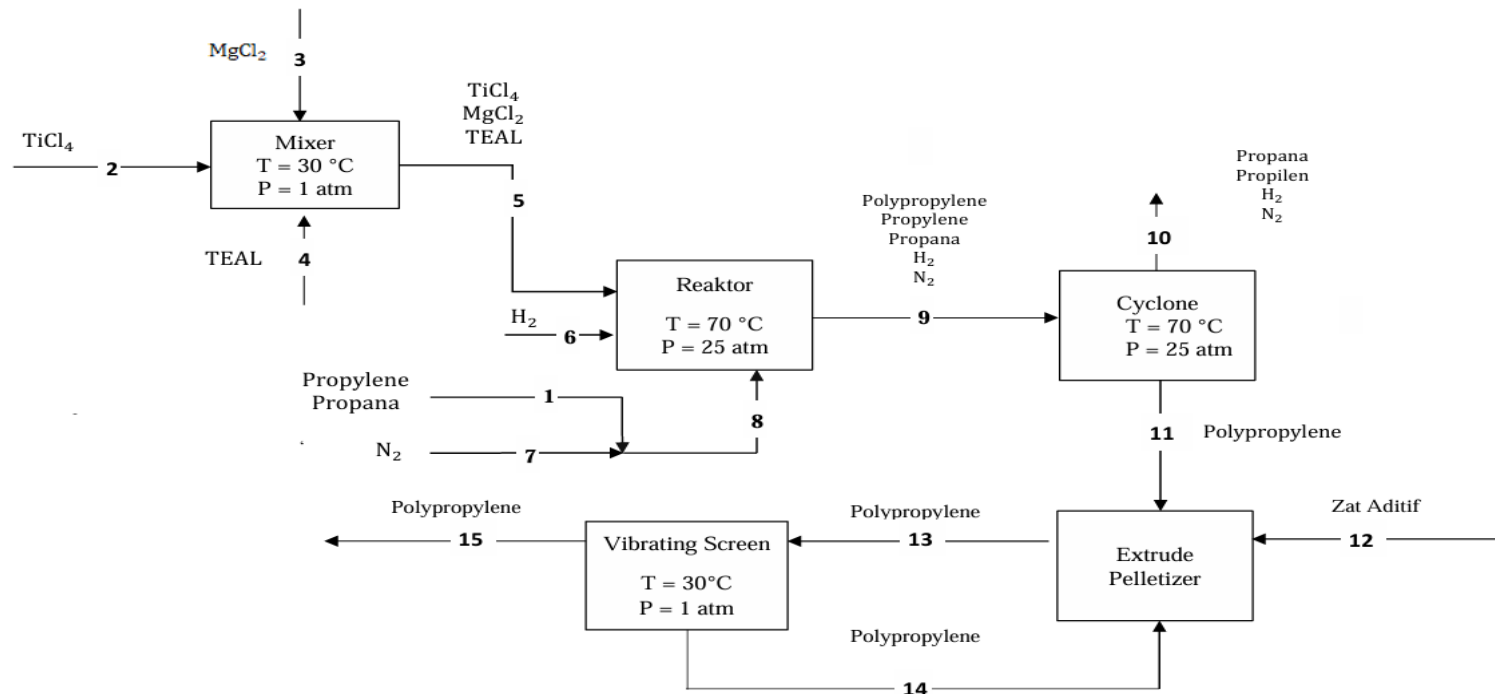
Memperoleh mutu standar produk maka diperlukan bahan berkualitas. Pengawasan dan pengendalian pada seluruh proses produksi menggunakan *system control*. Hal ini bertujuan untuk menghasilkan produk berkualitas tinggi yang dapat dipasarkan.

# BAB III

## PERANCANGAN PROSES

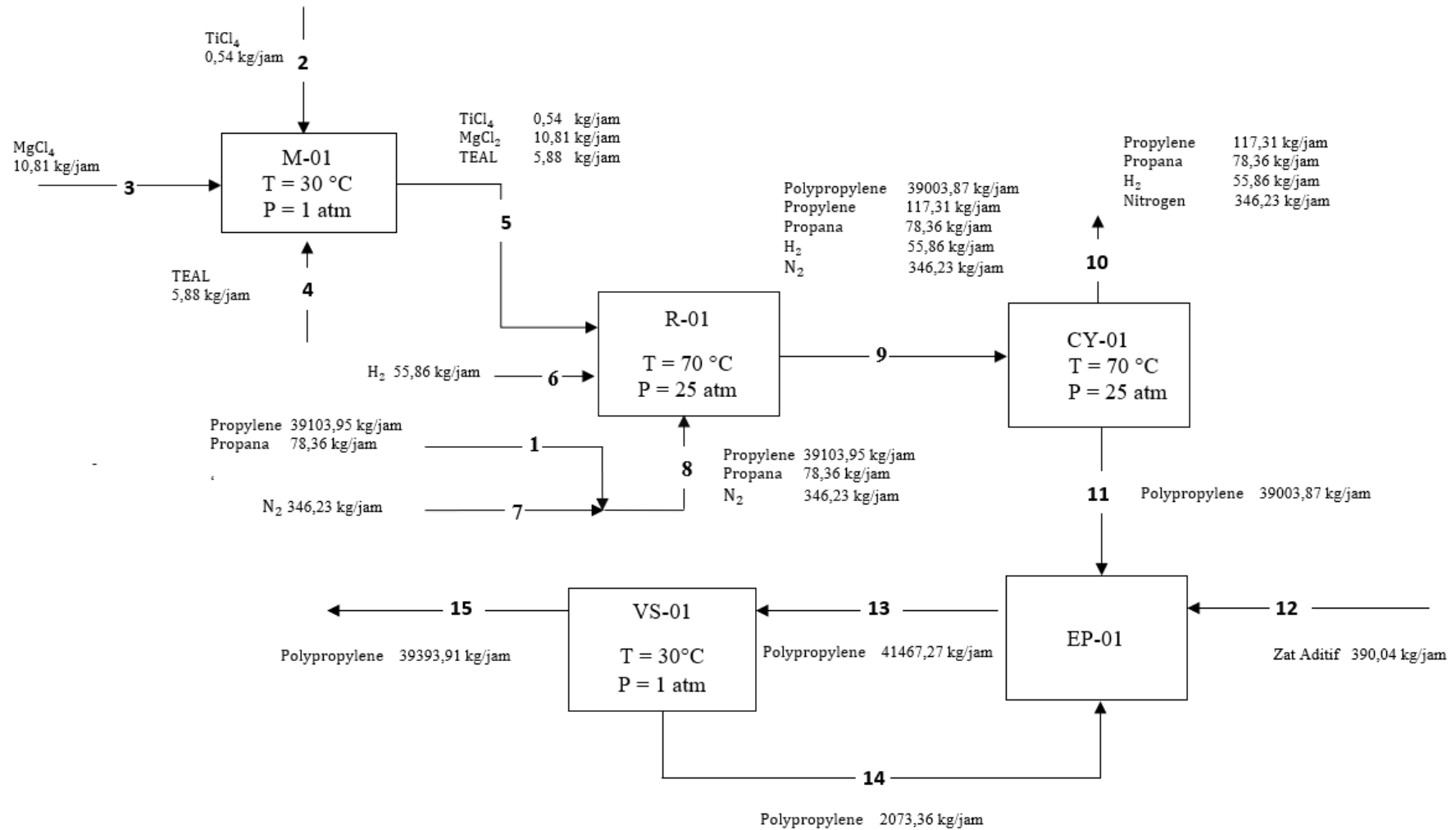
### 3.1 Diagram Alir Proses dan Material

#### 3.1.1 Diagram Alir Kualitatif



Gambar 3. 1 Diagram Alir Kualitatif

### 3.1.2 Diagram Alir Kuantitatif



Gambar 3. 2 Diagram Alir Kualitatif

### 3.2 Uraian Proses

Proses produksi *polypropylene* dengan lisensi UNIPOL yang melibatkan reaktor berfasa gas, dikembangkan oleh *Union Carbide Corporation*. Proses ini terdiri dari 4 unit, yaitu unit penyimpanan bahan baku, unit reaksi, unit pemurnian produk, dan unit *pelletizing*. Berikut adalah uraian dari masing-masing sistem.

#### 1. Unit Penyimpanan Bahan Baku

##### a. Unit Penyimpanan *Propylene*

*Propylene* yang berasal dari PT Chandra Asri Petrochemical, dengan kemurnian 99,85% dalam fase gas. *Propylene* yang merupakan bahan baku utama diturunkan tekanannya menggunakan expander (EX-02) dari 31 atm menjadi 25 atm kemudian diumpankan ke *heater* (HE-02) untuk menaikkan suhunya dari 30 °C menjadi 70 °C sebelum diumpankan ke reaktor (R-01). Setelah dinaikan tekanan dan dipanaskan di *heater* (HE-02) campuran *propylene* dan nitrogen dialirkan menuju reaktor untuk proses selanjutnya.

##### b. Unit Penyimpanan Katalis

Katalis Titanium Tetraklorida diperoleh dari World Runner Co., Ltd., Korea, disimpan di hopper (HP-01), dan kemudian dimasukkan ke dalam *mixer* (M-01). Sementara itu, kokatalis TEAL dari Zhejiang Friend Chemical Co., Ltd., China, dialirkan dari tangki penyimpanan (T-03) menuju *mixer* (M-01) menggunakan pompa (P-02). Di *mixer* katalis dan kokatalis dicampur pada kondisi operasi 30 °C dan tekanan 1 atm. Dari *mixer* (M-01) katalis dan kokatalis dialirkan menggunakan screw conveyor (SC-01) ke reaktor (R-01).

##### c. Unit Penyimpanan Hidrogen

Hidrogen dari PT. Air Liquide Indonesia dengan suhu 30 °C tekanan 197 atm disimpan pada tangki penyimpanan (T-04). Kemudian diturunkan tekanannya menjadi 25 atm menggunakan Expander (EX-01), lalu suhunya dinaikan menjadi 70 °C dengan menggunakan *heater* (HE-01) sebelum masuk ke reaktor.

d. Unit Penyimpanan Nitrogen

Bahan baku nitrogen diperoleh dari PT. Air Liquid dengan kemurnian 100%. Nitrogen diumpankan ke expander (EX-02) bersama dengan *propylene* untuk menurunkan tekanan dari 31 atm menjadi 25 atm, kemudian diumpankan *heater* (HE-03) untuk menaikkan suhu 30 °C menjadi 70 °C.

## 2. Unit Reaksi

Campuran katalis kokatalis, hidrogen dari (HE-01), dan *propylene* dan nitrogen dari (HE-02) diumpankan ke dalam reaktor (R-01). Konversi yang terjadi adalah 99,7% terhadap *propylene*. Katalis yang digunakan yaitu 72,48 gram *propylene*/mg katalis (Murni & Hidayat, 2010). Proses Polimerisasi *polypropylene* terjadi di dalam *fluidized bed reactor* (R-01) pada tekanan 25 atm dan suhu 70 °C. Reaksi polimerisasi melibatkan 3 tahap: inisiasi, propagasi dan terminasi. Reaksi polimerisasi bersifat eksoterm sehingga perlu adanya mekanisme pendinginan untuk menjaga kondisi operasi reaktor tetap 70 °C. yang dilakukan dengan menggunakan nitrogen sebagai penyerap panas dan mengalirkan padatan *polypropylene*. Katalis tidak dapat dipulihkan setelah reaksi karena terikat dalam molekul polimer. Produk resin *polypropylene* hasil reaksi

dalam reaktor kemudian dialirkan ke unit pemurnian produk dengan memanfaatkan perbedaan tekanan.

### **3. Unit Pemurnian Produk**

Unit pemurnian produk bertujuan untuk memurnikan *polypropylene* dari sisa *propylene*. Hasil keluaran reaktor yang berupa gas dan padatan diumpankan ke *cyclone* (CY-01) untuk memisahkan gas dan padatan. *Cyclone* ini beroperasi pada suhu 70 °C dan tekanan 25 atm. Gas yang telah terpisahkan akan dibuang ke flare.

### **4. Unit Pelletizing**

*Polypropylene* yang tekanannya telah turun menjadi tekanan atmosferik selanjutnya diumpankan ke *extruder pelletizer* (EP-01) lalu dicampur dengan aditif. *Polypropylene* dicetak menggunakan *die plate*, resin dipotong dengan *cutter blade* dengan putaran yang dapat diatur, sehingga terbentuk pellet. Selanjutnya pellet *polypropylene* masuk menuju *vibrating screen* (VS-01) untuk menyeragamkan ukuran pellet. Produk yang tidak sesuai spesifikasi akan diumpankan kemblaki kedalam *extruder* untuk dicampur kembali dengan *polypropylene* baru. Sedangkan, produk yang telah sesuai dengan spesifikasi pasar kemudian disimpan ke dalam silo penyimpanan.

## **3.3 Spesifikasi Alat**

### **3.3.1 Spesifikasi Reaktor**

Kode : R-01  
Fungsi : Tempat bereaksinya *propylene* membentuk *polypropylene*

Jenis	: <i>Fluidized Bed Reactor</i>
Material	: <i>Carbon steel SA-285 Grade C</i>
Jumlah	: 1 unit
Kondisi Operasi	
Suhu	: 70 °C
Tekanan	: 25 atm
Spesifikasi Tangki	
Volume	: 22.331,91 L
Diameter Zona Reaksi	: 0,78 m
Diameter Freeboard	: 1,38 m
Tebal Shell	: 0,25 in
Tinggi Total	: 14,99 m
Jenis Head	: <i>Torispherical Flanged and Dished Head</i>
Harga	: \$ 109.700

### **3.3.2 Spesifikasi Alat Pemisah dan Alat Pendukung**

#### **3.3.2.1 Mixer**

Kode	: M-01
Fungsi	: Tempat pencampuran katalis dan ko-katalis
Jenis	: Tangki silinder vertikal berpengaduk
Material	: <i>Carbon steel SA-285 Grade C</i>
Jumlah	: 1 unit
Kondisi Operasi	
Suhu	: 30 °C

Tekanan	: 1 atm
Spesifikasi Tangki	
Volume	: 19,95 m <sup>3</sup>
Diameter	: 2,94 m
Tinggi	: 2,94 m
Jenis Head	: <i>Torisphericsl flanged dan dished head</i>
Tebal Head	: 0,1875 in
Pengaduk	
Jenis	: <i>Turbine impeller with 6 blades</i>
Daya Motor Pengaduk	: 1 HP
Harga	: \$ 2.500

### 3.3.2.2 Cyclone

Kode	: CY-01
Fungsi	: Memisahkan produk <i>polypropylene</i> dari gas sisa
Material	: <i>Carbon steel SA-285 Grade C</i>
Jumlah	: 1 unit
Kondisi Operasi	
Suhu	: 30 °C
Tekanan	: 25 atm
Spesifikasi Alat	
Diameter	: 2,89 m
Lebar Pipa Masuk	: 0,52 m
Tinggi Pipa Masuk	: 1,73 m

Tinggi Total : 11,56 m  
Harga : \$ 142.100

### **3.3.2.3 Extruder Pelletizer**

Kode : EP-01  
Fungsi : Membuat pellet produk *polypropylene*  
Jenis : *Single screw extruder – cylindrical vessel*  
Material : *Carbon steel SA-285 Grade C*  
Jumlah : 1 unit

#### *Extruder*

*Cutter Speed* : 70 RPM  
*Cutting Machine* : 2 buah  
*Diameter Screw* : 0,41 m  
*Panjang Screw* : 6,02 m

#### *Pelletizer*

*Diameter Hole* : 5 mm  
*Jumlah Hole* : 4200 holes  
Bak Pendingin  
*Kebutuhan Air* : 1458 kg/jam  
Harga : \$ 32.300

### **3.3.2.4 Vibrating Screen**

Kode : VS-01  
Fungsi : Menyeragamkan ukuran pellet *polypropylene*

Jenis	: <i>Horinzontal Vibrating Screen</i>
Material	: <i>Carbon steel SA-285 Grade C</i>
Jumlah	: 1 unit
Kondisi Operasi	
Suhu	: 30 °C
Tekanan	: 1 atm
Spesifikasi Alat	
Lebar	: 2,37 m
Panjang	: 4,74 m
Luas Permukaan	: 11,22 m <sup>2</sup>
Jumlah Layer	: 2 layer
Ukuran Screen	: 1200 x 3700
Ukuran Komponen	: In : 5 mm
	: Out : 2,54 mm
Power	: 5,5 kW
Harga	: \$ 48.200

### 3.3.3 Spesifikasi Alat Penyimpanan Bahan

#### 3.3.3.1 Spesifikasi Tangki Penyimpanan

Tabel 3. 1 Spesifikasi tangki penyimpanan fasa gas

Tangki	T-01	T-04	T-05
Fungsi	Menyimpan bahan baku <i>propylene</i>	Menyimpan bahan baku hidrogen	Menyimpan bahan baku nitrogen
Jenis	<i>Spherical Tank</i>		

Lanjutan Tabel 3.1

Material	<i>Carbon steel SA-285 Grade C</i>		
Fase	Gas		
Jumlah	1 unit	1 unit	1 unit
Waktu Penyimpanan	1 hari	7 hari	7 hari
Kondisi Operasi	Suhu: 30 °C	Suhu: 30 °C	Suhu: 30 °C
	Tekanan: 31 atm	Tekanan: 197 atm	Tekanan: 31 atm
Spesifikasi	Volume tangki: 19761,47 m <sup>3</sup>	Volume tangki: 651,73 m <sup>3</sup>	Volume tangki: 1833,52 m <sup>3</sup>
	Diameter: 33,55 m	Diameter: 12,37 m	Diameter: 15,54 m
	Tebal tangki: 15,17 in	Tebal tangki: 31,63 in	Tebal tangki: 6,90 in
Harga	\$ 970.700	\$ 138.800	\$ 250.300

### 3.3.3.2 Tangki Penyimpanan Katalis TiCl<sub>4</sub>

Kode	: HP-01
Fungsi	: Menyimpan katalis TiCl <sub>4</sub>
Jenis	: <i>Cylinder tank – Flat roof – Conical bottom</i>
Material	: <i>Carbon steel SA-285 Grade C</i>
Jumlah	: 1 unit
Waktu Penyimpanan	: 30 hari
Kondisi Operasi	
Suhu	: 30 °C
Tekanan	: 1 atm
Spesifikasi Tangki	

Volume	: 4,89 m <sup>3</sup>
Diameter	: 1,68 m <sup>3</sup>
Tebal Shell	: 0,1875 in
Tinggi	: 3,59 m
Harga	: \$ 6.800

### 3.3.3.3 Tangki Penyimpanan Penyangga MgCl<sub>2</sub>

Kode	: T-02
Fungsi	: Tempat penyimpanan penyangga MgCl <sub>2</sub>
Jenis	: <i>Cylinder Tank</i>
Material	: <i>Carbon steel SA-285 Grade C</i>
Jumlah	: 1 unit
Waktu Penyimpanan	: 30 hari
Kondisi Operasi	
Suhu	: 30 °C
Tekanan	: 1 atm
Spesifikasi Tangki	
Volume	: 12,43 m <sup>3</sup>
Diameter	: 1,71 m
Tebal Shell	: 0,1875 in
Tinggi	: 5,91 m
Jenis Head	: <i>Torispherical Flanged and Dished Head</i>
Harga	: \$ 24.400

#### **3.3.3.4 Tangki Penyimpanan Ko-Katalis TEAL**

Kode	: T-03
Fungsi	: Tempat penyimpanan katalis TEAL
Jenis	: <i>Cylinder Tank</i>
Material	: <i>Carbon steel SA-285 Grade C</i>
Jumlah	: 1 unit
Waktu Penyimpanan	: 30 hari
Kondisi Operasi	:
Suhu	: 30 °C
Tekanan	: 1 atm
Spesifikasi Tangki	:
Volume	: 8,15 m <sup>3</sup>
Diameter	: 1,49 m
Tebal Shell	: 0,1875 in
Tinggi	: 5,17 m
Jenis Head	: <i>Torispherical Flanged and Dished Head</i>
Harga	: \$ 22.600

#### **3.3.3.5 Silo Penyimpanan Polypropylene**

Kode	: S-01
Fungsi	: Menyimpan produk <i>polypropylene</i>
Jenis	: <i>Cylindrical – Flat roof – Conical bottom</i>
Material	: <i>Carbon steel SA-285 Grade C</i>
Jumlah	: 12 unit

### Kondisi Operasi

Suhu 30 °C

Tekanan 1 atm

### Spesifikasi Silo

Volume 727,27 m<sup>3</sup>

Diameter 7,68 m

Tebal Shell 0,25 in

Tinggi 19,19 m

Total \$ 196.200

### 3.3.3.6 Gudang Penyimpanan

Tabel 3. 2 Spesifikasi gudang penyimpanan

Kode	G-01	G-02
Fungsi	Sebagai tempat menyimpan katalis TiCl <sub>4</sub>	Sebagai tempat menyimpan zat aditif
Jenis	Housing	Housing
Jumlah	1 buah	1 buah
Kapasitas, m <sup>3</sup>	0,866	366,29
Panjang, m	0,66	9,57
Lebar, m	0,33	4,78
Tinggi, m	4	8
Harga	\$ 11,500	\$ 24,600

### 3.3.4 Spesifikasi Alat Transportasi Bahan

#### 3.3.4.1 Spesifikasi Alat Transportasi Pompa

Tabel 3. 3 Spesifikasi alat transportasi cairan

Kode	P-01	P-02
Fungsi	Mengalirkan cairan MgCl <sub>2</sub> menuju M-01	Mengalirkan cairan TEAL menuju M-01
Jenis	<i>Rotary Pump</i>	<i>Rotary Pump</i>
Kapasitas, gpm	0,0724	0,047
Daya, watt	0,54	0,46
Head pompa, m	2,3444	2,41
ID, in	0,493	0,364
Harga	\$ 6.000	\$ 5.800

### 3.3.4.2 Spesifikasi Alat Transportasi Expansion Valve

Tabel 3. 4 Spesifikasi alat transportasi

<b>Kode</b>	<b>EX-01</b>	<b>EX-02</b>	<b>EX-03</b>
Fungsi	Menurunkan tekanan Hidrogen dari 197 atm ke 25 atm	Menurunkan tekanan Propylene dan Nitrogen dari 31 atm ke 25 atm	Menurunkan tekanan gas sisa keluaran CY-01 dari 25 atm ke 1 atm
Jenis	<i>Globe valve wide open</i>	<i>Globe valve wide open</i>	<i>Globe valve wide open</i>
Bahan Konstruksi	<i>Carbon Steel SA-285 Grade C</i>	<i>Carbon Steel SA-285 Grade C</i>	<i>Carbon Steel SA-285 Grade C</i>
Kapasitas, kg/jam	55,86	39450,19	597,77
Suhu, °C	30	30	30
Tekanan masuk	197 atm	31 atm	25 atm
Tekanan keluar	25 atm	25 atm	1 atm
Daya, watt	0,135	1,014	0,118
Harga	\$ 11.700	\$ 19.900	\$ 20.400

### 3.3.4.3 Spesifikasi Alat Transportasi Conveyor

Tabel 3. 5 Spesifikasi alat transportasi padatan

Kode	BC-01	BC-02	BC-03	BC-04
<b>Fungsi</b>	Memindahkan <i>Polypropylene</i> dari (CY-01) ke (EP-01)	Memindahkan <i>Polypropylene</i> dari EP-01 ke VS-01	Mengangkut produk keluaran VS-01 menuju EP-01 sebagai arus recycle	Mengangkut produk keluaran dari VS-01 menuju S-01
<b>Jenis</b>	<i>Belt Conveyor, Closed</i>			
<b>Jumlah</b>	1 unit	1 unit	1 unit	1 unit
<b>Konstruksi</b>	<i>Carbon Steel SA-285 Grade C</i>			
<b>Spesifikasi</b>				
<b>Kecepatan <i>belt</i>:</b>	86,68 ft/min	92,15 ft/min	7,78 ft/min	87,54 ft/min
<b>Panjang <i>belt</i>:</b>	14,76 ft	14,76 ft	49,21 ft	32,80 ft
<b>Lebar <i>belt</i>:</b>	18 in	18 in	14 in	18 in
<b>Daya:</b>	2 HP	2 HP	0,75 HP	2 HP
<b>Harga</b>	\$ 7.600	\$ 7.600	\$ 17.300	\$ 15.900

#### 3.3.4.4 Spesifikasi Screw Conveyor

Kode	: SC-01
Fungsi	: Mengangkut campuran katalis dari mixer (M-01) menuju Reaktor (R-01)
Jenis	: <i>Centrifugal discharge bucket</i>
Jumlah	: 1 unit
Konstruksi	: <i>Carbon Steel SA-285 Grade C</i>
Spesifikasi	
Kecepatan <i>conveyor</i>	: 40 rpm
Diameter <i>flight</i>	: 9 in
Diameter <i>shaft</i>	: 2 in
Panjang	: 45 ft
Daya	: 0,125 HP
Harga	: \$ 7200

#### 3.3.4.5 Spesifikasi Bucket Elevator

Kode	: BE-01
Fungsi	: Mengangkut <i>polypropylene</i> kering dari <i>belt conveyor</i> (BC-04) menuju silo (S-01)
Jenis	: <i>Centrifugal discharge bucket</i>
Jumlah	: 1 unit
Konstruksi	: <i>Carbon Steel SA-285 Grade C</i>
Spesifikasi	
Ukuran Bucket	: 50 ft
Kecepatan Bucket	: 196,97 ft/min

Tinggi Elevator	: 75 ft
RPM Shaft	: 37,64 RPM
Daya	: 5 HP
Harga	: \$ 24.800

### 3.3.5 Spesifikasi Alat Penukar Panas

#### 3.3.5.1 Heat Exchanger (HE-01)

Tabel 3. 5 Spesifikasi heat exchanger (HE-01)

Kode	HE-01			
Fungsi	Menaikkan temperature umpan hydrogen menuju R-01 dari 30 °C menjadi 70 °C			
Jenis	HE Double Pipe			
A	20,88 ft <sup>2</sup>			
Harga	\$ 1.200			
<b><i>Operation Condition</i></b>				
Position	Inner Pipe		Annulus	
Fluid	Steam		Gas	
Fluid Type	Hot		Cold	
	in	out	in	out
<i>Flowrate</i>	9,38 kg/jam	9,38 kg/jam	55,86 kg/jam	55,86 kg/jam
<i>Temperature</i>	120 °C	120 °C	30 °C	70 °C
<i>Pressure</i>	1 atm	1 atm	25 atm	25 atm
Q	25481,46 kJ/jam			
<b><i>Mechanical Design</i></b>				

Lanjutan Tabel 3.5

	Inner Pipe	Annulus
Tipe	1 ¼ IPS	2 ½ IPS
Flow Area	1,5 in <sup>2</sup>	2,63 in <sup>2</sup>
ID	1,38 in	2,48 in
OD	1,66 in	2,88 in
Hairpin		2
L		48 ft
Rd <i>cal</i> / Rd <i>allow</i>		0,0434/0,0014
$\Delta P_{cal} / \Delta P_{allow}$ (psi)	0,0001/10	0,01/10

### 3.3.5.2 Heat Exchanger (HE-02)

Tabel 3. 6 Spesifikasi heat exchanger (HE-02)

Kode	HE-02			
Fungsi	Menaikkan <i>temperature</i> umpan <i>propylene</i> dan nitrogen menuju R-01 dari 30 °C menjadi 70 °C			
Jenis	HE Shell and Tube			
A	469,14 ft <sup>2</sup>			
Harga	\$ 26.500			
<b><i>Operation Condition</i></b>				
Position	Shell		Tube	
Fluid	Steam		Gas	
Fluid Type	Hot		Cold	
	in	out	in	out

Lanjutan Tabel 3.6

<i>Flowrate</i>	943,62	943,62	39450,2	39450,2
	kg/jam	kg/jam	kg/jam	kg/jam
<i>Temperature</i>	120 °C	120 °C	30 °C	70 °C
<i>Pressure</i>	1 atm	1 atm	25 atm	25 atm

***Mechanical Design***

	Shell	Tube
Passes	1	2
ID / OD	17,5 in	1 in
Length		16 ft
Number of Tube		112
BWG		16
Pitch		1 ¼ <i>Square pitch</i>
<i>Rd cal/ Rd allow</i>		0,0125/0,0014
<i>ΔPcal /ΔP allow (psi)</i>	0,16/10	7,6/10

### 3.4 Neraca Massa

#### 3.4.1 Neraca Massa Total

Tabel 3. 6 Neraca massa total

Komponen	Massa <i>Input</i> (kg/jam)							Massa <i>Output</i> (kg/jam)	
	F1	F2	F3	F4	F6	F7	F12	F10	F15
TiCl <sub>4</sub>	-	0,54	-	-	-	-	-	-	-
MgCl <sub>2</sub>	-	-	10,81	-	-	-	-	-	-
C <sub>6</sub> H <sub>15</sub> Al (TEAL)	-	-	-	5,88	-	-	-	-	-
<i>Propylene</i>	39103,95	-	-	-	-	-	-	117,31	-
Propana	78,36	-	-	-	-	-	-	78,36	-
Hidrogen	-	-	-	-	55,86	-	-	55,86	-
Nitrogen	-	-	-	-	-	346,23	-	346,23	-
Zat Aditif	-	-	-	-	-	-	390,04	-	-
<i>Polypropylene</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	39393,91
<b>Total</b>	<b>39991,67</b>							<b>39991,67</b>	

### 3.4.2 Neraca Massa Tiap Alat

#### 1. Neraca Massa Mixer (M-01)

Tabel 3. 7 Neraca massa mixer (M-01)

Komponen	Input			Output
	F2 (kg/jam)	F3 (kg/jam)	F4 (kg/jam)	F5 (kg/jam)
TiCl <sub>4</sub>	0,54	-	-	0,54
MgCl <sub>2</sub>	-	10,81	-	10,81
C <sub>6</sub> H <sub>15</sub> Al (TEAL)	-	-	5,88	5,88
<b>Total</b>		<b>17,23</b>		<b>17,23</b>

#### 2. Neraca Massa Reaktor (R-01)

Tabel 3. 8 Neraca massa mixing point

Komponen	Arus Masuk		Arus Keluar
	F1 (kg/jam)	F7 (kg/jam)	F8 (kg/jam)
<i>Propylene</i>	39103,95	-	39103,95
Propana	78,36	-	78,36
Nitrogen	-	346,23	346,23
<b>Total</b>		<b>39528,55</b>	<b>39528,55</b>

Tabel 3. 9 Neraca massa reaktor (R-01)

Komponen	Arus Masuk			Arus Keluar
	F5 (kg/jam)	F6 (kg/jam)	F8 (kg/jam)	F9 (kg/jam)
TiCl <sub>4</sub>	0,54	-	-	-
MgCl <sub>2</sub>	10,81	-	-	-

Lanjutan Tabel 3.9

C <sub>6</sub> H <sub>15</sub> Al (TEAL)	5,88	-	-	-
<i>Propylene</i>	-	-	39103,95	117,31
Propana	-	-	78,36	78,36
Hidrogen	-	55,86	-	55,86
Nitrogen	-	-	346,23	346,23
<i>Polypropylene</i>	-	-	-	39003,87
<b>Total</b>		39601,64		39601,64

### 3. Neraca Massa Cyclone (CY-01)

Tabel 3. 10 Neraca massa *cyclone* (CY-01)

Komponen	<i>Input</i>		<i>Output</i>
	F9 (kg/jam)	F10 (kg/jam)	F11 (kg/jam)
<i>Propylene</i>	117,31	117,31	-
Propana	78,36	78,36	-
Hidrogen	55,86	55,86	-
Nitrogen	346,23	346,23	-
<i>Polypropylene</i>	39003,87	-	39003,87
<b>Total</b>	<b>39601,64</b>		<b>39601,64</b>

### 4. Neraca Massa Extruder Pelletizer (EP-01)

Tabel 3. 11 Neraca massa *extruder pelletizer* (EP-01)

Komponen	<i>Input</i>			<i>Output</i>
	F11 (kg/jam)	F12 (kg/jam)	F14 (kg/jam)	F13 (kg/jam)

Lanjutan Tabel 3.11

<i>Polypropylene</i>	39003,87	-	2073,36	41467,27
Zat Aditif	-	390,04	-	-
<b>Total</b>		<b>41467,27</b>		<b>41467,27</b>

### 5. Neraca Massa Vibrating Screen (VS-01)

Tabel 3. 12 Neraca massa *vibrating screen* (VS-01)

<b>Komponen</b>	<b>Input</b>		<b>Output</b>
	<b>F13 (kg/jam)</b>	<b>F14 (kg/jam)</b>	<b>F15 (kg/jam)</b>
<i>Polypropylene</i>	41467,27	2073,36	39393,91
<b>Total</b>	<b>41467,27</b>		<b>41467,27</b>

### 3.5 Neraca Panas

Tabel 3. 13 Neraca panas mixer (M-01)

<b>Komponen</b>	<b>Input (kJ/jam)</b>	<b>Output (kJ/jam)</b>
Q komponen	24,5020	24,5023
$\Delta H_{Mixer}$	0,00032	
<b>Total</b>	<b>24,5023</b>	<b>24,502</b>

Tabel 3. 14 Neraca panas reaktor (R-01)

<b>Komponen</b>	<b>Input (kJ/jam)</b>	<b>Output (kJ/jam)</b>
Q komponen	67525,87	1662,23
$\Delta H_R$		59,86

Lanjutan Tabel 3.14

Q Pendingin		65803,02
<b>Total</b>	<b>67525,87</b>	<b>67525,87</b>

Tabel 3. 15 Neraca massa *cyclone* (CY-01)

<b>Komponen</b>	<b>Input (kJ/jam)</b>	<b>Output (kJ/jam)</b>
Q komponen	1625,156	1625,036
$\Delta H$ Cyclone		0,1195
<b>Total</b>	<b>1625,1562</b>	<b>1625,1562</b>

Tabel 3. 16 Neraca panas *heat exchanger* (HE-01)

<b>Komponen</b>	<b>Input (kJ/jam)</b>	<b>Output (kJ/jam)</b>
Q komponen	4018,6473	29500,1076
Q pemanas	25481,4603	
<b>Total</b>	<b>29500,1076</b>	<b>29500,1076</b>

Tabel 3. 17 Neraca panas *heat exchanger* (HE-02)

<b>Komponen</b>	<b>Input (kJ/jam)</b>	<b>Output (kJ/jam)</b>
Q komponen	1797,5208	16262,9249
Q pemanas	14465,4041	
<b>Total</b>	<b>16262,9249</b>	<b>16262,9249</b>

## BAB IV

### PERANCANGAN PABRIK

#### 4.1 Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi merupakan faktor krusial dalam perancangan atau pendirian pabrik, karena memiliki keterkaitan atau hubungan langsung dengan nilai ekonomis dari pabrik yang akan didirikan. Pemilihan yang tepat mengenai lokasi pabrik harus memberikan suatu perhitungan biaya produksi dan distribusi yang seminimal mungkin. Dalam menentukan lokasi pabrik, sejumlah pertimbangan penting harus diperhatikan, antara lain letak pabrik dengan sumber bahan baku dan bahan pembantu, letak pabrik dengan pasar penunjang, sarana transportasi, ketersediaan tenaga kerja, kondisi sosial, dan potensi pengembangan di masa depan.



Gambar 4. 1 Peta Lokasi Rencana Pabrik

Berdasarkan beberapa faktor pertimbangan di atas, maka lokasi pabrik *Polypropylene* dari *Propylene* dengan kapasitas 312.000 ton/tahun ini direncanakan akan

didirikan di Kabupaten Serang, Banten, Indonesia dengan beberapa pertimbangan sebagai berikut:

#### **4.1.1 Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik**

Faktor primer termasuk kedalam faktor utama yang mempengaruhi secara langsung tujuan utama pabrik yang meliputi produksi dan distribusi produk. Faktor-faktor utama tersebut meliputi:

a. **Penyediaan Bahan Baku dan Penunjang**

Sebuah pabrik sebaiknya terletak dekat dengan sumber bahan baku utama serta bahan penunjangnya. Hal ini penting untuk memastikan ketersediaan bahan baku yang ekonomis. Dalam produksi *Polypropylene* (PP), bahan baku utamanya adalah *Propylene* ( $C_3H_6$ ) yang didapatkan dari PT Chandra Asri Petrochemical, Indonesia. Gas Nitrogen ( $N_2$ ) dan Hidrogen ( $H_2$ ) diperoleh dari PT Air Liquide Indonesia. Sedangkan, catalyst dan co-catalyst didatangkan dari Korea dan China. Oleh karena itu, lokasi pendirian pabrik harus dapat mudah di akses dengan berbagai moda transportasi baik darat, maupun laut. Dengan ketersediaan bahan baku yang memadai dan konektivitas yang baik untuk melakukan impor maupun ekspor, serta letaknya yang berhadapan langsung dengan laut Jawa, lokasi ini dianggap sangat sesuai dengan pendirian pabrik.

b. **Pemasaran Produk**

Pemasaran adalah aspek yang sangat penting dalam menjamin keuntungan dan keberlangsungan perancangan pabrik. Strategi pemasaran yang efektif dan tepat dapat memberikan keuntungan serta memastikan kelangsungan operasional pabrik. Produk *Polypropylene* ini direncanakan akan dipasarkan pada pasar

domestik yaitu Indonesia dan pasar mancanegara. Hal didorong oleh meningkatnya impor senyawa tersebut dari tahun ke tahun, serta pada ekspor senyawa tersebut dari Indonesia masih sedikit sehingga diperlukan pengembangan untuk bisa berhasil melakukan ekspor guna mendorong perekonomian dan meningkatkan devisa negara.

c. Kemudahan Transportasi

Pengambilan bahan baku dan penjualan produk dapat dilakukan melalui jalan darat menggunakan transportasi tertutup berupa truk dan sebagainya. Lokasi yang dipilih untuk pendirian pabrik ini dapat dianggap strategis, karena menyediakan aksesibilitas yang baik melalui berbagai moda transportasi.

d. Tenaga Kerja

Tenaga kerja merupakan modal utama dalam pendirian suatu pabrik, baik tenaga kasar maupun tenaga terdidik yang memiliki keahlian dan keterampilan di bidangnya. Sebagian besar tenaga kerja yang dibutuhkan yaitu tenaga kerja yang berpendidikan kejuruan atau menengah dan sarjana. Untuk memenuhinya, tenaga kerja dapat diperoleh dari daerah sekitar lokasi pabrik. Selain itu, faktor kedisiplinan dan pengalaman kerja juga menjadi pertimbangan utama dalam perekrutan, sehingga diperoleh tenaga kerja yang berkualitas. Selain itu, lokasi perancangan pabrik yang dipilih memiliki potensi untuk memperoleh tenaga kerja yang dibutuhkan, karena mudah dijangkau oleh permukiman penduduk yang mempermudah proses rekrutmen tenaga kerja.

e. Kebutuhan Air

Dalam pendirian suatu pabrik, ketersediaan air adalah faktor krusial yang mendukung kelancaran operasional pabrik. Lokasi pabrik harus dipilih dengan mempertimbangkan ketersediaan air yang memadai. Lokasi pabrik yang dirancang mendapatkan pasokan air dari sungai Ciujung. Jika ketersediaan dari sumber ini tidak mencukupi, kawasan industri Cilegon juga memiliki pabrik penyedia air, yaitu PT Krakatau Tirta Indonesia, yang menawarkan pasokan air yang melimpah dan mudah diakses. Dengan demikian, ketersediaan air di kawasan ini sangat mencukupi, sehingga kawasan ini relatif sangat mendukung untuk didirikannya pabrik *polypropylene*.

f. Kebutuhan Tenaga Listrik

Selain air, ketersediaan tenaga listrik termasuk faktor penunjang yang sangat penting dalam pendirian pabrik. Keberlangsungan suatu pabrik sangat bergantung pada pasokan dan kestabilan tenaga listrik yang digunakan. Tenaga listrik yang digunakan diperoleh dari PLTU Suralaya dan generator sebagai cadangan apabila PLN mengalami gangguan.

g. Kondisi Iklim dan Keadaan Geografis

Lokasi yang dipilih untuk pendirian pabrik memiliki stabilitas yang baik dengan suhu rata-rata yang nyaman. Di Indonesia yang beriklim tropis memiliki temperatur udara berkisar 20-35<sup>0</sup>C. Bencana alam seperti gempa bumi, tanah longsor, maupun banjir besar jarang terjadi sehingga operasi pabrik dapat berjalan lancar.

#### **4.1.2 Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik**

Faktor sekunder merupakan faktor yang berperan secara tidak langsung dalam proses operasional pabrik, namun memiliki pengaruh dalam kelancaran proses operasional dari pabrik itu sendiri. Faktor sekunder dalam penentuan lokasi pabrik meliputi:

a. Perluasan Pabrik

Dalam menentukan lokasi pendirian pabrik, penting untuk mempertimbangkan rencana perluasan pabrik dalam jangka waktu 10 atau 20 tahun ke depan, karena apabila suatu saat nanti akan memperluas area pabrik maka tidak mengalami kesulitan dalam mencari lahan perluasan.

b. Perizinan

Pemerintahan Banten telah menetapkan wilayahnya sebagai kawasan industri yang terbuka terhadap investor. Pemerintah akan memberikan kemudahan dalam proses perizinan, pajak dan hal-hal lain yang berkaitan dengan pendirian pabrik.

c. Prasarana dan Fasilitas Sosial

Prasarana seperti jalan dan transportasi lainnya harus tersedia, demikian juga fasilitas sosial yang seperti penyediaan bengkel industri, sarana kesehatan, pendidikan, ibadah, hiburan, bank, dan perumahan sehingga dapat meningkatkan kesejahteraan taraf hidup.

d. Kebijakan Pemerintah

Dalam mendirikan suatu pabrik perlu mempertimbangkan beberapa faktor kepentingan pemerintah yang terkait di dalamnya, seperti kebijaksanaan pengembangan industri dan hubungan dengan pemerataan kesempatan kerja serta hasil pembangunan.

e. Luas Area yang Tersedia

Harga tanah dapat membatasi kemampuan penyedia area. Jika harga tanah sangat tinggi, maka perlu dilakukan efisiensi dalam pemakaian ruangan hingga peralatan. Penataan yang cermat diperlukan untuk menghemat ruangan dan mengoptimalkan pemakaian area.

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

### **4.2.1 Daerah Administrasi atau Perkantoran**

Daerah administrasi atau perkantoran terdiri dari beberapa fasilitas pendukung area yang terdiri dari:

- a. Daerah administrasi, bertujuan sebagai tempat pusat kegiatan administrasi, keuangan pabrik, dan kantor yang mengatur kelancaran operasi.
- b. Laboratorium, bertujuan sebagai tempat pusat pengendalian kualitas dan kuantitas bahan yang akan di proses serta produk yang akan di jual.
- c. Fasilitas karyawan seperti poliklinik, kantin, dan masjid, bertujuan sebagai tempat pusat sarana tambahan dan penunjang bagi para karyawan.

### **4.2.2 Daerah Proses dan Ruang Kontrol**

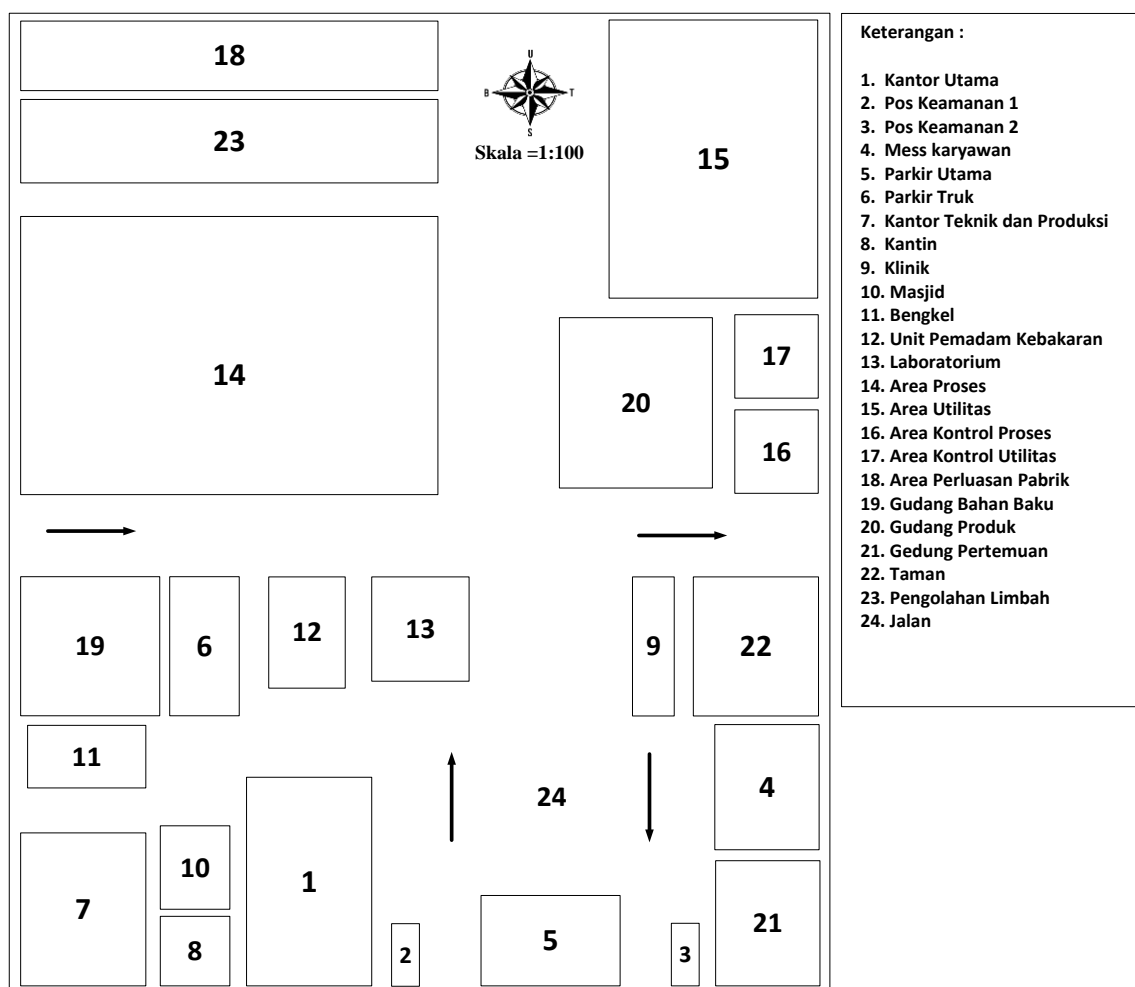
Daerah proses merupakan daerah bagi alat-alat proses yang diletakkan dan proses berlangsung. Sedangkan daerah kontrol merupakan daerah sebagai pusat pengendalian berlangsungnya proses seperti *Room control* dan lain sebagainya.

### 4.2.3 Daerah Pergudangan, Umum, Bengkel, dan Garasi

Daerah ini bertujuan sebagai tempat perbaikan alat-alat proses agar tidak terekspos ke luar pabrik. Perawatan alat dan penyimpanan suku cadang alat proses juga menjadi satu pada area ini.

### 4.2.4 Daerah Utilitas dan Pemadam Kebakaran

Daerah ini merupakan daerah pusat kegiatan penyediaan air, *steam* dan tenaga listrik disediakan guna menunjang jalannya proses serta unit pemadam kebakaran. Berikut *layout* perencanaan pendirian pabrik.



Gambar 4. 2 Layout Pabrik *Polypropylene*

Tabel 4. 1 Area bangunan pabrik *polypropylene*

Lokasi	Bangunan		Luas (m <sup>2</sup> )
	Panjang (m)	Lebar (m)	
Kantor Utama	30	18	540
Pos Keamanan 1	9	4	36
Pos Keamanan 2	9	4	36
Mess Karyawan	18	15	270
Parkir Utama	20	14	280
Parkir Truk	20	10	200
Kantor Teknik dan Produksi	22	18	396
Kantin	10	10	100
Klinik	15	6	90
Masjid	12	10	120
Bengkel	17	9	153
Unit Pemadam Kebakaran	16	11	176
Laboratorium	12	15	180
Area Proses	60	40	2400
Area Utilitas	40	30	1200
Area Kontrol Proses	12	12	144
Arean Kontrol Utilitas	12	12	144
Area Perluasan Pabrik	60	10	600
Gudang Bahan Baku	20	20	400
Gudang Produk	25	22	550

Lanjutan Tabel 4.1

Gedung Pertemuan	18	15	270
Taman	25	18	450
Pengolahan Limbah	20	30	600
Jalan			1867
	<b>Luas Bangunan</b>		9335
	<b>Luas Tanah</b>		13069

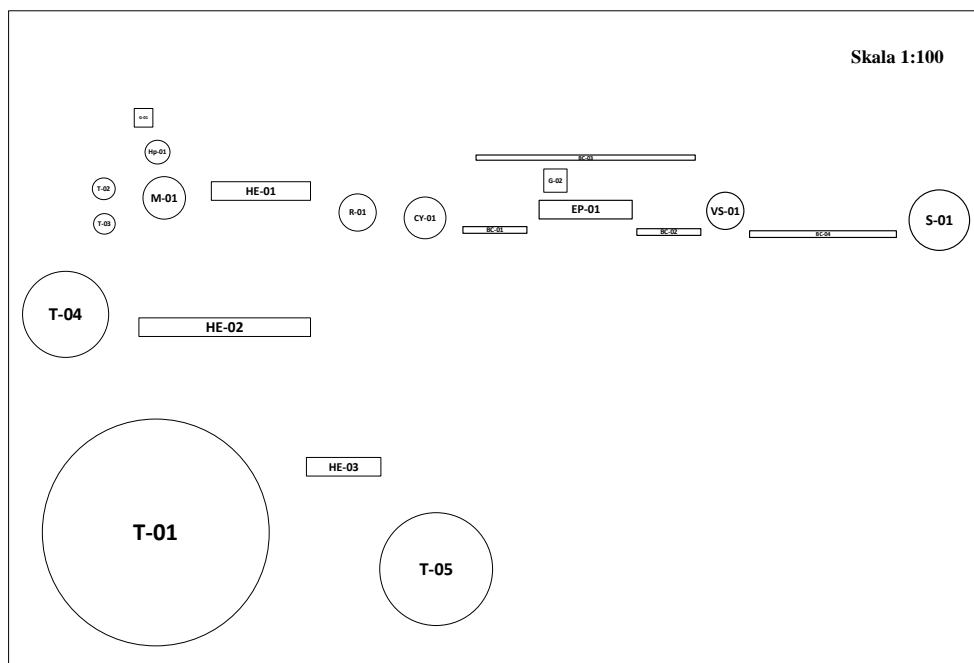
### 4.3 Tata Letak Mesin atau Alat Proses (Machines Layout)

Terdapat beberapa aspek yang perlu menjadi perhatian dalam perencanaan tata letak proses untuk memperoleh kondisi yang efisien, antara lain:

- a. Aliran bahan baku dan produk yang dirancang sesuai dengan alur proses sehingga dapat memberikan keuntungan ekonomi dan menunjang keoptimalan dan keamanan produksi.
- b. Memastikan sirkulasi udara di dalam dan sekitar area proses baik untuk menghindari terjadinya stagnasi yang merupakan penumpukan bahan kimia berbahaya yang mengancam keselamatan pekerja. Selain itu, arah hembusan angin juga perlu diperhatikan.
- c. Penerangan harus memadai terutama pada area berbahaya atau beresiko tinggi.
- d. Agar pekerja dapat menjangkau seluruh alat proses dengan cepat dan mudah maka perlu dipertimbangkan perancangan layout peralatannya, sehingga apabila terjadi gangguan pada alat proses dapat segera diperbaiki. Selain itu, keamanan pekerja harus diutamakan dalam menjalankan tugasnya.

- e. Pertimbangan ekonomi diperlukan dalam penempatan alat proses di pabrik, seperti mengupayakan penekanan biaya operasi dan menjamin kelancaran serta keamanan produksi pabrik sehingga dapat menguntungkan dari segi ekonomi.
- f. Jarak antar alat proses harus dipertimbangkan dalam perancangan layout. Untuk alat proses yang memiliki suhu dan tekanan operasi tinggi, sebaiknya dipisahkan dari alat proses lainnya, hal ini agar tidak membahayakan alat proses lain apabila terjadi ledakan pada alat tersebut.
- g. Perawatan (*Maintenance*) bertujuan dalam menjaga sarana atau fasilitas peralatan pabrik dengan dilakukan pemeliharaan dan perbaikan alat sehingga proses dapat berjalan dengan lancar, produktivitas menjadi tinggi dan dapat mencapai target produksi yang diharapkan.

Untuk tata letak dari alat proses dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4. 3 Tata Letak Alat Proses Pabrik

## **4.4 Organisasi Perusahaan**

### **4.4.1 Bentuk Perusahaan**

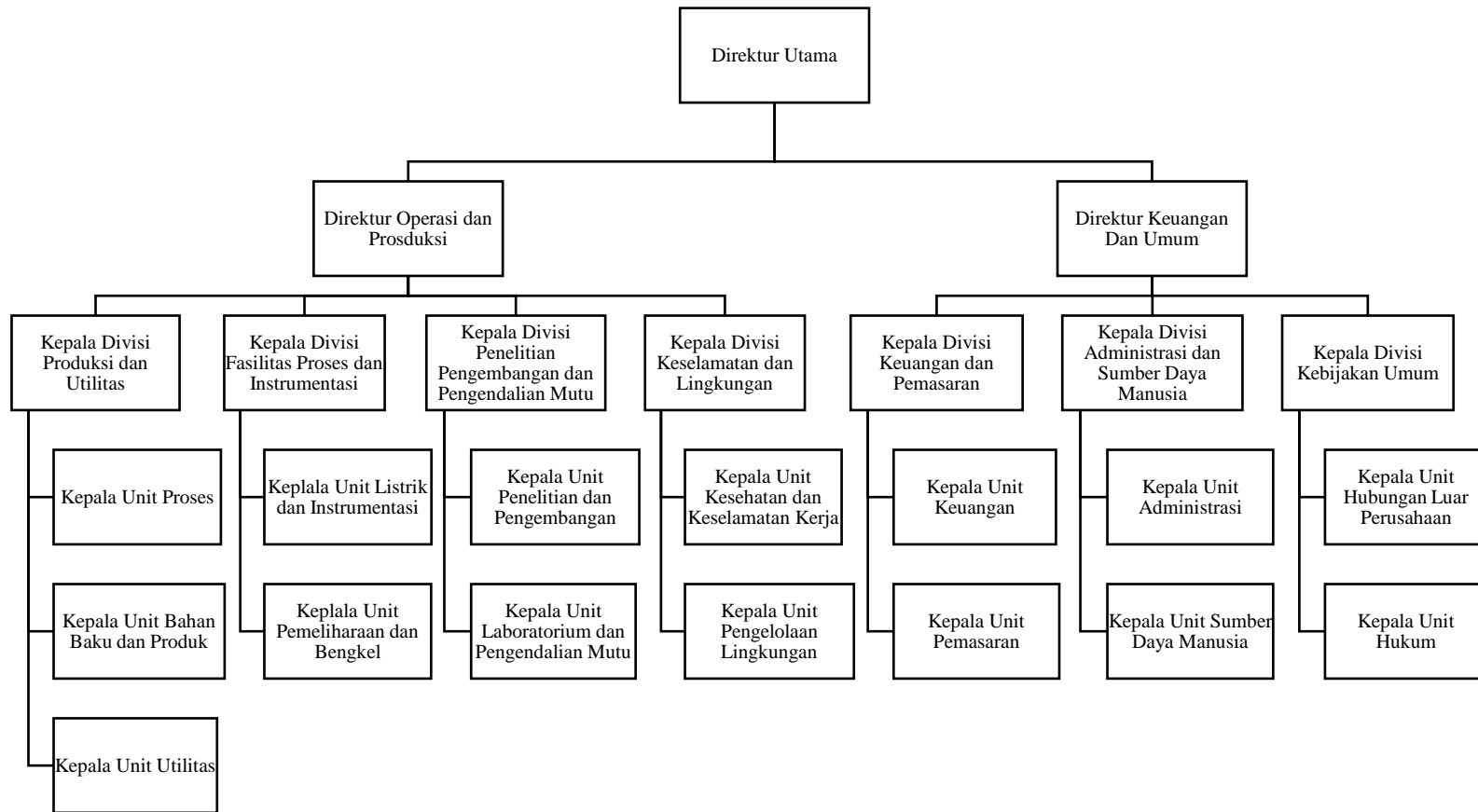
Pabrik Polypropylene direncanakan akan didirikan dengan bentuk Perseroan Terbatas (PT). Perseroan Terbatas merupakan suatu badan hukum yang didirikan berdasarkan kontrak antara dua pihak atau lebih (minimal dua orang) yang memberikan modal dalam bentuk saham. PT mempunyai kewenangan hukum untuk memisahkan harta kekayaan perusahaan dengan harta pribadi pemegang saham dan memberikan perlindungan hukum kepada pemiliknya. Tanggung jawab pemegang saham terbatas pada nilai nominal saham yang dimilikinya yang berarti apabila perusahaan mengalami kerugian atau hutang, pemegang saham hanya kehilangan jumlah yang mereka investasikan pada saham tersebut dan tidak lebih.

Alasan dipilihnya bentuk Perseroan Terbatas pada perusahaan ini dilatar belakangi atas beberapa pertimbangan dibawah ini:

- a. Tanggungjawab pemegang saham terbatas, sehingga kelancaran produksi dipegang oleh pimpinan perusahaan saja.
- b. Pemegang saham dan pengurus perusahaan terpisah satu sama lain.
- c. Mudah mendapatkan modal dengan menjual saham perusahaan.
- d. Lapangan usaha lebih luas
- e. Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin karena tidak berpengaruh dengan berhentinya pemegang saham, direksi dan staf perusahaan.
- f. Mudah bergerak di pasar global.

### **4.4.2 Struktur Organisasi**

Organisasi merupakan suatu wadah atau alat dimana masing-masing orang berpacu pada satu visi melakukan kegiatan untuk mencapai tujuan yang diharapkan. Struktur organisasi adalah gambaran secara sistematis tentang tugas dan tanggung jawab, serta hubungan antara bagian dalam perusahaan. Penyusunan struktur organisasi merupakan Langkah awal dalam memulai kegiatan organisasi, dengan kata lain penyusunan struktur organisasi merupakan langkah terencana dalam perusahaan untuk melakukan fungsi pengorganisasian, pengarahan, perencanaan, dan pengawasan. Struktur organisasi memberikan wewenang kepada setiap bagian / divisi untuk mengatur tugas dan sistem dalam pelaksanaan fungsi masing-masing. Gambar 4.4 menunjukkan struktur organisasi perusahaan mulai dari direksi sampai ke staf, struktur organisasi dapat dilihat pada gambar berikut



Gambar 4. 4 Struktur Organisasi Pabrik

#### 4.4.2.1 Tugas dan Wewenang

a. Pemegang Saham

Pemegang saham (pemilik perusahaan) merupakan beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi perusahaan tersebut. Kekuasaan tertinggi pada perusahaan berbentuk Perseroan Terbatas (PT) adalah rapat umum pemegang saham. Pada rapat umum tersebut para pemegang saham memiliki wewenang untuk mengangkat dan memberhentikan Dewan Komisaris, mengangkat dan memberhentikan Direktur, serta mengesahkan hasil usaha dan neraca perhitungan untung rugi tahunan dari perusahaan.

b. Dewan Komisaris

Dewan Komisaris merupakan anggota pelaksana dari pemilik saham, sehingga Dewan Komisaris akan bertanggung jawab terhadap pemilik saham. Tugas Dewan Komisaris antara lain menilai dan menyetujui rencana direksi tentang kebijaksanaan umum, mengawasi tugas Direktur Utama, dan membantu Direktur Utama dalam hal-hal penting.

c. Direktur Utama

Direktur Utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan memiliki tanggung jawab sepenuhnya terhadap perusahaan. Direktur Utama bertanggung jawab kepada Dewan Komisaris atas segala tindakan dan kebijaksanaan yang telah diambil sebagai pimpinan perusahaan. Direktur Utama membawahi Direktur Operasi dan Produksi serta Direktur Keuangan dan Umum.

d. Direktur Operasi dan Produksi

Direktur operasi dan produksi memiliki tugas dan wewenang dalam memimpin pelaksanaan kegiatan perusahaan yang berkaitan dengan bidang operasi dan produksi, teknik, penelitian dan pengembangan, pemeliharaan peralatan, pengadaan, dan manajemen kesehatan, keselamatan kerja, dan lingkungan.

e. Direktur Keuangan dan Umum

Direktur keuangan dan umum bertanggungjawab dan mengkoordinasi semua kegiatan yang berhubungan dengan administrasi, personalita, keuangan, pemasaran, dan humas.

f. Kepala Divisi

Kepala divisi memiliki tugas umum yaitu melakukan koordinasi, mengatur serta mengawasi pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai arahan dari pimpinan perusahaan. Masing-masing kepala divisi memiliki tugasnya sendiri sesuai dengan bidangnya. Tugas kepala divisi dapat dilihat pada tabel. 4.2.

Tabel 4. 2 Tugas masing-masing kepala divisi

<b>Posisi</b>	<b>Tugas</b>
Kepala Divisi Produksi dan Utilitas	Mengkoordinasikan kegiatan pabrik dalam bidang proses dan penyediaan bahan baku dan utilitas.
Kepala Divisi Fasilitas Proses dan Instrumentasi	Bertanggung jawab terhadap kegiatan pemeliharaan dan fasilitas penunjang kegiatan produksi

Lanjutan Tabel 4.2

Kepala Divisi Penelitian Pengembangan dan Pengendalian Mutu	Mengkoordinasikan kegiatan yang berhubungan dengan penelitian, pengembangan perusahaan, dan pengawasan mutu
Kepala Divisi Keselamatan, Kesehatan dan Lingkungan	Bertanggungjawab atas kegiatan yang berkaitan dengan keselamatan proses di pabrik, kesehatan pekerja, dan pengelolaan lingkungan
Kepala Divisi Keuangan dan Pemasaran	Bertanggungjawab dan mengkoordinasi kegiatan pengadaan barang, pemasaran, dan pembukuan keuangan.
Kepala Divisi Administrasi dan Sumber Daya Manusia	Bertanggungjawab dan mengkoordinasi kegiatan yang berkaitan dengan administrasi dan pengelolaan sumber daya manusia.
Kepala Divisi Kebijakan Umum	Bertanggungjawab dan berkoordinasi terkait kegiatan yang berhubungan dengan kebijakan perusahaan, peraturan, hukum, hubungan ke arah luar perusahaan dan keamanan.

---

g. Kepala Unit

Kepala unit adalah pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan rencana yang telah diatur dan disusun oleh para kepala divisi dari masing-masing bagian. Setiap kepala unit bertanggung jawab terhadap kepala divisi masing-masing sesuai dengan tugasnya. Tugas kepala unit dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Tugas masing-masing kepala unit

<b>Posisi</b>	<b>Tugas</b>
Kepala Unit Proses	Memimpin langsung serta memantau kelancaran proses produksi.
Kepala Unit Bahan baku dan Produk	Bertanggung jawab terhadap penyediaan bahan baku dan menjaga kemurnian bahan baku, serta mengontrol produk yang dihasilkan
Kepala Unit Utilitas	Bertanggung jawab terhadap penyediaan air, steam, bahan bakar, dan udara tekan baik untuk proses maupun instrumentasi
Kepala Unit Listrik dan Instrumentasi	Bertanggung jawab terhadap penyediaan listrik serta kelancaran alat-alat instrumentasi
Kepala Unit Pemeliharaan dan Bengkel	Bertanggung jawab atas kegiatan perawatan dan penggantian alat- alat serta fasilitas pendukungnya.
Kepala Unit Penelitian dan Pengembangan	Mengkoordinasi kegiatan-kegiatan yang berhubungan dengan peningkatan produksi dan efisiensi proses secara keseluruhan.
Kepala Unit Laboratorium dan Pengendalian Mutu	Menyelenggarakan pengendalian mutu untuk bahan baku, bahan pembantu, produk dan limbah.

Lanjutan Tabel 4.3

Kepala Unit Kesehatan dan Keselamatan Kerja	Mengurus masalah kesehatan karyawan dan keluarga, serta menangani masalah keselamatan kerja di perusahaan.
Kepala Unit Pengelolaan Lingkungan	Bertanggungjawab atas pengelolaan limbah dari pabrik, pengelolaan lingkungan sekitar pabrik, dan melakukan pengecekan berkala apakah terjadi pencemaran lingkungan.
Kepala Unit Keuangan	Bertanggung jawab terhadap pembukuan serta hal-hal yang berkaitan dengan keuangan perusahaan
Kepala Unit Pemasaran	Mengkoordinasikan kegiatan pemasaran produk dan pengadaan bahan baku pabrik.
Kepala Unit Administrasi	Bertanggungjawab atas administrasi perusahaan terkait pengarsipan data, agenda kantor, dan sebagainya
Kepala Unit Sumber Daya Manusia	Bertanggungjawab melakukan perekrutan karyawan baru dan bertugas melaksanakan pengembangan sumber daya manusia perusahaan.
Kepala Unit Hubungan Luar Perusahaan	Bertanggungjawab menyelenggarakan kegiatan relasi antar perusahaan, masyarakat, pemerintah, supplier, media, dan konsumen.

Kepala Unit Hukum Bertanggungjawab atas hukum perusahaan, peraturan, dan semua urusan terkait tuntutan hukum kepada dan dari perusahaan

---

#### 4.2.2.2 Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji

##### a. Penggolongan Jabatan

Masing-masing jabatan dan struktur organisasi diisi oleh orang-orang dengan spesifikasi pendidikan yang sesuai dengan jabatan dan tanggung jawab. Jenjang pendidikan karyawan yang diperlukan berkisar dari lulusan SMA hingga Sarjana S-2. Penggolongan jabatan berdasarkan jenjang pendidikan dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Penggolongan jabatan

<b>Jabatan</b>	<b>Pendidikan</b>
Direktur Utama	S-2
Direktur	S-2
Kepala Divisi	S-1
Kepala Unit	S-1
Dokter	S-2
Perawat	D-3/ D-4/ S-1
Karyawan	D-3/ S-1
Operator	SMK/ D-3/ S-1
Supir	SMA/ Sederajat
<i>Cleaning Service</i>	SMA/ Sederajat

Lanjutan Tabel 4.4

Satpam

SMA/ Sederajat

b. Sistem Gaji Karyawan

Pemberian upah yang akan dibayarkan kepada pekerja direncanakan dan diatur menurut tingkat pendidikan, status pekerjaan, dan tingkat golongan. Upah minimum pekerja yang diperoleh tidak kurang dari upah minimum kota yang diberlakukan oleh pemerintah (Upah Minimum Regional) dan pelaksanaannya sesuai dengan ketentuan yang berlaku pada perusahaan. Tingginya golongan yang disandang seorang karyawan menentukan besarnya gaji pokok yang diterima oleh karyawan tersebut. Karyawan akan mendapatkan kenaikan golongan secara berkala menurut masa kerja, jenjang pendidikan dan prestasi karyawan. Rincian gaji dari masing-masing bagian dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4. 5 Gaji karyawan

<b>Jabatan</b>	<b>Jumlah</b>	<b>Gaji / Bulan</b>	<b>Total Gaji</b>
Direktur Utama	1	Rp. 40.000.000	Rp. 40.000.000
Direktur Operasi dan Produksi	1	Rp. 30.000.000	Rp. 30.000.000
Direktur Keuangan dan Umum	1	Rp. 30.000.000	Rp. 30.000.000
Kepala Divisi Produksi dan Utilitas	1	Rp. 20.000.000	Rp. 20.000.000
Kepala Divisi Fasilitas Proses dan Instrumen	1	Rp. 20.000.000	Rp. 20.000.000
Kepala Divisi Penelitian dan Pengembangan Mutu	1	Rp. 20.000.000	Rp. 20.000.000

Lanjutan Tabel 4.5

Kepala Divisi Keselamatan, Kesehatan dan Lingkungan	1	Rp. 20.000.000	Rp. 20.000.000
Kepala Divisi Keuangan dan Pemasaran	1	Rp. 20.000.000	Rp. 20.000.000
Kepala Divisi Administrasi dan Sumber Daya Manusia	1	Rp. 20.000.000	Rp. 20.000.000
Kepala Divisi Kebijakan Umum	1	Rp. 20.000.000	Rp. 20.000.000
Kepala Unit Proses	1	Rp. 15.000.000	Rp. 15.000.000
Kepala Unit Bahan Baku dan Produk	1	Rp. 15.000.000	Rp. 15.000.000
Kepala Unit Utilitas	1	Rp. 15.000.000	Rp. 15.000.000
Kepala Unit Listrik dan Instrumentasi	1	Rp. 15.000.000	Rp. 15.000.000
Kepala Unit Pemeliharaan dan Bengkel	1	Rp. 15.000.000	Rp. 15.000.000
Kepala Unit Penelitian dan Pengembangan	1	Rp. 15.000.000	Rp. 15.000.000
Kepala Unit Laboratorium dan Pengendalian Mutu	1	Rp. 15.000.000	Rp. 15.000.000
Kepala Unit Kesehatan dan Keselamatan Kerja	1	Rp. 15.000.000	Rp. 15.000.000

Lanjutan Tabel 4.5

Kepala Unit Pengelolaan Lingkungan	1	Rp. 15.000.000	Rp. 15.000.000
Kepala Unit Keuangan	1	Rp. 15.000.000	Rp. 15.000.000
Kepala Unit Pemasaran	1	Rp. 15.000.000	Rp. 15.000.000
Kepala Unit Administrasi	1	Rp. 15.000.000	Rp. 15.000.000
Kepala Unit Sumber Daya Manusia	1	Rp. 15.000.000	Rp. 15.000.000
Kepala Unit Hubungan Luar Perusahaan	1	Rp. 15.000.000	Rp. 15.000.000
Kepala Unit Hukum	1	Rp. 15.000.000	Rp. 15.000.000
Karyawan Proses	5	Rp. 8.000.000	Rp. 40.000.000
Karyawan Bahan Baku dan Produk	4	Rp. 8.000.000	Rp. 32.000.000
Karyawan Utilitas	4	Rp. 8.000.000	Rp. 32.000.000
Karyawan Listrik dan Instrumentasi	4	Rp. 8.000.000	Rp. 32.000.000
Karyawan Pemeliharaan dan Bengkel	6	Rp. 8.000.000	Rp. 48.000.000
Karyawan Penelitian dan Pengembangan	2	Rp. 8.000.000	Rp. 16.000.000
Karyawan Laboratorium dan Pengendalian Mutu	2	Rp. 8.000.000	Rp. 16.000.000

Lanjutan Tabel 4.5

Karyawan Kesehatan dan Keselamatan Kerja	2	Rp. 8.000.000	Rp. 16.000.000
Karyawan Pengelolaan Lingkungan	2	Rp. 8.000.000	Rp. 16.000.000
Karyawan Keuangan	2	Rp. 8.000.000	Rp. 16.000.000
Karyawan Pemasaran	2	Rp. 8.000.000	Rp. 16.000.000
Karyawan Administrasi	2	Rp. 8.000.000	Rp. 16.000.000
Karyawan Sumber Daya Manusia	2	Rp. 8.000.000	Rp. 16.000.000
Karyawan Hubungan Luar Perusahaan	2	Rp. 8.000.000	Rp. 16.000.000
Karyawan Hukum	2	Rp. 8.000.000	Rp. 16.000.000
Operator	18	Rp. 11.000.000	Rp. 198.000.000
Supir	13	Rp. 4.000.000	Rp. 52.000.000
Karyawan Pemadam Kebakaran	4	Rp. 4.000.000	Rp. 16.000.000
<i>Cleaning Service</i>	12	Rp. 3.000.000	Rp. 36.000.000
Dokter	1	Rp. 12.000.000	Rp. 12.000.000
Perawat	3	Rp. 4.000.000	Rp. 12.000.000
Total	119	Rp. 613.000.000	Rp. 1.125.000.000

#### 4.4.2.3 Status Karyawan

Pada pabrik *Polypropylene* ini pemberian gaji karyawan berbeda-beda tergantung pada status karyawan, kedudukan, tanggung jawab dan keahlian. Pembagian karyawan pabrik dapat dibagi menjadi beberapa golongan antara lain:

- a. Karyawan tetap, merupakan karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan Surat Keputusan (SK) direksi dan mendapat gaji bulanan yang sesuai dengan kedudukan, keahlian dan masa kerja.
- b. Karyawan harian, merupakan karyawan yang diangkat dan diberhentikan tanpa Surat Keputusan (SK) direksi dan mendapat upah harian yang dibayar setiap akhir pekan.
- c. Karyawan Borongan, merupakan karyawan yang digunakan oleh perusahaan bila diperlukan saja. Karyawan ini menerima upah borongan untuk suatu pekerjaan.

#### **4.4.2.4 Jumlah dan Jadwal Kerja Karyawan**

Pabrik ini direncanakan beroperasi selama 330 hari dalam setahun dan 24 jam sehari. Sisa hari yang bukan hari libur digunakan untuk perbaikan (*Turn Around* atau *Shut Down*). Sedangkan pembagian jam kerja karyawan pada pabrik ini terbagi menjadi dua (2), antara lain karyawan *shift* dan karyawan *non-shift*.

- a. Karyawan *shift*

Karyawan *shift* merupakan karyawan yang langsung menangani proses produksi atau mengatur bagian tertentu dari pabrik yang memiliki hubungan dengan keamanan dan kelancaran produksi. Yang termasuk karyawan *shift* ini adalah operator produksi, sebagian dari bagian teknik, bagian gudang, bagian keamanan, dan bagian yang harus selalu siaga untuk menjaga keselamatan, keamanan dan keberlangsungan pabrik. Para karyawan *shift* bekerja secara bergantian sehari semalam. Karyawan *shift* dibagi dalam tiga (3) *shift* dengan pengaturan sebagai berikut.

*Shift* I = 08.00 - 16.00

Shift II = 16.00 - 24.00

Shift III = 24.00 - 08.00

Pembagian kelompok dan *shift* dapat dilihat pada Tabel 4.6.

~	Hari ke-														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A	I	I	II	II	III	III			I	I	II	II	III	III	
B	II	II	III	III			I	I	II	II	III	III			I
C	III	III			I	I	II	II	III	III			I	I	II
D			I	I	II	II	III	III			I	I	II	II	III
~	Hari ke-														
	16	17	19	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
A		I	I	II	II	III	III			I	I	II	II	III	III
B	I	II	II	III	III			I	I	II	II	III	III		
C	II	III	III			I	I	II	II	III	III			I	I
D	III			I	I	II	II	III	III			I	I	II	II

Keterangan:

A,B,C,D : Kelompok kerja *shift*

1,2,3,dst : Hari ke-



: Libur

b. Karyawan *non-shift*

Karyawan *non-shift* merupakan karyawan yang tidak menangani proses produksi secara langsung. Yang termasuk karyawan *non-shift* antara lain Direktur, Kepala Divisi, Kepala Unit serta bagian administrasi. Karyawan *non-shift* ini bekerja dengan rincian sebagai berikut.

Hari = Senin - Kamis

Pukul 08.00 - 12.00 (Jam kerja)

Pukul 12.00 - 13.00 (Istirahat)

Pukul 13.00 - 16.00 (Jam kerja)

Hari = Jum'at

Pukul 08.00 - 11.30 (Jam kerja)

Pukul 11.30 - 13.00 (Istirahat)

Pukul 13.00 - 16.00 (Jam kerja)

Hari = Sabtu, Minggu dan hari besar libur.

## **BAB V**

### **UTILITAS**

Unit pendukung proses atau sering disebut unit utilitas merupakan bagian penting yang menunjang berlangsungnya suatu proses dalam suatu pabrik. Dalam perancangan pabrik *Polypropylene* ( $C_3H_6$ )<sub>n</sub> unit pendukung proses yang dibutuhkan antara lain:

1. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (*Water Treatment System*)
2. Unit Penyediaan Air Pemanas (*Steam System*)
3. Unit Pembangkit Listrik (*Power Plant System*)
4. Unit Penyedia Udara Tekan
5. Unit Penyedia Bahan Bakar
6. Unit Pengolahan Limbah

#### **5.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air**

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

Unit penyediaan air merupakan bagian dari utilitas yang bertugas untuk menyediakan air kebutuhan industri maupun rumah tangga. Dalam perancangan pabrik *Polypropylene* ( $C_3H_6$ )<sub>n</sub>, sumber air yang dipilih berasal dari sungai Ciujung, di kawasan Kabupaten Serang dengan beberapa alasan sebagai berikut:

- a. Air dari sungai memiliki kontinuitas yang lebih stabil dibandingkan dengan air sumur, sehingga resiko kekurangan air dapat dihindari.
- b. Pengolahan air sungai lebih sederhana dan biayanya lebih murah dibandingkan dengan pengolahan air laut yang lebih kompleks dan mahal, karena air laut mengandung lebih banyak garam dan mineral yang perlu dipisahkan.

- c. Volume air sungai umumnya lebih besar dibandingkan dengan air sumur.
- d. Lokasi sungai yang berada dekat dengan lokasi pabrik juga menjadi pertimbangan penting.

Air sungai yang digunakan di pabrik meliputi air proses, air domestik, dan air umpan boiler. Air proses diperlukan untuk mendukung kebutuhan air selama operasi alat proses sehingga tidak akan terjadi pemberhentian selama kegiatan produksi. Air domestik digunakan untuk kebutuhan perkantoran dan lingkungan pabrik.

### **5.1.2 Unit Pengolahan Air**

Dalam perencanaan pabrik ini, sumber kebutuhan air berasal dari sungai yang terletak dekat dengan lokasi pabrik. Sebelum digunakan, air sungai tersebut harus melalui proses pengolahan untuk memenuhi standar spesifikasi air yang diperlukan di lingkungan pabrik. Tahapan dalam proses pengolahan air tersebut meliputi:

- a. Penyaringan awal

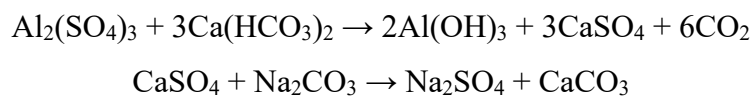
Sebelum dilakukan proses pengolahan, air dari sungai perlu melalui tahap penyaringan awal untuk memastikan proses selanjutnya berjalan dengan efektif. Penyaringan ini bertujuan untuk menghilangkan padatan seperti sampah, plastik, daun, dan material lain yang terbawa oleh air. Setelah tahap penyaringan awal, air kemudian dialirkan ke bak pengendap.

- b. Bak pengendap

Bak pengendap berfungsi untuk mengendapkan lumpur dan kotoran air sungai yang tidak tersaring pada tahap penyaringan awal.

- c. Bak pencampur cepat

Air sungai yang telah melewati bak pengendap awal, kemudian dialirkan ke bak pencampur cepat. Di sini, proses dilakukan untuk menggumpalkan koloid tersuspensi dalam cairan (larutan) yang tidak mengendap di bak pengendap. Hal ini dicapai dengan menambahkan senyawa kimia, biasanya flokulan seperti tawas ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ) dan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . Adapun reaksi yang terjadi pada bak pencampur cepat adalah:



d. *Clarifier*

Air yang telah melalui proses di bak pencampur cepat kemudian dipindahkan ke clarifier untuk memisahkan gumpalan dari bak pencampur cepat dengan cara mengendapkan. Di *clarifier*, air yang mengalir diaduk dengan pengaduk yang telah diatur. Air bersih yang keluar dari *clarifier* melalui bagian samping secara *overflow*, sementara *sludge* yang terbentuk akan mengendap secara gravitasi. Sludge ini kemudian dikeluarkan melalui proses *blowdown* secara berkala sesuai waktu yang telah ditentukan.

e. Bak penyaring (*Sand filter*)

Setelah melalui proses *clarifier*, air yang dihasilkan dialirkan ke bak penyaring untuk menghilangkan partikel halus yang masih tersisa dan belum terendapkan. Proses penyaringan ini dilakukan menggunakan *sand filter* yang terdiri dari lapisan *active carbon*, antrasit, pasir, dan kerikil sebagai media penyaring.

f. Bak air bersih

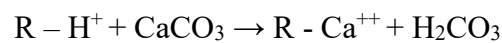
Bak air bersih ini untuk menampung air yang telah di proses untuk kebutuhan domestik. Kebutuhan air domestik digunakan untuk kantor dan lingkungan, seperti kebutuhan air kantor, air service dan air rumah tangga. Air diitampung di bak air bersih sebelum dialirkan ke domestik.

g. Demineralisasi

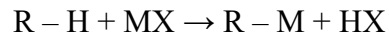
Demineralisasi adalah teknologi pengolahan air yang bertujuan menghilangkan mineral dari air. Teknologi ini sering digunakan dalam proses pertukaran ion untuk menghilangkan kontaminan mineral secara menyeluruh, hingga mendekati angka nol. Proses demineralisasi dilakukan dengan menggunakan resin penukar kation (*cation exchanger*) dan penukar anion (*anion exchanger*).

1. Tangki *cation exchanger*

Air dari bak air bersih digunakan sebagai *make-up boiler* dan kemudian dialirkan ke tangki *cation exchanger*. Di dalam *cation exchanger*, air yang mengalir melalui resin kation yang bermuatan positif akan mengalami pertukaran ion positif dengan resin tersebut. Reaksi yang terjadi dalam *cation exchanger* sebagai berikut:



Dalam jangka waktu tertentu, resin kation pada *cation exchanger* akan menjadi jenuh dan perlu dilakukan regenerasi. Regenerasi dilakukan menggunakan Dowex, yang dapat meningkatkan efisiensi regenerasi, kapasitas, serta mengurangi penggunaan regenerant. Proses regenerasi Dowex menggunakan HCl 33%, dan reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



Dengan:

R = Resin dowex

R - H = Resin dowex mengikat kation

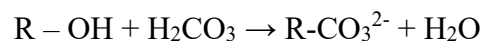
MX = Mineral yang terkandung dalam air.

R - M = Resin dalam kondisi mengikat kation

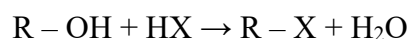
HX = Asam mineral terbentuk setelah air melewati resin kation.

## 2. Tangki *anion exchanger*

Air yang keluar dari tangki kation kemudian dialirkan ke tangki *anion exchanger*. Tangki ini berfungsi untuk mengikat ion negatif (anion) yang terlarut dalam air menggunakan resin yang bersifat basa. Reaksi yang terjadi dalam tangki *anion exchanger* adalah sebagai berikut:



Dalam jangka waktu tertentu, resin anion pada *anion exchanger* akan menjadi jenuh dan memerlukan regenerasi. Regenerasi ini dilakukan dengan menggunakan Dowex, yang efektif dalam meningkatkan efisiensi regenerasi, kapasitas, serta mengurangi penggunaan regenerant. Proses regenerasi Dowex menggunakan larutan NaOH 40%, dan reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:

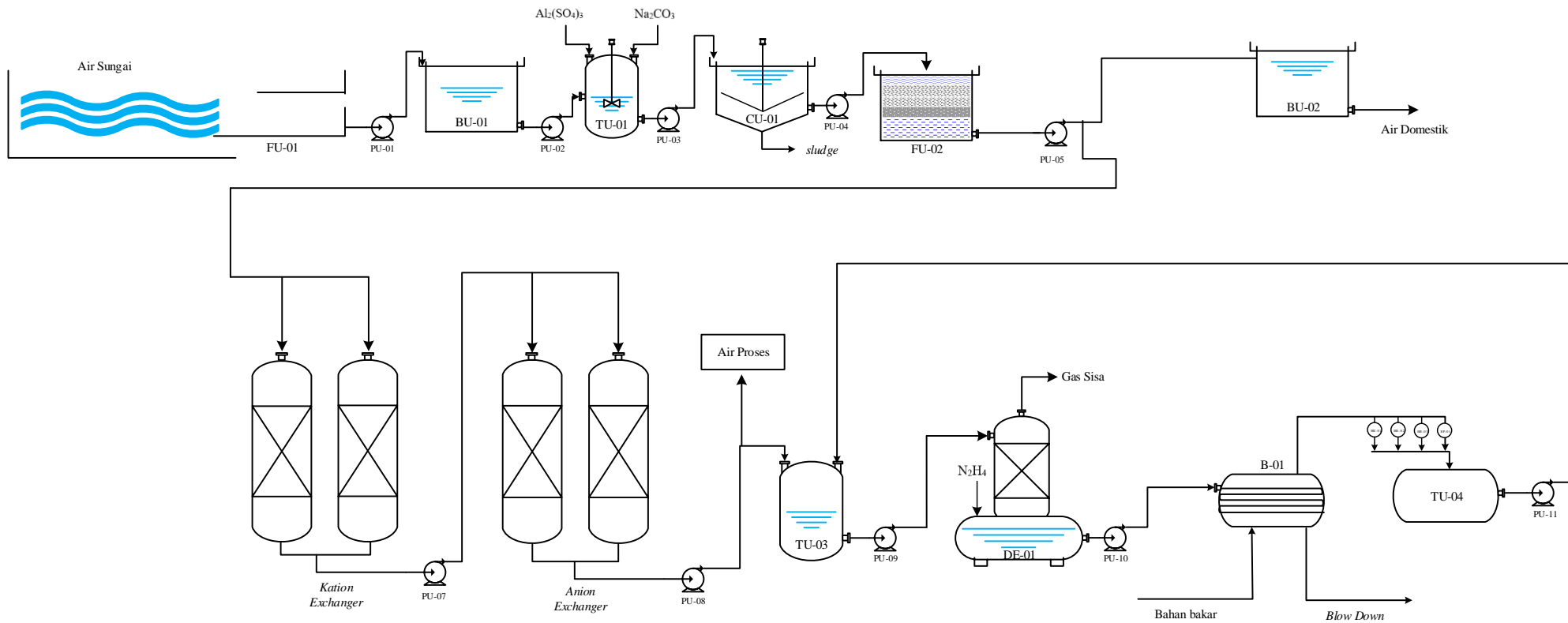


Dengan:

R = Resin dowex

R – OH = Resin dowex mengikat anion

R – X = Resin dalam kondisi mengikat anion



Gambar 5. 1 Diagram Alir Proses Pengolahan Air

### 5.1.3 Kebutuhan Air

Dalam perancangan pabrik, kebutuhan air terbagi menjadi beberapa media. Antara lain air sebagai media pendingin, air sebagai media steam, air untuk kantor, dan air untuk keperluan lingkungan.

Tabel 5. 1 Kebutuhan air proses

<b>Alat</b>	<b>Kebutuhan air (kg/jam)</b>
Extruder Pelletizer	1749,14
<b>Total</b>	<b>1749,14</b>

Tabel 5. 2 Air sebagai media pemanas

<b>Alat</b>	<b>Kebutuhan Air (kg/jam)</b>
HE-01	0,36
HE-02	9,38
HE-03	943,62
<i>Extruder Pelletizer</i>	6246,86
<b>Total</b>	<b>8640,27</b>

Selain digunakan sebagai media pendingin dan pemanas, air juga diperlukan untuk keperluan domestik dan lingkungan. Kebutuhan air domestik mencakup kebutuhan untuk perkantoran dan kebutuhan air karyawan.

- a. Kebutuhan Air untuk Karyawan

Menurut standar WHO, kebutuhan air per orang berkisar antara 100 hingga 200 liter per hari. Untuk perhitungan ini, diasumsikan kebutuhan air per orang adalah 100 liter per hari. Dengan jumlah karyawan sebanyak 119 orang dirancang ketersediaan jatah air 150 orang, maka kebutuhan air totalnya adalah:

Kebutuhan air per orang = 100 liter per hari

Jumlah karyawan = 150 orang

$$\begin{aligned}
 \text{Total kebutuhan air} &= \text{Jumlah karyawan} \times \text{Kebutuhan per orang} \\
 &= 150 \text{ orang} \times 100 \text{ liter per hari} \\
 &= 15.000 \text{ liter per hari} \\
 &= 15.000 \text{ kg per hari} \\
 &= 625,00 \text{ kg per jam}
 \end{aligned}$$

b. Kebutuhan Air untuk Lingkungan

Kebutuhan air dalam perencanaan ini, diasumsikan kebutuhan air untuk lingkungan adalah 3500 kg/hari. Kebutuhan air untuk lingkungan mencakup kebutuhan untuk bengkel, klinik, laboratorium, dan kebutuhan lainnya.

Tabel 5. 3 Total kebutuhan air unit utilitas

Kebutuhan	Jumlah (kg/jam)
Air Proses	1749,14
Air Steam ( <i>Steam Water</i> )	8640,27
Air Domestik dan Kebutuhan Lain	1825,00

Lanjutan Tabel 5.3

<b>Total</b>	<b>12214,41</b>
--------------	-----------------

---

## 5.2 Unit Pembangkit Steam

Air dari tangki deaerator disalurkan ke boiler untuk menghasilkan steam. Tujuan unit ini adalah untuk memenuhi kebutuhan steam dalam proses produksi dengan menyediakan boiler yang dapat memproduksi steam sebanyak 8640,27 kg/jam. Steam yang dihasilkan dari boiler digunakan sebagai media pemanas. Uap ini kemudian dialirkan ke alat heat exchanger untuk pemanasan, dan hasil pemanasan berupa embunan dikumpulkan ke dalam tangki kondensat. Embunan ini kemudian dipompa kembali ke tangki umpan boiler.

## 5.3 Unit Pembangkit Listrik

Pabrik *Polypropylene* ( $C_3H_6$ )<sub>n</sub> memperoleh kebutuhan listrik dari dua sumber utama, yaitu Perusahaan Listrik Negara (PLN) dan generator. Generator berfungsi sebagai sumber cadangan ketika terjadi gangguan pada PLN. Selain sebagai sumber cadangan, generator juga digunakan untuk menggerakkan peralatan penting seperti boiler dan pompa, untuk memastikan pasokan listrik tetap kontinu meskipun ada masalah dengan PLN. Listrik dari PLN biasanya lebih murah, namun ada kekurangan dalam hal keandalan pasokan dan kestabilan tenaga. Unit pembangkit listrik bertugas untuk memenuhi kebutuhan listrik yang mencakup:

- a. Kebutuhan pabrik (alat proses dan utilitas) = 23,71 kW
- b. Keperluan tambahan lainnya = 50 kW

Dengan demikian, total kebutuhan listrik adalah 73,71 kW. Jika PLN mengalami gangguan, generator dapat digunakan sebagai cadangan dengan kapasitas daya sebesar 100 kW. Prinsip kerja dari diesel dengan membakar solar dan udara melalui proses kompresi untuk menghasilkan panas. Panas ini kemudian dikonversi menjadi energi mekanik untuk memutar poros engkol, yang dihubungkan dengan generator untuk menghasilkan tenaga listrik.

#### **5.4 Unit Penyedia Udara Tekan**

Udara tekan diperlukan untuk pemakaian alat *pneumatic control*. Total kebutuhan udara tekan diperkirakan 31,78 m<sup>3</sup>/jam.

#### **5.5 Unit Penyedia Bahan Bakar**

Bahan bakar diperlukan untuk berbagai keperluan, termasuk pembakaran pada boiler. Pada perancangan pabrik *polypropylene* bahan bakar yang digunakan solar sebagai bahan bakar sebanyak 631,80 kg/jam.

#### **5.6 Unit Pengolahan Limbah**

Pemilihan sistem pengolahan limbah disesuaikan dengan karakteristik limbah, dimana proses harus aman dan tidak menimbulkan bahaya bagi pekerja dan lingkungan serta dipertimbangkan untuk biaya seefisien mungkin. Limbah hasil dari operasi pabrik ini berupa limbah cair dan gas yang harus diolah terlebih dahulu hingga memenuhi baku mutu lingkungan sebelum dibuang ke lingkungan. Limbah yang dihasilkan pabrik ini adalah sebagai berikut:

##### **5.6.1 Limbah Cair**

- a. Air berminyak dan minyak mesin proses

Air berminyak ini berasal dari pompa. Minyak tersebut awalnya digunakan sebagai minyak pelumas pada pompa. Pemisahan dilakukan berdasarkan perbedaan berat jenis. Minyak di bagian atas dikumpulkan dan ditampung dalam tangka, sedangkan minyak di bagian bawah dialirkan ke penampungan akhir yang kemudian akan di buang

b. Air regenerasi dan backwash dari unit demineralisasi

Air sisa regenerasi dan *backwash* dari unit demineralisasi biasanya memiliki pH asam/basa. Sebelum air tersebut dibuang ke lingkungan, air tersebut harus dinetralisasi agar tidak mencemari lingkungan. Air tersebut dinetralkan dalam kolam penetralan dengan menggunakan HCl jika pH dari 7,0. Selanjutnya, air yang sudah netral dialirkan ke penampungan akhir Bersama-sama dengan aliran pengolahan yang lain.

c. Air buangan sanitasi

Air buangan sanitasi dikumpulkan pada suatu tempat dan diolah dalam unit stabilisasi dengan menggunakan lumpur aktif. Setelah itu, air diaerasi menjadi tempat tumbuh dan berkembang biak bakteri Dimana diharapkan bakteri dapat mengurangi senyawa organik yang terkandung dalam air sehingga dapat mengurangi potensi bahaya. Kemudian setelah dilakukan aerasi, dan diberi desinfektan kalsium hipoklorit untuk mematikan bakteri-bakteri yang ada.

### 5.6.2 Limbah Padat

Limbah padat berasal dari proses yang akan dikumpulkan di *landfill* dan limbah padat seperti pasir atau lumpur yang dihasilkan dari unit pengolahan air akan dimanfaatkan sebagai penimbun.

### **5.6.3 Limbah Gas**

Limbah gas terdiri dari gas hasil pembakaran boiler dan gas sisa keluaran *cyclone* (CY-01). Penangan limbah gas ini secara umum dilakukan dengan pembakaran di menara pembakara (flare) sebelum dilepas ke atmosfer.

## **BAB VI**

### **EVALUASI EKONOMI**

Evaluasi ekonomi bertujuan untuk mengetahui apakah pabrik yang didirikan merupakan investasi yang layak dan menguntungkan atau malah merugikan. Faktor-faktor yang perlu diperhatikan dalam evaluasi ekonomi suatu pabrik antara lain:

- a. Return On Investment (ROI)
- b. Pay Out Time (POT)
- c. Break Event Point (BEP)
- d. Shut Down Point (SDP)
- e. Discount Cash Flow Rate of Return (DCFR)

Sebelum pabrik didirikan, perlu dilakukan analisa ekonomi terlebih dahulu, sehingga perlu adanya perkiraan terhadap beberapa hal berikut:

1. Penentuan Modal Industri (Total Capital Investment) yang meliputi:
  - a) Modal Tetap (Fixed Capital Investment)
  - b) Modal Kerja (Working Capital Investment)
2. Penentuan Biaya Produksi yang meliputi:
  - a) Biaya Pembuatan (Manufacturing Cost)
  - b) Biaya Pengeluaran Umum (General Expenses)

Perlu diperhatikan juga terhadap beberapa hal untuk mengetahui titik impas dari pendirian suatu pabrik. Hal-hal tersebut antara lain:

- a. Biaya Tetap (*Fixed Cost*)
- b. Biaya Variabel (*Variable Cost*)
- c. Biaya Mengambang (*Regulated Cost*)

## 6.1 Penaksiran Harga Alat

Harga setiap alat yang digunakan akan mengalami perubahan setiap tahunnya. Oleh karena itu, untuk mengetahui harga masing-masing alat, diperlukan suatu metode untuk memperkirakan harga peralatan pada tahun yang didirikan dan perlu diketahui indeks harga alat pada tahun tersebut.

Indeks harga pada tahun perencanaan ditentukan dengan metode regresi linear terhadap index harga tahun sebelumnya. Data index tersebut dapat diperoleh dari Chemical Engineering Plant Cost (CEPCI) seperti yang tertera pada Tabel 6.1 berikut:

Tabel 6. 1 Data index CEPCI

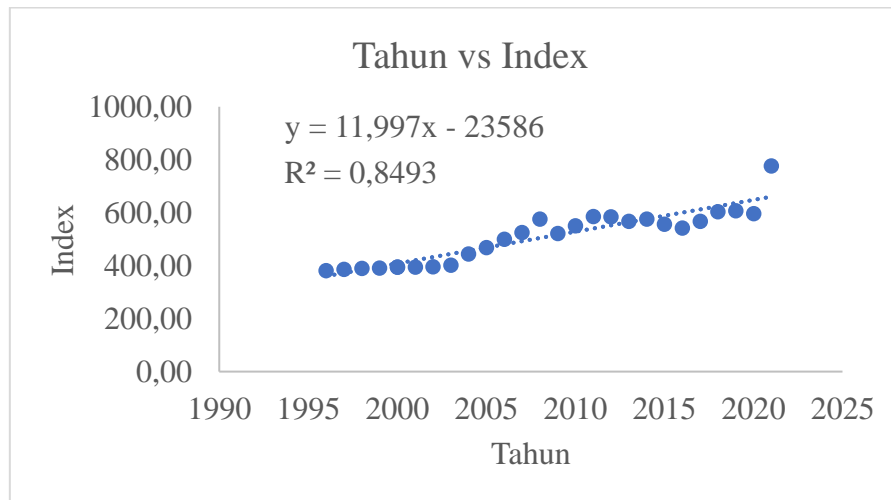
Tahun (X)	Indeks (Y)
1996	381,70
1997	386,50
1998	389,50
1999	390,60
2000	394,10
2000	394,10
2001	394,30
2002	395,60
2003	402,00
2004	444,20
2005	468,20
2006	499,60
2007	525,40

Lanjutan Tabel 6.1

2008	575,40
2009	521,90
2010	550,80
2011	585,70
2012	584,60
2013	567,30
2014	576,10
2015	556,80
2016	541,70
2017	567,50
2018	603,10
2019	607,50
2020	596,20
2021	776,30

---

Berdasarkan Tabel 6.1, maka diperoleh persamaan regresi linear sebagai berikut:



Gambar 6. 1 Grafik Regresi Linear Index

$$y = 11.997x - 23586 \quad (6.1)$$

Rencana pendirian pabrik polypropylene dengan kapasitas 312000 ton/tahun yaitu pada tahun 2030. Dengan menggunakan persamaan 6.1 di atas, diperoleh harga index pada tahun 2030 sebesar 767,91. Persamaan yang digunakan untuk menghitung harga alat adalah sebagai berikut:

$$Ex = \frac{Nx}{Ny} \quad (6.2)$$

Dimana:

Ex = harga pembelian pada tahun pembelian

Ey = harga pembelian pada tahun referensi

Nx = index harga pada tahun pembelian

Ny = index harga pada tahun referensi

## 6.2 Dasar Perhitungan

Kapasitas pabrik = 312.000 ton/tahun

Satu tahun operasi = 330 hari

Umur pabrik	= 10 tahun
Tahun pendirian pabrik	= 2030
Kurs mata uang per tanggal 19 Agustus 2024	= 1 US \$ = Rp.15.546
	( <a href="https://g.co/finance/USD-IDR">https://g.co/finance/USD-IDR</a> )
Upah buru asing	= US\$ 10/man hour
Upah buruh indonesia	= 20.000/man hour
Harga bahan baku propilen	= Rp. 16.000/kg
Harga TiCl <sub>4</sub>	= Rp. 16.000/kg
Harga MgCl <sub>2</sub>	= Rp. 16.000/kg
Harga TEAL	= Rp. 48.000/kg
Harga Hidrogen	= Rp. 21.000/kg
Harga Nitrogen	= Rp. 14.500/kg
Harga Produk <i>Polypropylene</i>	= Rp. 23.500/kg

## 6.3 Perhitungan Biaya

### 6.3.1 Capital Investment

Capital investment adalah total biaya pengeluaran yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas-fasilitas pabrik dan pengoperasian pabrik. Capital investment terdiri atas:

- a. Fixed Capital Investment merupakan total biaya pengeluaran yang digunakan untuk mendirikan fasilitas-fasilitas pabrik.

- b. Working Capital Investment merupakan total biaya pengeluaran yang diperlukan untuk menjalankan operasi dari suatu pabrik selama waktu yang ditentukan.

### **6.3.2 Manufacturing Cost**

Manufacturing cost merupakan biaya yang diperlukan untuk kegiatan produksi suatu produk. Manufacturing cost terdiri atas direct, indirect, dan fixed manufacturing cost yang berkaitan dengan proses pembuatan produknya. Menurut Aries, manufacturing cost meliputi:

- a. Direct Manufacturing Cost adalah biaya yang berhubungan langsung dengan pembuatan produk seperti raw material, labor cost, supervisor, maintenance cost, plant supplies, royalties and patent, dan cost of utilities.
- b. Indirect Manufacturing Cost adalah total biaya pengeluaran secara akrobat tidak langsung karna operasional seperti payroll overhead, laboratory, plant overhead, packaging, dan shipping.
- c. Fixed Manufacturing Cost adalah total biaya yang bersifat tetap, yang tidak dipengaruhi oleh tingkat produksi dan waktu atau pengeluaran ketika pabrik beroperasi maupun tidak beroperasi.
- d. General Expense adalah pengeluaran secara umum meliputi pengeluaran yang berkaitan dengan fungsi dari Perusahaan yang tidak termasuk dalam manufacturing cost seperti administration, sales expense, research, dan finance

## 6.4 Analisa Kelayakan

Analisa kelayakan bertujuan untuk menentukan layak atau tidaknya suatu pabrik didirikan. Analisa kelayakan pabrik *polypropylene* dapat dilihat dari parameter-parameter ekonomi. Berikut cara yang dilakukan:

### 6.4.1 Return On Investment (ROI)

*Return on investment* adalah perkiraan keuntungan yang akan diperoleh setiap tahunnya berdasarkan kecepatan pengembalian modal tetap yang diinvestasikan. Return on investment dinyatakan dalam persentase (%) terhadap modal yang tetap. Persamaan yang digunakan yaitu:

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

Keuntungan atau profit yang dihitung berdasarkan annual sales ( $S_a$ ) dan total manufacturing cost. Finance akan dihitung sebagai komponen yang berisikan pengembalian hutang selama Pembangunan pabrik. Pabrik dengan resiko rendah memiliki minimum ROI before tax sebesar 11% sedangkan pada pabrik dengan resiko tinggi memiliki minimum ROI before tax sebesar 44%.

### 6.4.2 Pay Out Time (POT)

*Pay out time* adalah lama waktu pengembalian modal yang dihasilkan berdasarkan keuntungan yang diperoleh. Perhitungan ini bertujuan untuk mengetahui pada tahun berapa modal investasi akan kembali. Persamaan yang digunakan untuk menghitung nilai POT adalah:

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

Pada pabrik dengan resiko rendah memiliki nilai POT maksimal 5 tahun, sedangkan pabrik dengan resiko tinggi memiliki nilai POT maksimal 2 tahun.

#### 6.4.3 Break Event Point (BEP)

*Break event point* adalah titik impas dimana pabrik tidak mengalami keuntungan atau kerugian. Pada kondisi tersebut, pada saat sales sama dengan total cost. Pabrik akan mengalami kerugian jika beroperasi dibawah nilai BEP, dan akan mengalami keuntungan apabila beroperasi di atas nilai BEP. Umumnya nilai BEP berkisar antara 40-60%. Persamaan yang digunakan untuk menghitung BEP adalah sebagai berikut:

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

Dimana:

Fa : *Annual Fixed Manufacturing Cost* pada produksi maksimum

Ra : *Annual Regulated Expenses* pada produksi maksimum

Va : *Annual Variable Value* pada produksi minimum

Sa : *Annual Sales Value* pada produksi minimum

#### 6.4.4 Shut Down Point (SDP)

*Shut down point* adalah titik dimana suatu kegiatan produksi harus dihentikan karena beberapa faktor seperti keputusan manajemen karena kegiatan produksi yang tidak ekonomis, atau akibat dari variable cost yang terlalu tinggi. Kemudian jika dalam setahun pabrik tidak bisa mencapai kapasitas minimum yang diinginkan maka operasi pabrik harus dihentikan. Hal tersebut karena biaya yang harus dikeluarkan akan lebih mahal dibanding dengan biaya yang digunakan untuk fixed cost dan menutup pabrik. Persamaan yang digunakan untuk menghitung SDP adalah:

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

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

*Discounted cash flow rate of return* adalah perkiraan keuntungan yang diperoleh setiap tahunnya. Didasarkan atas investasi yang tidak kembali setiap akhir tahun selama umur pabrik. Persamaan yang digunakan untuk mencari nilai DCFR adalah:

$$(FC + WC) = \frac{C}{(1+i)} + \frac{C}{(1+i)^2} + \dots + \frac{C}{(1+i)^n} + \frac{WC}{(1+i)^n} + \frac{SV}{(1+i)^n}$$

Dimana:

FC = Fixed Capital

WC = Working Capital

SV = Salvage Value

n = Umur Pabrik

i = Nilai DCFR

#### 6.5 Hasil Perhitungan

Pendirian pabrik polypropylene memerlukan perencanaan keuangan dan analisis yang baik untuk meninjau apakah pabrik layak untuk didirikan atau tidak.

Tabel 6. 2 *Physical plant cost* (PPC)

No	Komponen	Biaya
1	<i>Purchased Equipment Cost</i>	Rp. 68.278.902.262,98
2	<i>Delivered Equipment Cost</i>	Rp. 17.069.725.565,74
3	<i>Instalasi Cost</i>	Rp. 40.568.959.920,13
4	<i>Piping Cost</i>	Rp. 66.158.246.345,71

5	<i>Instrumentation Cost</i>	Rp. 21.689.896.149,09
6	<i>Insulation Cost</i>	Rp. 6.065.424.916,14
7	<i>Electrical Cost</i>	Rp. 789.288.367,57
8	Bangunan	Rp. 37.340.000.000,00
9	<i>Land and Yard Improvement</i>	Rp. 35.939.750.000,00
<b>Total</b>		<b>Rp. 293.900.193.527,36</b>

Tabel 6. 3 *Direct plant cost*

No	Komponen	Biaya
1	<i>Physical plant cost</i>	Rp. 293.900.193.527,36
2	<i>Engineering &amp; Construction</i>	Rp. 146.950.096.763,68
<b>DPC = PPC + Engineering &amp; Construction</b>		<b>Rp. 440.850.290.291,04</b>

Tabel 6. 4 *Fixed capital investment*

No	Komponen	Biaya
1	<i>Direct plant cost</i>	Rp. 440.850.290.291,04
2	<i>Contractor fee</i>	Rp. 44.085.029.029,10
3	<i>Contingency</i>	Rp. 66.127.543.543,66
<b>Total</b>		<b>Rp. 551.062.862.863,80</b>

Tabel 6. 5 *Working Capital*

No	Komponen	Biaya
1	<i>Raw material inventory cost</i>	Rp. 454.194.265.324,37
2	<i>Inprocess inventory cost</i>	Rp. 2.531.117.392,23

3	<i>Product inventory cost</i>	Rp. 16.874.115.948,22
4	<i>Extended credit</i>	Rp. 22.218.181.818,18
5	<i>Available cash</i>	Rp. 506.223.478.446,60
<b>Total</b>		<b>Rp. 1.002.041.158.929,60</b>

Tabel 6. 6 *Direct manufacturing cost*

No	Komponen	Biaya
1	<i>Raw material cost</i>	Rp. 4.995.027.209.104,00
2	Tenaga kerja	Rp. 13.500.000.000,00
3	<i>Supervisor cost</i>	Rp. 1.350.000.000,00
4	<i>Maintenance cost</i>	Rp. 55.106.286.286,38
5	<i>Plant supplies cost</i>	Rp. 5.510.628.628,64
6	<i>Royalties and patent cost</i>	Rp. 366.600.000.000,00
7	<i>Utilities</i>	Rp. 1.091.868.448,46
<b>Total</b>		<b>Rp. 5.438.203.833.483,03</b>

Tabel 6. 7 *Indirect manufacturing cost*

No	Komponen	Biaya
1	<i>Payroll overhead</i>	Rp. 1.350.000.000,00
2	<i>Laboratory cost</i>	Rp. 1.350.000.000,00
3	<i>Plant overhead cost</i>	Rp. 9.450.000.000,00
4	<i>Shipping and Packaging</i>	Rp. 36.660.000.000
<b>Total</b>		<b>Rp. 47.595.000.000,00</b>

Tabel 6. 8 *Fixed manufacturing cost*

No	Komponen	Biaya
1	<i>Depreciation</i>	Rp. 55.106.286.286,38
2	<i>Property taxes</i>	Rp. 22.042.514.514,55
3	<i>Insurance cost</i>	Rp. 5.510.628.628,64
<b>Total</b>		<b>Rp. 82.659.429.429,57</b>

Tabel 6. 9 *Manufacturing cost*

No	Komponen	Biaya
1	<i>Direct manufacturing cost (DMC)</i>	Rp. 5.438.203.833.483,03
2	<i>Indirect manufacturing cost (IMC)</i>	Rp. 47.595.000.000,00
3	<i>Fixed manufacturing cost (FMC)</i>	Rp. 82.659.429.429,57
<b>Total</b>		<b>Rp. 5.568.458.262.912,60</b>

Tabel 6. 10 *General expense*

No	Komponen	Biaya
1	<i>Administration</i>	Rp. 334.107.495.774,76
2	<i>Sales expense</i>	Rp. 835.268.739.436,89
3	<i>Research</i>	Rp. 41.763.436.971,84
4	<i>Finance</i>	Rp. 155.310.402.179,34
<b>Total</b>		<b>Rp. 1.366.450.074.362,83</b>

Tabel 6. 11 Total *production cost*

No	Komponen	Biaya
1	<i>Manufacturing cost</i>	Rp. 5.568.458.262.912,60
2	<i>General expense</i>	Rp. 1.366.450.074.362,83
<b>Total</b>		<b>Rp. 6.934.908.337.275,44</b>

Tabel 6. 12 Analisa Keuntungan

No	Komponen	Biaya
1	Total penjualan	Rp. 7.332.000.000.000
2	Total produksi	Rp. 6.934.908.337.275
3	Total keuntungan	Rp. 397.091.662.725
4	Keuntungan setelah dikurangi dengan pajak 22%	Rp. 309.731.496.925

### 6.6. Analisa Resiko Pabrik

Untuk mendirikan suatu pabrik, resiko pabrik perlu diperhatikan apakah pabrik tersebut memiliki resiko yang rendah (*low risk*) atau beresiko tinggi (*high risk*). Adapun parameter untuk menentukan pabrik *polypropylene* yang akan berdiri. Parameter yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 6.13.

Tabel 6. 13 Parameter resiko pabrik

Parameter Risiko	Deskripsi	Risk	
		Low	High
Kondisi Operasi	Suhu tertinggi: 120 <sup>0</sup> C Tekanan tertinggi: 197 atm		✓
Karakteristik Bahan Baku dan Produk	<p><b>Bahan Baku</b></p> <p><i>Propylene (C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gas sangat mudah terbakar.</li> <li>- Dapat menyebabkan efek pada sistem saraf pusat dan penurunan kesadaran terhadap paparan.</li> <li>- Dapat menyebabkan rasa kantuk dan pusing.</li> </ul> <p><b>Produk</b></p> <p><i>Polypropylene (C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>)<sub>n</sub></i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tidak menyebabkan iritasi pada kulit dan mata.</li> <li>- Tidak menyebabkan iritasi pada saluran pernafasan.</li> <li>- Produk tidak beracun.</li> </ul>	✓	✓

Lanjutan Tabel 6.13

<p>Sumber Bahan Baku</p>	<p>Bahan baku yang digunakan antara lain:  <i>Propylene</i> (C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bahan baku <i>Propylene</i> yang digunakan memiliki tingkat kemurnian 98%</li> <li>- Proses perolehan bahan baku menggunakan sistem perpipaan bawah tanah (bertekanan)</li> </ul>		<p>✓</p>
--------------------------	---	--	----------

Berdasarkan beberapa parameter di atas yaitu dari sisi kondisi operasi, sifat atau karakteristik bahan baku serta produk, dan sumber bahan baku, pabrik ini tergolong memiliki resiko yang tinggi (*high risk*).

## 6.7 Hasil Kelayakan Ekonomi

### 6.7.1 Return on Investment (ROI)

Dari hasil analisa, diperoleh nilai ROI antara lain sebagai berikut:

ROI sebelum pajak = 72,06 %

ROI setelah pajak = 56,21 %

### 6.7.2 Pay Out Time (POT)

Dari hasil analisa, diperoleh nilai POT antara lain sebagai berikut:

POT sebelum pajak = 1,22 tahun

POT setelah pajak = 1,51 tahun

### 6.7.3 Break Even Point (BEP)

Tabel 6. 14 *Annual fixed cost (Fa)*

<b>Jenis</b>	<b>Biaya</b>
<i>Depreciation</i>	Rp. 55.106.286.286,38
<i>Property taxes</i>	Rp. 22.042.514.514,55
<i>Insurance</i>	Rp. 5.510.628.628,64
<b>Total</b>	<b>Rp. 82.659.429.429,57</b>

Tabel 6. 15 *Annual regulated cost (Ra)*

<b>Jenis</b>	<b>Biaya</b>
<i>Labor cost</i>	Rp. 13.500.000.000,00
<i>Payroll overhead</i>	Rp. 1.350.000.000,00
<i>Suspension cost</i>	Rp. 1.350.000.000,00
<i>Laboratory cost</i>	Rp. 135.000.000,00
<i>Plant overhead cost</i>	Rp. 9.450.000.000,00
<i>General expense</i>	Rp. 1.366.450.074.362,83
<i>Maintenance cost</i>	Rp. 55.106.286.286,38
<i>Plant supplies cost</i>	Rp. 5.510.628.628,64
<b>Total</b>	<b>Rp. 1.452.851.989.277,85</b>

Tabel 6. 16 *Annual variable cost (Va)*

<b>Jenis</b>	<b>Biaya</b>
<i>Raw material cost</i>	Rp. 4.995.027.209.104,00
<i>Royalties and patent</i>	Rp. 366.600.000.000,00

Lanjutan Tabel 6.16

<i>Utilities cost</i>	Rp. 1.109.709.464,02
<i>Packaging and shipping</i>	Rp. 36.660.000.000,00
<b>Total</b>	<b>Rp. 5.399.376.918.568,02</b>

Total penjualan yang diperoleh sebesar = \$ 471.632.574,30  
 = Rp. 7.332.000.000.000,00

Maka diperoleh untuk BEP sebesar:

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

$$= 56,63\%$$

#### 6.7.4 Shut Down Point (SDP)

Dari hasil analisa, diperoleh nilai SDP sebesar:

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

$$= 47,60\%$$

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

FCI = Rp. 551.062.862.864  
*Working Capital* = Rp. 1.002.041.158.930  
*Salvage Value* = Rp. 55.106.286.286  
*Cash Flow* = *Annual profit + Depreciation + Finance*  
 = Rp. 520.148.185.391

Maka, untuk memperoleh nilai DCFR dapat menggunakan persamaan berikut.

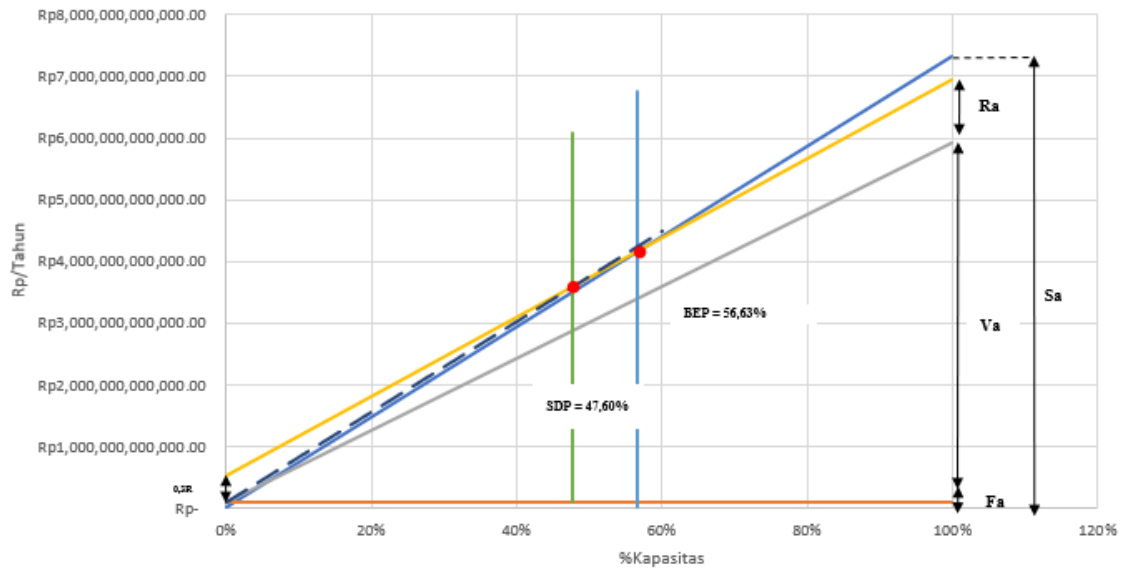
$$(FC + WC)(1 + i)^n = (WC + SV) + [(1 + i)^{n-1} + \dots + 1] \times C$$

Dengan R = S, maka hasil dari *trial and error* diperoleh nilai  $i = 8,4 \%$

Tabel 6. 17 Analisa kelayakan

Parameter	Terhitung	Keterangan
ROI	Sebelum pajak 72,06%	Dari Aries dan Newton, pabrik <i>industrial chemical</i> dengan <i>high risk</i> dikatakan layak jika minimal ROI sebelum pajak sebesar 44%.
	Setelah pajak 56,21%	Maka dapat disimpulkan bahwa ROI pabrik ini memenuhi persyaratan untuk disebut layak.
POT sebelum pajak	Sebelum pajak 1,22 tahun	Dikutip dari buku Aries dan Newton, untuk pabrik <i>Industrial chemicals</i> memiliki nilai maksimal 2 tahun untuk <i>high risk</i> .
	Setelah pajak 1,51 tahun	Maka dapat disimpulkan bahwa POT pabrik ini memenuhi persyaratan untuk disebut layak
BEP	56,63%	Nilai BEP di-rentang angka dari 40% hingga 60%. nilai tersebut sudah memenuhi persyaratan untuk disebut layak.
SDP	47,60%	Nilai SDP dari hasil perhitungan sudah memenuhi.
DCFR	8,4%	Diketahui suku bunga bank sebesar 4,13%. Dari perhitungan didapatkan suku bunga bank minimum sebesar 6,20%. Sehingga, perhitungan DCF yang telah didapatkan diatas nilai minimum.

Selanjutnya hasil perhitungan kelayakan ekonomi pabrik *polypropylene* dapat dilihat melalui grafik 6.2 Break Event Point sebagai berikut:



Gambar 6. 2 Grafik Evaluasi Ekonomi

## BAB VII

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 7.1 Kesimpulan

1. Alasan pendirian pabrik *polypropylene* dari *propylene* dengan kapasitas 312.000 ton/tahun adalah kebutuhan bijih plastik meningkat tiap tahunnya dan masih sedikit di produksi di dalam negeri, dengan begitu dapat mengurangi ketergantungan impor *polypropylene*. Disisi lain juga untuk meningkatkan pemasukan negara dengan melakukan produksi & mengekspornya.
2. Pabrik *Polypropylene* dari *Propylene* dengan kapasitas 312.000 ton/tahun membutuhkan bahan baku berupa *propylene* dengan jumlah sebesar 39103,95 kg/jam.
3. Pabrik *polypropylene* dirancang dengan bentuk Perseroan Terbatas yang beroperasi selama 330 hari dalam setahun dan akan didirikan pada tahun 2030 di Kabupaten Serang, Banten dengan luas tanah 13069 m<sup>2</sup> dan luas bangunan 9335 m<sup>2</sup> yang jumlah karyawannya sebanyak 119 orang.
4. Berdasarkan perhitungan utilitas yang dilakukan terhadap kebutuhan air, listrik dan *steam* didapat bahwa kebutuhan air pabrik secara keseluruhan sebesar 12214,41 kg/jam yang terbagi sesuai dengan kebutuhan pabrik, meliputi:
  - a. Kebutuhan air proses sebesar 1749,14 kg/jam,
  - b. Kebutuhan media *steam* sebesar 8640,27 kg/jam,
  - c. Kebutuhan lingkungan kantor sebesar 1825,00 kg/jam.

- d. Kebutuhan listrik total untuk alat-alat proses dan keperluan lainnya sebesar 73,71 kW.
  - e. Kebutuhan untuk bahan bakar sebesar 631,80 kg/jam.
5. Ditinjau dari proses produksi, sifat bahan baku, kondisi operasi dan evaluasi ekonomi, maka pabrik *polypropylene* dari *propylene* tergolong pada pabrik dengan resiko yang tinggi (*high risk*).
6. Dari perhitungan evaluasi ekonomi diperoleh hasil sebagai berikut:
- a. Keuntungan pabrik sebelum pajak Sebesar Rp 397.097.662.725 per tahun dan setelah pajak sebesar Rp 309.731.496.925 per tahun.
  - b. *Return Of Investment (ROI)* sebelum pajak adalah sebesar 72.06% dan setelah pajak sebesar 56,21%. Syarat ROI sebelum pajak untuk pabrik beresiko tinggi minimum 44%.
  - c. *Pay Out Time (POT)* sebelum pajak selama 1,22 tahun dan POT setelah pajak selama 1,51 tahun.
  - d. *Break Even Point (BEP)* pada pabrik *polypropylene* sebesar 56,63%. Nilai tersebut sudah termasuk kedalam syarat BEP dari pabrik kimia antara 40% hingga 60%.
  - e. *Shut Down Point (SDP)* untuk nilai SDP didapatkan sebesar 47,60%.
  - f. *Discounted Cash Flow Rate (DCFR)* pada pabrik *polypropylene* sebesar 8,40%. Syarat minimum DCFR adalah diatas suku bunga pinjaman bank yaitu sebesar 1,5 x suku bunga pinjaman bank.

## 7.2 Saran

Pra-rancangan suatu pabrik kimia diperlukan pemahaman konsep-konsep dasar yang dapat meningkatkan kelayakan pendirian suatu pabrik kimia, antara lain sebagai berikut.

1. Optimasi pemilihan alat proses atau alat penunjang serta bahan baku perlu diperhatikan agar memperoleh keuntungan yang lebih optimal.
2. Perancangan pabrik kimia tentunya perlu memperhatikan produksi limbah, sehingga diharapkan berkembangnya pabrik-pabrik kimia yang lebih ramah lingkungan.
3. Produksi *Polypropylene* jika direalisasikan maka dapat memenuhi kebutuhan di masa mendatang sehingga dapat mengurangi angka ketergantungan pada ekspor yang berlaku.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aries, R.s., and Newton, R.D. (1955). *Chemical Engineering Cost Estimation*. McGraw Hill Book Co., New York.
- Austin. H. Church, 1990, *Pompa dan Blower*, Erlangga, Jakarta.
- Brownell, L.E and Young, E.H. (1983). *Process Equipment Design*. John Wiley and Sons, Inc, New York.
- Coulson, J. M., & Richardson, J. F. (2005). *Coulson & Richardson's chemical engineering*. Butterworth-Heinemann.
- Geankoplis, C.J. (1993). *Transport Processes and Unit Operations 3rd Edition*.
- Ketin, S., Andrejić, M., Lutovac, M., & Biočanin, R. (2019, September). Future of Technology of Polymerization Production (Polypropylene). In «*Новые функциональные материалы и высокие технологии*» VII Международная научная конференция, Тиват, Черногория, 23-27 сентября 2019 г.: тезисы докладов.–Иваново: Институт химии растворов им. ГА Крестова РАН, 2019.-148 с. (p. 30).
- Kern, D.Q. (1985). *Process Heat Transfer*. McGraw Hill Book Co. Ltd. New York.
- Kirk Othmer. (1988). *Encyclopedia of Chemical Technology vol 07 of 27*.
- Kunii, D., & Levenspiel, O. (1991). *Fluidization engineering*. Elsevier.
- Meyers, R. A. (2005). *Handbook of petrochemicals production processes*.
- Moore, E. P. (1996). *Polypropylene handbook: polymerization, characterization, properties, processing, applications*.
- Murni, S. W., Hidayat, T., & Ardian, D. (2010). *Polimerisasi Propilena menggunakan Katalisator TiCl<sub>4</sub> dan Kokatalis Tri Etil Aluminium*.

- Patent. (1981). *CATALYSTS FOR THE POLYMERIZATION OF OLEFENS*. US 4,298,718.
- Patent. (2008). *POLYMERIZATION PROCESS AND REACTOR SYSTEM*. US 7.342.079 B2.
- Patent. (2014). *Nucleated polypropylene composition*. EP 2 960 279 B1.
- Pavlinov, L. I., Marchenko, G. N., & Lebedev, Y. A. (1984). Calculations of the thermodynamic properties of polymers. *Russian Chemical Reviews*, 53(7), 683.
- Peters, M.S., and Timmerhaus, K.D. (1968) *Plant Design and Economic for Chemical Engineer's* ", 3rd ed., Mc. Graw Hill Book Co.Inc, New York.
- Rase, H.F., and Barrow M.H. (1957). *Project Engineering of Process Plants*. Willey and Sons, Inc, New York.
- Ulrich, G. D. (1984). *A guide to chemical engineering process design and economics* (p. 295). New York: Wiley.
- Yaws, C. L. (1999). *Handbook - Chemical Properties*

## LAMPIRAN A

Fungsi : Mereaksikan *propylene* menjadi *polypropylene*

Jenis : Reaktor *fluidized bed*

Jumlah : 1 unit

Kondisi Operasi : Eksotermis

$$T = 70 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$P = 25 \text{ atm}$$

### 1. Menentukan Konstruksi Reaktor

Bahan konstruksi Carbon Steel ASME SA-285 *grade C*

### 2. Spesifikasi Produk

Produk yang dihasilkan adalah *Polypropylene* dengan spesifikasi sebagai berikut:

Bentuk : Padatan

Densitas,  $\text{kg/m}^3$  : 910

Diameter partikel, m : 0,01 (Google Patent EP1144491A2)

### 3. Menentukan $y_i$

$$\text{BM campuran} = \Sigma(\text{BM}_i \cdot y_i) \quad (1)$$

Keterangan:

BM : Berat Molekul komponen  $i$

$y_i$  : Fraksi Mol komponen  $i$

Tabel 1. Berat Molekul Campuran

Komponen	BM	<i>Input</i>	$y_i$	BM. $y_i$
	kg/kmol	kg/jam		

<i>Propylene</i>	42	39103,95	0,988	41,49
Propana	44	78,36	0,002	0,087
Hidrogen	2	55,86	0,001	0,003
Nitrogen	28	346,23	0,009	0,245
<b>Total</b>		39584,41	1	41,58

Diperoleh BM campuran gas sebesar 41,58 kg/kmol

#### 4. Menghitung Densitas Umpan

$$\rho_g = \frac{M.P}{R.T} \quad (2)$$

eterangan:

M : BM rata-rata umpan = 41,580 Kg/Kmol

P : Tekanan = 25 atm

R : 82,05 atm cm<sup>3</sup>/mol.K

T : Suhu = 343,15 K

$$\rho_g = \frac{41,580 \times 25}{82,05 \times 343,15}$$

$$\rho_g = 0,036 \text{ gr/cm}^3$$

$$\rho_g = 36,92 \text{ kg/m}^3$$

#### 5. Menentukan Viskositas Gas

Viskositas gas dihitung menggunakan persamaan dalam literatur (Yaws,1999).

$$\mu_g = A + BT + CT^2 \quad (3)$$

Keterangan:

$\mu$  : viscosity of Gas, micropoise

A, B, C : konstanta

T : suhu gas masuk reaktor, K

Tabel 2. Data Koefisien Perhitungan Viskositas Gas

Komponen	A	B	C	Tc (K)	Pc (atm)
Propylene	-7,23	3,42	-9,5E-05	364,76	45,52
Propana	-5,46	0,32	-1,07E-04	369,82	41,93
Hidrogen	27,75	0,21	-3,3E-05	33,18	12,96
Nitrogen	42,60	0,47	-9,88E-05	126,1	33,50

Tabel 3. Data Perhitungan Viskositas Gas

Komponen	$\mu g (\mu p)$	$\mu g (gr/cm.s)$	$\mu g (kg/m.s)$	$\mu g.yi (kg/m.s)$
<i>Propylene</i>	98,93	9,89E-05	9,89E-06	9,77E-06
Propana	94,26	9,43E-05	9,43E-06	1,87E-08
Hidrogen	96,64	9,66E-05	9,66E-06	1,36E-08
Nitrogen	193,97	1,94E-04	1,94E-05	1,70E-07
<b>Total</b>	483,80	4,84E-04	4,84E-05	9,97E-05

6. Menghitung Kecepatan Volumetris Gas Umpan (Q)

$$Q = \frac{\text{massa (kg/jam)}}{\rho(kg/m^3)} \quad (4)$$

$$Q = 1072,63 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$Q = 0,297 \text{ m}^3/\text{s}$$

7. Menentukan Kecepatan Fluidisasi Minimum (Umf)

$$\frac{dp \cdot Umf \cdot \rho g}{\mu} = [(33,7)^2 + \frac{(0,0408) \cdot (dp)^3 \cdot \frac{\rho g(\rho s - \rho g)}{g}}{\mu^2}]^{\frac{1}{2}} - 33,7 \quad (5)$$

Keterangan:

$\rho s$  : massa jenis partikel (produk), kg/m<sup>3</sup>

$\rho g$  : massa jenis gas, kg/m<sup>3</sup>

g : percepatan gravitasi, m/s

Umf : kecepatan minimum fluidisasi, m/s

$\mu$  : viskositas gas, kg/m.s

dp : diameter partikel, m

Diperoleh nilai Umf sebesar 0,062 m/s. Syarat terjadinya fluidisasi adalah ketika kecepatan gas masuk ( $U_0$ ) lebih besar dari kecepatan minimum fluidisasinya (Umf) (Kunii and Levenspiel, 1991).

8. Menghitung Bilangan Reynold

Bilangan Reynold dihitung dengan persamaan berikut:

$$Re = \frac{dp \cdot \rho f \cdot Umf}{\mu f} \quad (6)$$

$$Re = 1175,49$$

9. Menghitung Termal Velocity (Ut)

Termal velocity dihitung berdasarkan bilangan Reynold dengan beberapa persamaan berdasarkan literatur (Kunii and Levenspiel, 1991):

$$\text{Untuk } Re < 0,2 \text{ maka } Ut = \frac{g \cdot (\rho_s - \rho_g) \cdot dp^2}{18 \cdot \mu_g} \quad (7)$$

$$\text{Untuk } 0,4 < Re < 500 \text{ maka } Ut = \left( \frac{1,78 \cdot 10^2 \cdot (g \cdot (\rho_s - \rho_g))^2}{\rho_g \cdot \mu_g} \right)^{\frac{1}{3}} \quad (8)$$

$$\text{Untuk } 500 < Re < 200.000 \text{ maka } Ut = \left( \frac{3,1 \cdot g \cdot (\rho_s - \rho_g)^2}{\rho_g} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (9)$$

Bilangan Reynold saat Umf adalah sehingga perhitungan Ut adalah sebagai berikut

$$Ut = 26,80 \text{ m/s}$$

#### 10. Menghitung Kecepatan Gas saat Masuk Reaktor (U0)

Untuk menghindari terjadinya partikel yang ikut keluar reaktor maka kecepatan gas fluidisasi dijaga antara kecepatan minimum fluidisasi (Umf) dan kecepatan terminal (Ut).

*Rule of thumb:*  $U_{mf} < u_0 < u_t$

Keterangan:

Ut : Kecepatan maksimum fluidisasi, m/s

Umf : Kecepatan minimum fluidisasi, m/s

U0 : Kecepatan gas saat masuk reaktor, m/s

Maka, dipilih

$$U_0 = 10 \cdot U_{mf} \quad (10)$$

$$U_0 = 0,62 \text{ m/s}$$

#### 11. Menghitung Diameter Zona Reaksi (Dt)

$$dt = \left( \frac{4A}{\pi} \right)^{0,5} \quad (11)$$

$$A = \frac{Q}{u_0} \quad (12)$$

Diperoleh nilai A sebesar 0,48 m<sup>2</sup>

Maka diameter zona reaksi (dt) = 0,78 m

## 12. Menghitung Transport Disengaging Height (TDH)

Diketahui: Umf = 0,062 m/s

Dt = 0,78 m

Berdasarkan Kunii 1991 (fig.5 halaman 183), diperoleh nilai (TDH/dt) yaitu 5.5.

Sehingga nilai TDH = 4,29 m. Dengan faktor keamanan 20%, maka TDH = 4,71 m.

Berdasarkan perhitungan diketahui bahwa untuk gas keluar pada bagian atas reaktor dihitung dari permukaan padatan dibutuhkan tinggi sebesar 4,71 m.

## 13. Menghitung Tebal Shell

Tebal dinding reaktor (Shell) dapat dihitung menggunakan persamaan (Brownell & Young, 1959) sebagai berikut:

$$t_s = \frac{P \times r t}{(f \cdot E) - (0,6 \cdot P)} \quad (13)$$

Keterangan:

Direncanakan menggunakan bahan konstruksi Carbon Steel SA-285 Grade C.

P : Tekanan design reaktor, psi : 25 atm

Rt : *Inside radius of shell* : 0,39 m

f : Tekanan maksimum diijinkan sesuai bahan dipakai : 75000 psi

E : Efisiensi pengelasan : 0,85

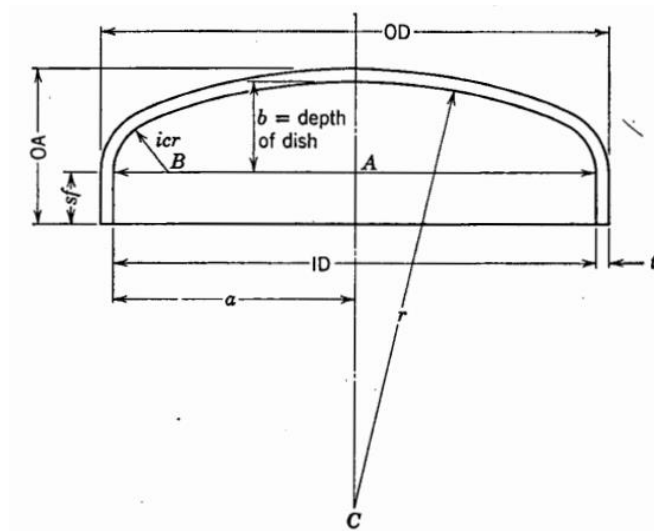
C : Faktor korosi : 0,25

Maka,

$T_s = 0,25$  in, nilai tersebut sesuai dengan nilai tebal standar sebesar  $1/4$ in.

#### 14. Menghitung Tebal dan Tinggi Head

a) Bentuk: *Torispherical Flanged and Dished Head*



Gambar 1.4 Bentuk Head Reaktor Torispherical

b) Tebal Head

Untuk menghitung diameter luar digunakan persamaan:

$$OD = dt + 2t_s \quad (14)$$

$$OD = 31,18 \text{ in}$$

Dari Brownell & Young (Table 5.7 halaman 89), untuk OD yang mendekati

31,18 in dan tebal shell  $1/4$  in diperoleh nilai:

$$icr : \text{Jari-jari sudut dalam dish head} = 2$$

$$rc : \text{Jari-jari dish head, in} = 30$$

$$W = \frac{1}{4} \left( 3 + \sqrt{\frac{rc}{icr}} \right) \quad (15)$$

$$= 1,72 \text{ in}$$

$$th = \frac{P \cdot rc \cdot W}{2 \cdot f \cdot E - 0,2W} \quad (16)$$

$$= 0,399 \text{ in}$$

Maka, Diambil standar = 7/16 in

c) Tinggi *Head*

Dalam perancangan ini, dipilih *Torispherical flanged and dished head*, sehingga dari tabel 5.7 Brownell & Young didapatkan data sebagai berikut:

Di : 0,78 m

OD : 31,08 in

OD standar : 32 in

Icr : 2 in

r : 30 in

a : 0,39 m

AB : 0,34 m

BC : 0,71 m

AC : 0,63 m

b : 0,14 m

Tabel 5.6 Brownell & Young diperoleh:

Sf : 1,5 - 3,5

Dipilih sf : 2

Lh : 0,2 m

Dengan faktor keamanan 20%, maka Lh = 0,24 m

**15. Menghitung Tinggi Zona Reaksi (Lf)**

$$\frac{1}{C_A} - \frac{1}{C_{A0}} = \left[ \gamma_b \cdot k + \frac{1}{\frac{1}{K_{bc}} + \frac{1}{\gamma_c \cdot k + \frac{1}{\frac{1}{K_{ce}} + \frac{1}{\gamma_e \cdot k}}}} \right] \times \frac{L_f}{U_b} \quad (17)$$

Keterangan:

$K$  : Kecepatan reaksi kimia

$K_{bc}, K_{ce}$  : Koefisien perpindahan massa,  $s^{-1}$

$L_f$  : Tinggi *bubbling bed*, m

$U_b$  : Kecepatan gelembung, m/s

$\gamma_b$  : Rasio padatan yang terdispersi dalam gelembung dan volume gelembung dalam bed

$\gamma_c$  : Rasio padatan yang terdispersi dalam gas dan volume gelembung dalam bed

$\gamma_e$  : Rasio antara padatan yang terdispersi dalam emulsi dan volume gelembung dalam bed

a) Menghitung Kecepatan Gelembung ( $U_b$ )

Kecepatan naik gelembung di bed mengikuti persamaan berikut. (Kunii and Levenspiel 1991).

$$u_{br} = 0,711 (g \cdot d_b)^{0,5} \quad (18)$$

Keterangan:

$u_{br}$  : kecepatan naik gelembung, m/s

$g$  : percepatan gravitasi bumi, m/s<sup>2</sup>

$d_b$  : diameter gelembung, m

Sehingga,

$$u_{br} = 0,711 (9,8 \text{ m/s}^2 \times 2,064 \text{ m})^{0,5} = 3,20 \text{ m/s} \quad (19)$$

Kecepatan naik gelembung overall di bed ( $U_b$ ) mengikuti persamaan (Kunii & Levenspiel 1991).

$$u_b = u_0 - u_{mf} + u_{br} \quad (20)$$

Keterangan:

$u_b$  : kecepatan naik gelembung overall di bed, m/s

$u_0$  : kecepatan gas saat masuk reaktor, m/s

$u_{mf}$  : kecepatan minimum fluidisasi, m/s

$u_{br}$  : kecepatan naik gelembung di bed, m/s

Sehingga,  $u_b = 0,62 \text{ m/s} - 0,062 \text{ m/s} + 3,20 \text{ m/s}$

$$= 3,76 \text{ m/s}$$

b) Menghitung Fraksi Gelembung di bed ( $\delta$ )

Fraksi gelembung di bed mengikuti persamaan berikut (Kunii & Levenspiel, 1991).

$$\delta = \frac{u_0 - u_{mf}}{u_b} \quad (21)$$

Keterangan:

$\delta$  : fraksi gelembung di bed

$u_b$  : kecepatan naik gelembung *overall* di bed, m/s

$u_0$  : kecepatan gas saat masuk reaktor, m/s

$u_{mf}$  : kecepatan minimum fluidisasi, m/s

$$\text{Sehingga, } \delta = \frac{0,62 \text{ m/s} - 0,062 \text{ m/s}}{3,76 \text{ m/s}}$$

$$= 0,15$$

c) Rasio Padatan yang Terdispersi dalam Gas dan Volume Gelembung dalam Bed

$$\gamma_b = 0,005 \quad (22)$$

d) Menghitung Rasio Padatan yang Terdispersi dalam Gas dan Volume Gelembung dalam Bed

$$\gamma_c = (1 - \varepsilon mf) \cdot \left[ \frac{3 \cdot U mf / \varepsilon mf}{U br - U mf / \varepsilon mf} + \alpha \right] \quad (23)$$

Keterangan:

$\psi$  : Sphericity Catalyst = 1 (Kunii :62)

$\varepsilon mf$  : fraksi ruang kosong di bed saat fluidisasi minimum

$$\varepsilon mf = \left( \frac{0,071}{\psi} \right)^{\frac{1}{3}} = 0,41 \quad (24)$$

$\alpha$ : 0,4

Sehingga,  $\gamma_c = 0,32$

e) Menghitung Rasio Antara Padatan yang Terdispersi dalam Emulsi dan Volume Gelembung dalam Bed

$$\gamma_e = \frac{(1 - \varepsilon mf)(1 - \delta)}{\delta} - (\gamma_c + \gamma_b) \quad (25)$$

Sehingga,  $\gamma_e = 3,005$

f) Menghitung Koefisien Difusi Molekuler

Koefisien difusi molekuler dihitung dengan persamaan Fuller et al. (Perry, 1999)

$$\mathcal{D} = \frac{10^{-3T^{1,75}} \left\{ \frac{M_{wA} + M_{wB}}{M_{wA} \cdot M_{wB}} \right\}^{0,5}}{P \left\{ (\sum v)_A^{1/3} + (\sum v)_B^{1/3} \right\}^2} \quad (26)$$

Keterangan:

$(\sum v)_A$  = diffusion volumes for propylene

$$= 61,38$$

Dengan:

T : suhu reaktor, K

P: tekanan operator, Pa

$M_A$  : berat molekul propilen = 42 g/mol

Kondisi operasi:

$$T = 70^\circ\text{C} = 343 \text{ K}$$

$$P = 25 \text{ atm} = 2.533,125 \text{ Pa}$$

$$\text{Sehingga, } \varphi = 0,000007 \text{ m}^2/\text{s} = 0,07 \text{ cm}^2/\text{s}$$

- g) Menghitung Koefisien Transfer Massa Antara Gas dalam Gelembung dengan Gas di *Cloud* ( $K_{bc}$ )

Persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut (Kunii & Levenspiel, 1991).

$$K_{bc} = 4,5 \left( \frac{u_{mf}}{d_b} \right) + 5,85 \left( \frac{\varphi^{1/2} g^{1/4}}{d_b^{5/4}} \right) \quad (27)$$

$$\text{Sehingga, } K_{bc} = 0,15 \text{ s}^{-1}$$

- h) Menghitung Koefisien Transfer Massa Antara Gas di *Cloud* dengan Gas di Emulsion ( $K_{ce}$ )

Persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut (Kunii & Levenspiel, 1991).

$$K_{ce} = 6,77 \left( \frac{\varphi \cdot \varepsilon_{mf} \cdot u_{br}}{d_b^3} \right)^{1/2} \quad (28)$$

Keterangan:

$K_{bc}$  : konstanta antara gas di *cloud* dengan gas di bed,  $\text{s}^{-1}$

$\varepsilon_{mf}$  : fraksi ruang kosong di bed saat fluidisasi minimum

$\varphi$  : koefisien difusi molekuler,  $\text{m}^2/\text{s}$

$d_b$  : diameter gelembung, m

Sehingga,  $K_{ce} = 0,01 \text{ s}^{-1}$

Dari perhitungan keseluruhan, dimasukkan ke dalam persamaan untuk menghitung tinggi zona reaksi ( $L_f$ ), sehingga diperoleh:

$$L_f = 8,17 \text{ m}$$

Dengan faktor keamanan 20%, maka  $L_f = 9,80 \text{ m}$

Maka, tinggi total reaktor =  $L_h + L_f + TDH = 14,99 \text{ m}$

#### 16. Menghitung Diameter *Freeboard* ( $D_f$ )

Untuk menghindari adanya *entrainment* atau aliran partikel padat pada freeboard, maka kecepatan gas pada freeboard  $U_c < U_t$ .

Asumsi  $U_c = 0,2 \text{ m/s}$

$$A_f = \frac{Q}{U_c} \quad (29)$$

Diperoleh nilai  $A_f$  sebesar  $1,49 \text{ m}^2$

$$D_f = \left[ \frac{4 \cdot A_f}{\pi} \right]^{1/2} \quad (30)$$

Diperoleh diameter *freeboard* sebesar  $1,38 \text{ m}$

#### 17. Menghitung Waktu Tinggal Reaktor

$$t = \frac{L_f}{U_o} \quad (31)$$

$$t = 15,68 \text{ s}$$

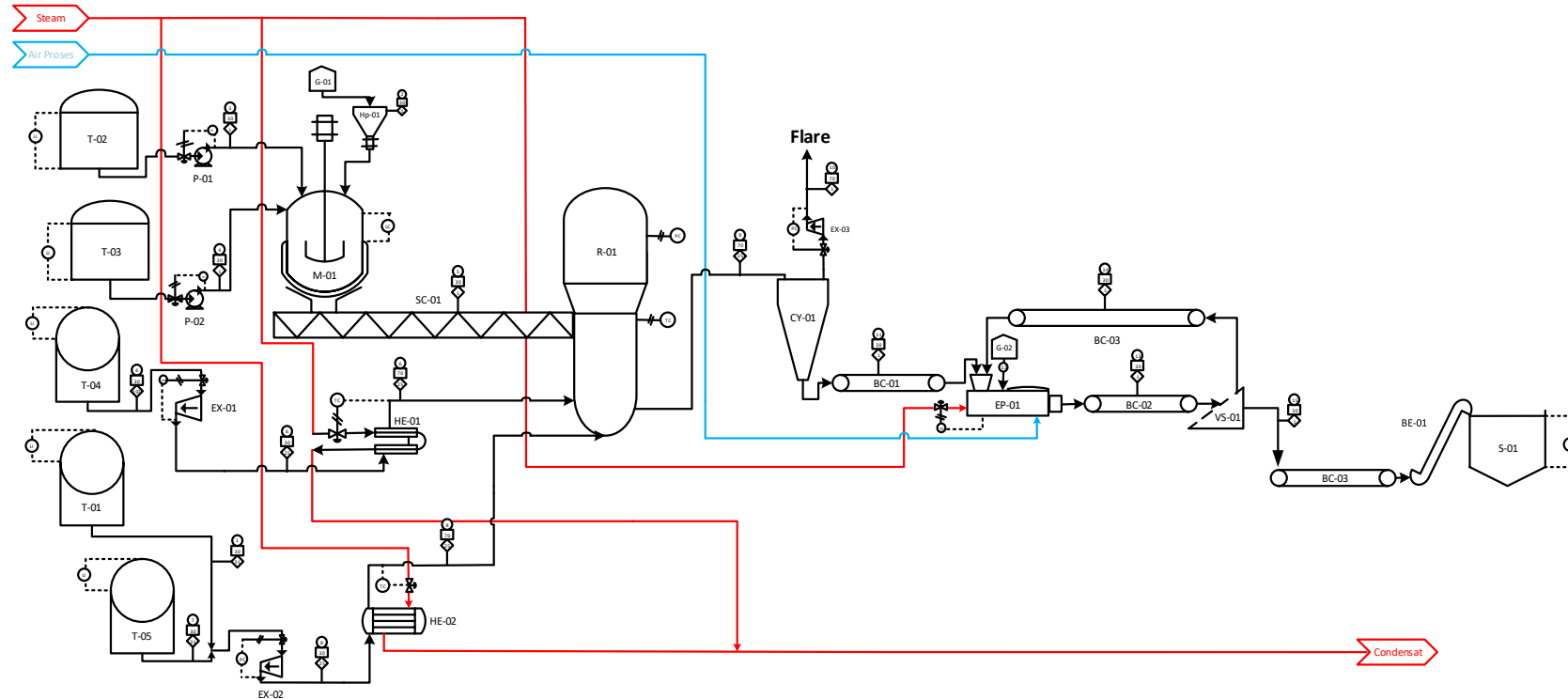
#### 18. Menghitung Volume dalam Reaktor

$$V = \frac{1}{4} \pi D^2 L \quad (32)$$

Volume reaktor adalah  $22,33 \text{ m}^3$ . Sehingga, total volume reaktor adalah  $22.331,91 \text{ L}$

## LAMPIRAN B

### PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM PRA RANCANGAN PABRIK POLYPROPYLENE DARI PROPYLENE KAPASITAS 312.000 TON/TAHUN



Komponen	Nomor Arus (kg/jam)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	39103,95							39103,95	117,31	117,31					
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	78,36							78,36	78,36	78,36					
TiCl <sub>4</sub>		0,54			0,54										
MgCl <sub>2</sub>			10,81		10,81										
TEAL				5,88	5,88										
H <sub>2</sub>						55,86			55,86	55,86					
N <sub>2</sub>							346,23	346,23	346,23	346,23					
Aditif											390,04				
(C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> ) <sub>n</sub>										39003,87		39003,87	41467,27	2703,36	39393,91
Total	39182,32	0,54	10,81	5,88	17,23	55,86	346,23	39528,55	39601,64	597,77	39003,87	390,04	41467,27	2703,36	39393,91

Alat	Keterangan
BC	Belt Conveyor
BE	Bucket Elevator
CY	Cyclone
EP	Extruder Pelletizer
EX	Expansion Valve
HE	Heat Exchanger
Hp	Hopper
M	Mixer
P	Pompa
R	Reaktor
S	Silo
SC	Screw Conveyor
T	Tangki

Simbol	Keterangan
○	Nomor ane
□	Suhu, ° C
◇	Tekanan, atm
⊗	Control valve
⊕	Sinyal Pneumatic
⋈	Sensor Listrik
—	FC
—	LC
—	LI
—	TC
—	PC

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

**PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM  
PRA RANCANGAN PABRIK  
POLYPROPYLENE DARI PROPYLENE  
DENGAN KAPASITAS 312.000 TON/TAHUN**

Disusun Oleh: 1. Rizki Faizah Erlina (20521091)  
 2. Rifanu Safira Mokodompit (20521095)

Dosen Pembimbing: Dr. Dyah Retno Suwiti, S.T., M.Eng.

## LAMPIRAN C

### KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRA-RANCANGAN

Nama Mahasiswa 1 : Rianti Faizah Erdina  
No Mahasiswa 1 : 20521091  
Nama Mahasiswa 2 : Rifana Safira Mokodompit  
No Mahasiswa 2 : 20521095










Judul Prarancangan \*) :

**Pra-Rancangan Pabrik Polypropylene dari Propylene dengan Kapasitas 312.000**

**Ton/Tahun**

Mulai Masa Bimbingan : 12 September 2023

Batas Akhir Bimbingan : 13 September 2024

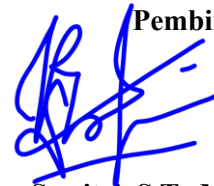
No.	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1	7 September 2023	Perkenalan dan diskusi mengenai tahapan Pra-Rancangan Pabrik	
2	23 Februari 2024	Penentuan kapasitas pabrik	
3	27 Februari 2024	Diskusi terkait pemilihan Proses, tinjauan termodinamika dan kinetika	
4	21 Maret 2024	Diskusi terkait perancangan produk	
5	10 Mei 2024	Diskusi terkait diagram alir kualitatif	
6	25 Mei 2024	Diskusi terkait diagram alir kuantitatif dan neraca massa dan reaktor	
7	17 Juni 2024	Diskusi terkait Reaktor	
8	24 Juni 2024	Diskusi terkait Spesifikasi alat besar	
9	1 Juli 2024	Diskusi terkait PEFD dan uraian proses	

10	15 Juli 2024	Diskusi terkait spesifikasi alat transportasi bahan	BR
11	22 Juli 2024	Diskusi terkait spesifikasi alat penukar panas	BR
12	6 Agustus 2024	Diskusi terkait neraca panas	BR
13	13 Agustus 2024	Diskusi terkait penentuan lokasi, tata letak dan struktur organisasi	BR
14	23 Agustus 2024	Diskusi terkait utilitas beserta evaluasi ekonomi	BR
15	2 September 2024	Diskusi dan revisi terkait naskah pendadaran	BR

**Disetujui Draft Penulisan:**

**Yogyakarta, 2 September 2024**

**Pembimbing**



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