

No: TA/TK/2020/

**PRA RANCANGAN PABRIK POLIPROPILENA DARI
PROPILENA MENGGUNAKAN METODE UNIPOL
DENGAN KAPASITAS 100.000 TON/TAHUN**

TUGAS AKHIR

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



Oleh :

Nama : Selva Susilowati Liau Nama : Siti Asiyah Fitriani
No. Mhs : 16521094 No. Mhs : 16521101

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

2020

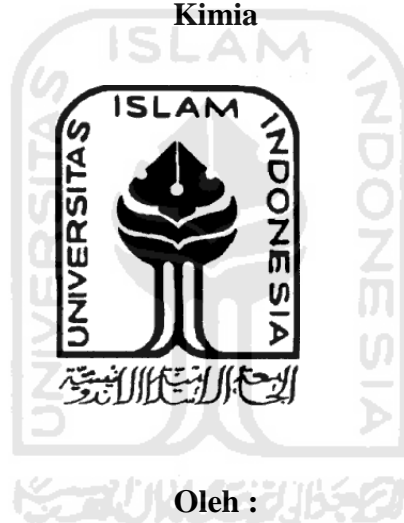
No: TA/TK/2020/

**PRA RANCANGAN PABRIK POLIPROPILENA DARI
PROPILENA MENGGUNAKAN METODE UNIPOL
DENGAN KAPASITAS 100.000 TON/TAHUN**

TUGAS AKHIR

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

Kimia



Oleh :

Nama : Selva Susilowati Liau Nama : Siti Asiyah Fitriani
No. Mhs : 16521094 No. Mhs : 16521101

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

2020

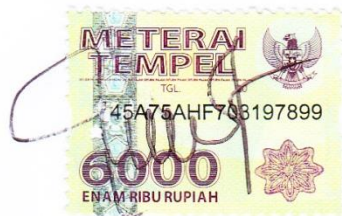
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL
PRA RANCANGAN PABRIK POLIPROPILENA DARI
PROPILENA MENGGUNAKAN METODE UNIPOL
DENGAN KAPASITAS 100.000 TON/TAHUN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Selva Susilowati Liau Nama : Siti Asiyah Fitriani
No. Mhs : 16521094 No. Mhs : 16521101

Yogyakarta, 26 Oktober 2020

Menyatakan bahwa naskah Pra Rancangan Pabrik ini telah disusun sesuai dengan kaidah ilmiah. Apabila terdapat pelanggaran atau ketidaksesuaian, kami siap menanggung resiko sesuai dengan ketentuan yang berlaku, Demikian surat pernyataan ini saya buat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.



Selva Susiolowati Liau



Siti Asiyah Fitriani

LEMBAR PERSEMBAHAN

Puji Syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, yang telah memberikan kesehatan, rahmat dan hidayah, sehingga penulis masih diberikan kesempatan untuk menyelesaikan tugas akhir sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana. Walaupun jauh dari kata sempurna, namun penulis bangga telah mencapai titik ini, yang akhirnya bisa selesai diwaktu yang tepat. Walau berbagai rintangan yang menghadang, rasa ingin menyerah berkali-kali, serta rasa malas yang sering hadir, tidak membuat penulis kehilangan harapan. Penulis yakin dan percaya bahwa akan tiba saatnya moment-moment seperti ini.

Skripsi atau Tugas akhir ini saya persembahkan untuk :

- Ayah dan Ibu, Alh. Bapak Usman Akin dan Ibu Muthoyibah terimakasih atas doa, semangat, motivasi, pengorbanan, nasehat serta kasih sayang yang tidak pernah henti sampai saat ini.
- Adikku Selvung Indri Lestari Liau, terimakasih telah menjadi penyemangat dalam mengerjakan tugas akhir ini.
- Partner Tugas Akhir Siti Asiyah Fitriani, yang sangat berperan penting dalam penyelesaian skripsi ini. Terimakasih sudah mau menjadi partner dalam skripsi maupun kehidupan sehari-hari. Orang pertama yang dicari saat saya mempunyai masalah. Maaf karena sudah menjadi orang yang sangat cerewet dan menyusahkan, baik di kehidupanmu maupun dalam hal TA. Terimakasih

juga untuk selalu ada walaupun sebaliknya. Bismillah kita akan melalui ujian sidang ini bersama-sama dan mendapatkan nilai yang memuaskan.

- Bapak Dr.Khamdan Cahyari, S.T., M.sc. selaku pembimbing satu yang sudah membimbing serta memberi masukan dan saran selama ini. Terimakasih atas ilmu-ilmu serta pelajaran yang sudah saya dapatkan selama mengerjakan skripsi. Semoga Allah SWT selalu melindungi dan merahmati Bapak dan keluarga. Aamiin ya rabbal a'lamin.
- Ibu Dyah Retno Sawitri, S.T., M.Eng. selaku pembimbing dua yang selalu sabar dan pengertian kepada kami. Terimakasih atas waktu yang telah diberikan untuk membimbing kami dan memberi masukan serta saran. Semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan rahmat serta karunia-Nya kepada Ibu dan keluarga. Aamiin ya rabbal a'lamin.
- Faris Ghazi Fadhullah yang telah membantu kami dalam menyusun TA, terimakasih karena sudah meluangkan waktu disaat sibuk dengan pekerjaan. Maaf telah merepotkan dan selalu menyusahkan. Semoga sukses terus dalam karirnya.
- Teman-teman seperjuangan OMO yaitu Titis, Nana, Anggy, Asha, Tatang, dan Dinda. Terimakasih sudah menghibur disaat stress dengan skripsi, terimakasih juga telah mewarnai hari-hariku di Jogja. Hampir 4,5 tahun kita bersama, semoga akan tetap selalu bersama di dunia dan akhirat.

- Terakhir kepada orang-orang yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu, terimakasih atas dukungan moril yang diberikan sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini.



Selva Susilowati Liau

LEMBAR PERSEMBAHAN

Sujud syukur saya sembahkan kepadaMu ya Allah SWT, Tuhan Yang Maha Agung dan Maha Pengasih. Atas takdirmu saya bisa menjadi pribadi yang berpikir, berilmu, beriman dan bersabar. Serta atas pembelajaran yang telah diberikan kepada saya, dan ampunilah saya yang “terkadang harus memilih jalan yang salah untuk menemukan suatu kebenaran”. Semoga keberhasilan ini menjadi satu langkah awal untuk masa depan, dalam meraih cita-cita saya. Segala syukur saya ucapkan kepadaMu Ya Rabb, karena sudah menghadirkan orang-orang berarti disekeliling saya. Yang selalu memberi semangat dan doa, sehingga skripsi saya ini dapat diselesaikan dengan baik.

Hasil karya ini saya persembahkan kepada:

Kedua orang tua saya yaitu Bapak Siyani dan Ibu Sri Makno yang sangat saya sayangi, dalam kesibukannya tidak lupa dalam memberikan segala hal yang sangat baik sehingga saya bisa sampai disini menyelesaikan skripsi ini. Ucapan terimakasih tak henti - hentinya saya berikan untuk ayah dan ibu yang selalu mendoakan yang terbaik untuk anaknya. Seperti udara kasih yang engkau berikan. Tak mampu saya membalasnya.

Terimakasih atas do'a dari partner skripsi, Selva Susilowati, yang telah berjuang bersama-sama, banyak hal yang sudah kita lewati demi selesainya skripsi ini, kesalahan pun tak luput dari apa yang telah saya lakukan. Maaf jika banyak salah dan juga selalu menyusahkanmu, demi menyelesaikan TA tepat waktu. Semoga kita

sukses dunia akhirat.

Bapak Dr.Khamdan Cahyari, S.T., M.sc. pembimbing satu yang telah bersedia meluangkan waktunya untuk membimbing saya banyak hal terutama untuk giat bekerja dan mensupport saya untuk tidak mudah menyerah serta tetap menyertakan Allah SWT dalam setiap keadaan. Terimakasih atas nasehat-nasehat dan motivasi yang telah diberikan. Terimakasih atas ilmu-ilmunya selama di perkuliahan dan memberi saya pengalaman yang sangat berharga. Bersyukur Allah SWT mempertemukan saya dengan orang-orang hebat, terima kasih atas semuanya.

Ibu Dyah Retno Sawitri, S.T., M.Eng., pembimbing dua yang selalu perhatian kepada anak bimbingannya. Terimakasih atas kesediannya telah meluangkan waktu untuk membimbing saya banyak hal terutama untuk bekerja mandiri dan berpikir logis. Serta mengajarkan untuk selalu berargumen harus ada data yang kongkrit tidak dengan data kosong sehingga melatih untuk bersikap tanggung jawab. Terimakasih atas nasehat-nasehat dan motivasi yang telah diberikan. Dan juga kepada bapak terimakasih atas kesediannya telah meluangkan waktu untuk membimbing dan berbagi ilmu, memberi saya pengalaman yang sangat berharga. Bersyukur Allah mempertemukan saya dengan orang-orang hebat,terima kasih atas semuanya.

Siti Asiyah Fitriani

LEMBAR MOTO

Tubuh dibersihkan dengan air. Jiwa dibersihkan dengan air mata. Akal dibersihkan dengan pengetahuan. Dan jiwa dibersihkan dengan cinta.

(Ali Bin Abi Thalib)

“Dan bagi tiap-tiap umat ada kiblatnya (sendiri) yang ia menghadap kepadanya. Maka berlomba-lombalah (dalam membuat) kebaikan. Di mana saja kamu berada pasti Allah akan mengumpulkan kamu sekalian (pada hari kiamat). Sesungguhnya Allah Maha Kuasa atas segala sesuatu”.

(QS.Al-Baqarah : 148)

“Berdoalah kepada-Ku, niscaya akan kuperkenankan bagimu. Sesungguhnya orang-orang yang menyombongkan diri dari menyembah-Ku akan masuk neraka Jahannam dalam keadaan hina dina”.

(QS.Al-Mu'min : 60)

“Janganlah kamu bersikap lemah, dan janganlah (pula) kamu bersedih hati, padahal kamulah orang-orang yang paling tinggi (derajatnya), jika kamu orang-orang yang beriman”.

(QS.Ali'Imran : 139)

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Alhamdulillahirabbil'alamiin, puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat, Taufiq dan Hidayah-Nya bagi kita semua sehingga kita dapat menjalankan amanah yang menjadi tanggung jawab kita. Sholawat serta salam tidak lupa kita haturkan kepada junjungan kita Nabi besar Muhammad SAW beserta keluarga dan para sahabat, karena dengan syafaatnya kita dapat hijrah dari zaman jahiliyah menuju zaman yang terang benderang.

Atas karunia dan pertolongan dari Allah SWT, Tugas Akhir dengan judul “PRA RANCANGAN PABRIK POLIPROPILENA DARI PROPILENA MENGGUNAKAN METODE UNIPOL DENGAN KAPASITAS 100.000 TON/TAHUN” ini dapat berjalan dengan lancar dan terselesaikan dengan baik. Penulisan tugas akhir ini disusun untuk memenuhi persyaratan meraih gelar Sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.

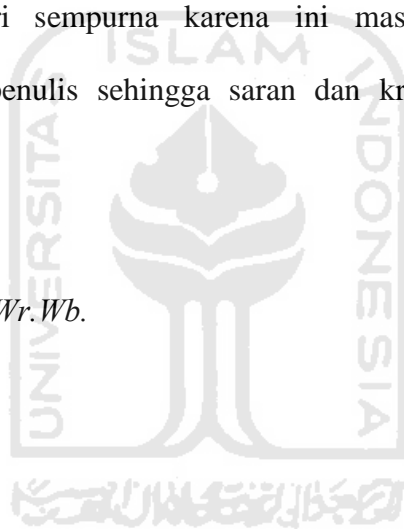
Ucapan terima kasih tidak lupa kami haturkan kepada pihak-pihak yang telah memberikan dukungan baik materil maupun spiritual dengan terselesaikannya tugas akhir ini, yaitu kepada:

1. ALLAH SWT, yang selalu ada dalam setiap langkah, atas karunia dan hidayah akal serta pikiran, kekuatan dan atas segala kemudahan yang telah diberikan.
2. Rasulullah SAW, sang suri tauladan yang telah membawa kita keluar dari zaman jahiliyah menuju zaman kebenaran.
3. Kedua Orang Tua dari Selva Susilowati L yaitu Alm. Bapak Usman Akin dan Ibu Muthoyibah, serta kedua Orang Tua dari Siti Asiyah Fitriani Bapak Siyani dan Ibu Sri Makno yang telah memberikan doa, motivasi, dukungan, dan bantuan yang tiada hentinya.
4. Keluarga yang selalu memberikan semangat.
5. Bapak Ir. Suharno Rusdi, Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia UII
6. Bapak Dr.Khamdan Cahyari, S.T., M.sc. selaku dosen pembimbing I, yang telah membimbing, memberikan motivasi serta saran kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Ibu Dyah Retno Sawitri, S.T., M.Eng., selaku dosen pembimbing II yang telah meluangkan waktunya dan pemikirannya dalam membimbing penulis menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Seluruh dosen dan karyawan Jurusan Teknik Kimia UII yang telah memberikan bantuan kepada penulis selama menuntut ilmu di Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia..
9. Semua pihak yang tidak mungkin disebutkan satu persatu yang telah

memberikan kontribusinya dalam membantu pelaksanaan tugas akhir ini.

Semoga segala bantuan yang telah diberikan kepada penulis menjadi amalan yang akan mendapatkan balasan yang sebaik-baiknya dari Allah SWT. Akhir kata, penulis berharap semoga karya tulis ini dapat memberikan manfaat bagi berbagai pihak. Penulis menyadari dalam penulisan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna karena ini masih merupakan proses pembelajaran bagi penulis sehingga saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.



Yogyakarta 26 Oktober 2020

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iiiv
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PERSEMBAHAN	v
LEMBAR MOTO	xi
KATA PENGANTAR.....	xii
ABSTRAK	xxv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.1.1 Kapasitas Perancangan.....	3
1.2 Tinjauan Pustaka	9
1.2.1 Macam-macam Proses Pembuatan Polipropilena	14
BAB II PERANCANGAN PRODUK.....	22
2.1 Spesifikasi Produk	22
2.1.1 Polipropilen	22
2.1.2 Spesifikasi Bahan Baku.....	23
2.2 Sifat Kimia Bahan Baku dan Produk	26

2.2.1	Propilena.....	26
2.2.2	Hidrogen.....	26
2.2.3	Nitrogen.....	27
2.2.4	Titanium Tetraklorida	28
2.2.5	Triethyl Alumunium.....	28
2.3	Pengendalian Kualitas	28
2.3.1	Pengendalian Kualitas Bahan Baku	29
2.3.2	Pengendalian Kualitas Produk	30
2.3.3	Pengendalian Kondisi Proses Produksi.....	30
BAB III	PERANCANGAN PROSES	32
3.1	Uraian Proses	32
3.1.1	Unit Penyimpanan Bahan Baku	32
3.1.2	Unit Reaksi.....	33
3.1.3	Unit Pemurnian Produk.....	33
3.2	Spesifikasi Alat.....	36
3.2.1	Tangki Bahan Baku.....	36
3.2.2	Heat Exchanger-01	39
3.2.3	Heat Exchanger-02.....	40

3.2.4	Mixer-01.....	42
3.2.5	Pompa-01	43
3.2.6	Kompresor-01.....	44
3.2.7	Reaktor-01	44
3.2.8	Cyclone-01	45
3.2.9	Expander Engine-01	46
3.2.10	Purge Bin-01	46
3.2.11	Extruder Pelletizer-01	47
3.2.12	Vibrating Screen-01	48
3.2.13	Screw Conveyor-01.....	49
3.2.14	Bucket Elevator-01.....	49
3.2.15	Silo-01	50
BAB IV PERANCANGAN PABRIK		51
4.1	Lokasi Pabrik	51
4.1.1	Faktor Penunjang Penentuan Lokasi Pabrik.....	54
4.2	Tata Letak Pabrik (Plant Layout).....	55
4.3	Tata Letak Mesin/Alat Proses (Machines Layout)	60
4.3.1	Aliran Bahan Baku dan Produk.....	60

4.3.2	Aliran Udara.....	60
4.3.3	Pencahayaan.....	60
4.3.4	Lalu Lintas Manusia dan Kendaraan.....	60
4.3.5	Tata Letak Alat Proses.....	61
4.3.6	Jarak Antar Alat Proses.....	61
4.4	Alir Proses dan Material.....	65
4.4.1	Neraca Massa Total.....	65
4.4.2	Neraca Panas.....	72
4.5	Perawatan (Maintenance).....	76
4.6	Pelayanan Teknik (Utilitas).....	77
4.6.1	Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (<i>Water Treatment System</i>).....	77
4.6.2	Unit Pembangkit Listrik (<i>Power Plant System</i>).....	87
4.6.3	Unit Penyediaan Udara Tekan.....	89
4.6.4	Unit Penyediaan Bahan Bakar.....	89
4.6.5	Unit Pengolahan Limbah.....	90
4.7	Organisasi Perusahaan.....	92
4.7.1	Bentuk Perusahaan.....	92
4.7.2	Struktur Organisasi.....	94

4.7.3	Tugas dan Wewenang	97
4.7.4	Ketenagakerjaan	102
4.7.5	Jadwal Kerja Karyawan	103
4.7.6	Perincian Jumlah Karyawan.....	105
4.7.7	Kesejahteraan Karyawan.....	107
4.7.8	Sistem Gaji Pegawai.....	107
4.7.9	Fasilitas Karyawan	109
4.8	Evaluasi Ekonomi	111
4.8.1	Penaksiran Harga Peralatan.....	112
4.8.2	Dasar Perhitungan	115
4.8.3	Perhitungan Modal dan Biaya.....	116
4.8.4	Analisa Kelayakan.....	118
4.8.5	Hasil Perhitungan	121
4.8.6	Analisa Keuntungan	124
4.8.7	Hasil Kelayakan Ekonomi.....	125
BAB V	PENUTUP	129
5.1	Kesimpulan.....	129
5.2	Saran	130

DAFTAR PUSTAKA 131

LAMPIRAN A..... 133



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Grafik impor Polipropilena di Indonesia.....	5
Gambar 1. 2 Perkiraan Kebutuhan Import Polipropilena di Indonesia.....	5
Gambar 1. 3 Blok diagram proses <i>low yield slurry</i>	17
Gambar 1. 4 Blok diagram proses <i>high yield slurry</i>	18
Gambar 1. 5 Blok diagram proses fasa cair	19
Gambar 1. 6 Blok diagram proses fasa gas	20
Gambar 4. 1 Lokasi Pendirian Pabrik Polipropilena.....	51
Gambar 4. 2 Tata Letak Pabrik Polipropilen	58
Gambar 4. 3 Tata Letak Alat Proses Pabrik Polipropilen 1:400.....	62
Gambar 4. 4 Diagram Alir Kualitatif	63
Gambar 4. 5 Diagram Alir Kuantitatif	64
Gambar 4. 6 Struktur Organisasi Perusahaan	96
Gambar 4. 7 Korelasi Kapasitas Produksi dengan Biaya atau Penjualan	127

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Data Impor Polipropilena Indonesia (BPS 2015-2018)	4
Tabel 1. 2 Perbandingan Proses berdasarkan fasenya	20
Tabel 4. 1 Area Bangunan Pabrik Polipropilen	59
Tabel 4. 2 Neraca Massa Total	65
Tabel 4. 3 Neraca Massa Mixer	66
Tabel 4. 4 Neraca Massa Mixing Point 1	66
Tabel 4. 5 Neraca Massa Mixing Point 2	67
Tabel 4. 6 Neraca Massa Reaktor	68
Tabel 4. 7 Neraca Massa Cyclone	69
Tabel 4. 8 Neraca Massa Purge Bin	70
Tabel 4. 9 Neraca Massa Extruder Pelletizer	71
Tabel 4. 10 Neraca Massa Vibrating Screen	72
Tabel 4. 12 Neraca Panas Heater-01	72
Tabel 4. 13 Neraca Panas Heater-02	72
Tabel 4. 14 Neraca Panas Reaktor	73
Tabel 4. 15 Neraca Panas Cyclone	73
Tabel 4. 16 Neraca Panas Expander/Turbine	74
Tabel 4. 17 Neraca Panas Purge Bin	74
Tabel 4. 18 Neraca Panas Extruder-Pelletizer	75
Tabel 4. 20 Neraca Panas Kompresor	75
Tabel 4. 22 Kebutuhan air proses	84

Tabel 4. 23 Kebutuhan air pendingin.....	85
Tabel 4. 24 Kebutuhan air pembangkit steam.....	85
Tabel 4. 25 Total kebutuhan air	87
Tabel 4. 26 Kebutuhan listrik proses.....	88
Tabel 4. 27 Kebutuhan listrik utilitas.....	88
Tabel 4. 28 Total kebutuhan listrik	89
Tabel 4. 29 Jadwal Pembagian Kerja Karyawan Shift.....	105
Tabel 4. 30 Kebutuhan operator per alat proses.....	106
Tabel 4. 31 Kebutuhan operator per alat utilitas	106
Tabel 4. 32 Gaji karyawan	108
Tabel 4. 33 Gaji karyawan (lanjutan).....	109
Tabel 4. 34 Chemical Engineering Plant Cost Index	114
Tabel 4. 35 Physical Plant Cost.....	121
Tabel 4. 36 Direct Plant Cost (DPC).....	121
Tabel 4. 37 Fixed Capital Investment (FCI)	121
Tabel 4. 38 Working Capital (WC).....	122
Tabel 4. 39 Direct Manufacturing Cost (DMC).....	122
Tabel 4. 40 Indirect Manufacturing Cost (IMC).....	122
Tabel 4. 41 Fixed Manufacturing Cost (FMC)	122
Tabel 4. 42 Total Manufacturing Cost (TMC).....	123
Tabel 4. 43 General Expense (GE)	123
Tabel 4. 44 Total Biaya Produksi.....	123

Tabel 4. 45 Fixed cost (Fa) 123

Tabel 4. 46 Variable Cost (Va) 124

Tabel 4. 47 Regulated Cost (Ra) 124



ABSTRAK

Polipropilena umumnya digunakan dalam berbagai aplikasi seperti *film*, *injection*, *sheet thermofing*, *yarn* dan *fiber multifilament*. Kebutuhan akan Polipropilena di Indonesia terus meningkat setiap tahunnya yang dapat dilihat berdasarkan data Badan Pusat Statistik pada tahun 2015-2018. Pabrik ini akan didirikan di kota Cilegon, Provinsi Banten dengan jumlah karyawan 159 orang dan beroperasi selama 330 hari dalam satu tahun dengan luas tanah 26.130 m².

Polipropilena dibuat dengan melakukan polimerisasi propilena di dalam reaktor dengan bantuan katalis pada fase gas. Hidrogen masuk dan bereaksi dengan propilena untuk memotong rantai radikal polimer menjadi senyawa polimer. Reaksi yang berlangsung bersifat eksotermis dan di jalankan pada *fluidized bed reactor* dengan pendingin. Reaktor beroperasi pada suhu 70 °C dan tekanan 30 atm. Bahan baku propilena yang digunakan dalam proses polimerisasi sebesar 14.761 kg/jam. Kebutuhan utilitas air sebesar 14.615 kg/jam, kebutuhan listrik sebesar 184 kW, dan kebutuhan bahan bakar solar sebesar 46 L/jam.

Dari analisa kelayakan ekonomi yang telah dilakukan dengan asumsi bahwa pabrik adalah low risk, diperoleh bahwa *Return on Investment* sebelum pajak adalah 28%, sedangkan sesudah pajak sebesar 21%. *Pay Out Time* sebelum pajak selama 2,79 tahun, dan *Pay Out Time* setelah pajak selama 3,47 tahun. Nilai dari *Break Event Point* pabrik ini berada pada 58,94 %. *Shut Down Point* sebesar 44,17 % dengan *Discount Cash Rate* sebesar 4,57 %. Berdasarkan hasil evaluasi ini, maka dapat disimpulkan bahwasanya pabrik ini cukup menarik dan layak untuk dikaji lebih lanjut
Kata Kunci : Polipropilena, Propilena, Katalis.

ABSTRACT

Polypropylene is commonly used in various applications such as film, injection, thermofing sheet, yarn, and multifilament fiber. The need for polypropylene in Indonesia continues to increase every year which can be seen based on data from the Central Statistics Bureau in 2015-2018. This plant will be established in the city of Cilegon, Banten Province with 159 employees and operating for 330 days in one year with land area is 26.130 m².

Polypropylene is made by polymerizing propylene in the reactor with the help of a catalyst in the gas phase. Hydrogen enters and reacts with propylene to cut the radical chains of polymers into polymeric compounds. The reaction is exothermic and is processed in the fluidized bed reactor with cooler. The reactor operates at 70°C temperature and 30 atm pressure. The raw material used in the polymerization process is 14,761 kg/hr. Water utility needs amounted to 14.615 kg/hr, electricity requirements amounted to 184 kW, and diesel fuel requirements amounted to 46 L/hr.

From the results of the economic analysis, assuming that the plant is low risk, it is obtained that the Return on Investment before tax is 28%, while after tax is 21%. Pay Out Time before tax for 2,79 years, and Pay Out Time after tax for 3,47 years. The value of the Break Event Point of this factory is at 58,94%. Shut Down Point is 44,17% with Discounted Cash Flow Rate of 4,57%, Based on the results of this evaluation, it can be concluded that this factory is quite interesting to be studied further.

Keywords: Polypropylene, Propylene, and Catalyst.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sebagai salah satu Negara berkembang, Indonesia terus melakukan pembangunan di berbagai bidang untuk dapat mensejajarkan dengan negara-negara lain. Salah satu sektor yang terus dikembangkan adalah sektor industri khususnya industri kimia. Pengembangan industri Nasional diarahkan guna meningkatkan daya saing agar mampu masuk dalam pasar Internasional dan dapat mempertahankan pasar dalam negeri. Salah satu industri yang bernilai tinggi, padat keterampilan, dan padat teknologi adalah industri petrokimia. Industri petrokimia adalah industri yang memproduksi berbagai macam produk dengan bahan baku dari hasil proses pengolahan minyak dan gas bumi.

Seiring dengan perkembangan zaman, pemanfaatan plastik dari berbagai aspek kehidupan mengalami kemajuan yang cukup pesat. Sifat dari plastik itu sendiri yang ringan, tahan panas, tahan korosi, tahan terhadap bahan kimia, dan memiliki gaya elastisitas yang cukup tinggi membuat plastik memiliki daya tarik tersendiri oleh para konsumen untuk digunakan. Plastik sering sekali diaplikasikan dalam bentuk kegiatan, seperti untuk pemipaan, pengemasan barang, peralatan rumah tangga, bahan utama tekstil, pembungkus kabel, mainan anak-anak, dan lain sebagainya yang merupakan bahan dasar plastik.

Polipropilena adalah salah satu jenis polimer yang dibuat dengan bahan

baku propilena yang merupakan hasil dari proses pengolahan minyak bumi. Ketertarikan terhadap polipropilena disebabkan karena kombinasi sifat mekanis dan *thermal* dari polipropilena yang cukup baik yang kemudian (dengan kemajuan teknologi yang pesat) dikembangkan untuk berbagai keperluan. Sekarang ini polipropilena merupakan salah satu termoplastik yang paling penting, konsumsinya meningkat dengan cepat bila dibandingkan dengan termoplastik lainnya. Hal ini sepertinya akan terus berlanjut disebabkan alasan-alasan berikut:

1. Harga produk yang relatif rendah dikarenakan harga monomer yang rendah dan teknologi polimerisasi yang efisien jika dibandingkan dengan termoplastik lainnya.
2. Polimer dapat dimodifikasi untuk berbagai macam keperluan. Melalui kopolimerisasi dan teknik-teknik lainnya sifat fisis dari produk dapat divariasikan untuk memenuhi sifat *thermal* dan mekanis yang diinginkan.

Penggunaan polipropilena sangat luas diberbagai sektor misalnya pada industri otomotif, barang-barang plastik rumah tangga, film, kabel, pipa, *coating*, *fiber*, *filament*, pada mainan anak-anak, peralatan kesehatan, dan lain-lain. Penggunaan polipropilena yang begitu luas ini dikarenakan sifatnya yang menarik antara lain: titik leleh tinggi, ringan, memiliki permukaan yang licin, dan tidak menyerap air. Karena kegunaannya yang banyak maka kebutuhan akan polipropilena terus meningkat sehingga Indonesia pun harus melakukan proses impor polipropilena yang dilakukan untuk memenuhi kebutuhan dalam

negeri.

Ketersediaan bahan baku dalam negeri sebagai pembuatan Polipropilena juga merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam produksinya. Propilena dan Hidrogen merupakan bahan baku yang digunakan untuk memproduksi Polipropilena. Dengan adanya ketersediaan bahan baku dalam negeri, suatu pabrik akan mendapatkan kemudahan dalam melakukan *supply* bahan baku ketika ketersediaannya sudah mulai habis.

1.1.1 Kapasitas Perancangan

Polipropilena merupakan salah satu jenis polimer yang sangat sering digunakan oleh manusia, maka dari itu pasar akan produksi polipropilena memiliki prospek kedepan yang bagus, dan masih teramat luas pasarnya. Kebutuhan polipropilena di dunia dan khususnya di Indonesia terus meningkat dari tahun ketahun. Hal ini dapat diketahui dari kebutuhan impor polipropilena yang terus menerus meningkat setiap tahunnya di Indonesia. Dengan melihat pertimbangan di atas, maka akan direncanakan pendirian satu pabrik yang memproduksi Polipropilena baru di Indonesia yang bertujuan untuk memenuhi segala kebutuhan pasar dalam mengkonsumsi polipropilena dalam negeri dan dapat mengurangi kebutuhan import Polipropilena Indonesia

a. Kebutuhan Polipropilena dalam Negeri

Kebutuhan Polipropilena dalam negeri dapat diketahui melalui data impor Polipropilena di Indonesia. Data tersebut dapat diketahui dari besarnya impor Polipropilena dalam range 4 tahun terakhir dari tahun 2015

sampai tahun 2018, sesuai pada Tabel 1.1.

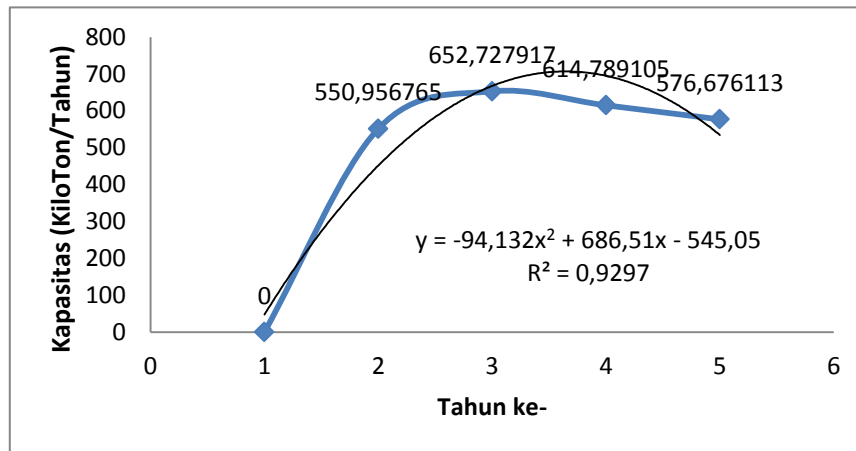
Tabel 1. 1 Data Impor Polipropilena Indonesia (BPS 2015-2018)

Tahun	Ton
2015	550.956,765
2016	652.727,917
2017	614.789,110
2018	576.676,110

Sumber : (Badan Pusat Statistik, 2019)

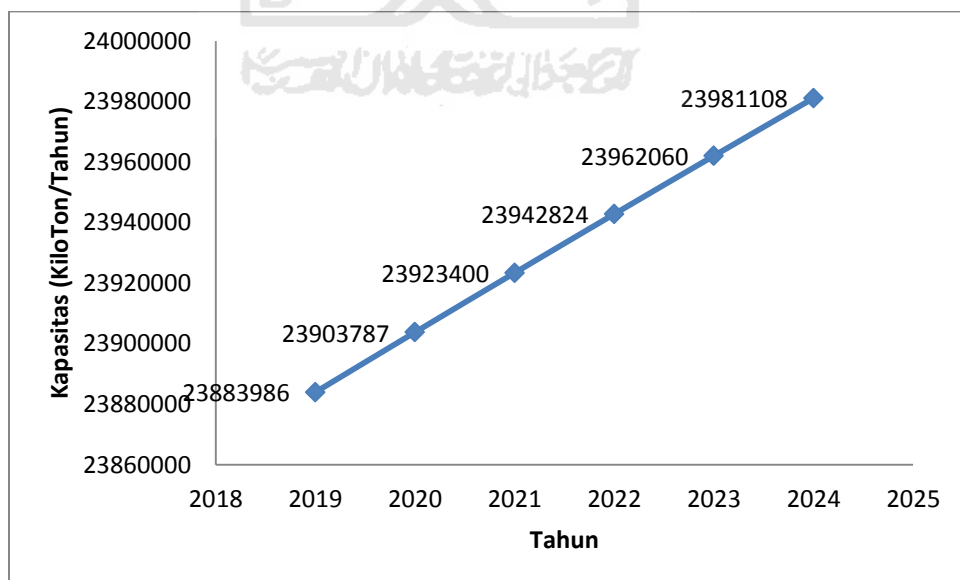
Berdasarkan data Badan Pusat Statistik di atas (<http://www.bps.go.id>) jumlah impor produk Polipropilena di Indonesia mengalami angka yang fluktuatif dan cenderung meningkat. Kebutuhan Polipropilena di Indonesia masih dipenuhi oleh kebutuhan impor dari luar negeri. Pada tahun 2016 merupakan tahun tertinggi Indonesia dalam impor Polipropilena, yakni sebesar 652.727,917 ton. Pabrik yang akan didirikan ini diharapkan dapat memenuhi dan bahkan menutupi kebutuhan Polipropilena di Indonesia agar mengurangi jumlah impor.

Dari data di atas dapat dibuat grafik polinomial antara data ke-n (sumbu x) dan kapasitas (sumbu y). Dengan tahun 2015 sebagai data ke-1, tahun 2016 sebagai data ke 2,dst. Grafik polinomial kebutuhan impor Polipropilena di Indonesia dapat dilihat pada Gambar 1.1.



Gambar 1. 1 Grafik impor Polipropilena di Indonesia

Dari data yang sudah ada di atas, maka kebutuhan impor Polipropilena dapat dihitung dengan menggunakan cara regresi linier. Dari persamaan $y = -94,13x^2 + 686,5x - 545$ dapat dihitung perkiraan jumlah import Polipropilena di Indonesia pada tahun 2024. Perkiraan kebutuhan import Polipropilena dapat dilihat pada Gambar 1.2.



Gambar 1. 2 Perkiraan Kebutuhan Import Polipropilena di Indonesia

Sehingga dapat diperkirakan pada tahun 2024 Indonesia akan mengimpor Polipropilena sebesar 23.981.107.968 ton. Untuk mengurangi kebutuhan impor di Indonesia, maka direncanakan pendirian pabrik Polipropilena dengan kapasitas 100.000 ton/tahun.

b. Jumlah ekspor Polipropilena di Indonesia

Jumlah ekspor Polipropilena dalam negeri dapat diketahui melalui data ekspor. Polipropilena di Indonesia. Data tersebut dapat diketahui dari besarnya ekspor Polipropilena dalam range 4 tahun terakhir dari tahun 2015 sampai tahun 2018, sesuai pada Tabel 1.2.

Tabel 1.2 Jumlah Ekspor Polipropilena di Indonesia

Tahun	Ton
2015	6574
2016	4805
2017	7789
2018	24844

Dari data tersebut jumlah ekspor Indonesia masih cukup rendah karena Indonesia masih harus mengimpor polipropilena dari luar negeri.

c. Perusahaan Produsen Polipropilena di Indonesia

Beberapa industri kimia yang terlibat dalam produksi polipropilena di Indonesia adalah :

Tabel 1. 3 Data Pabrik Polipropilena Indonesia

Pabrik	Kapasitas (Ton)
PT.Pertamina	45.000
PT.Politama	240.000
PT.Chandra Asih	480.000

1. PERTAMINA

Pabrik polipropilena PERTAMINA ini berlokasi di Kilang Musi, Plaju, Sumatera Selatan. Mulai beroperasi pada tahun 1973 dengan kapasitas produksi 20.000 ton/tahun. Proses yang digunakan adalah proses Philips. Tahun 1994 proses tersebut diganti dengan proses Paten Mitsui yang mempunyai kapasitas produksi 45.000 ton/tahun.

2. PT. Polytama Propindo

PT. Polytama Propindo adalah produsen resin polipropilen (PP) yang andal di Indonesia, dengan nama produk Masplene. PT. Polytama Propindo didirikan pada tahun 1993, dan merupakan salah satu industri petrokimia terkemuka di Indonesia yang berlokasi di Balongan, Kecamatan Juntunyuat, Indramayu, Jawa Barat, menggunakan salah satu teknologi proses terbaik dunia, yaitu Teknologi Spheripol dari Montell (sekarang Lyondell Basell), dengan kapasitas awal terpasang 100.000 ton per-tahun.

Kemudian, pada bulan juli tahun 1995, PT Polytama Propindo memulai produksi lagi dengan nama produk: Masplene, pasokan bahan baku gas propilena dengan kemurnian tinggi diperoleh dari PERTAMINA refinery UP-VI (sekarang RU-VI) Balongan. Satu tahun kemudian pada tahun 1996 kapasitas pabrik ditingkatkan menjadi 180.000 ton/tahun.

3. PT. Chandra Asih Petrochemical

Pabrik berlokasi di Cilegon, Serang Banten. Mulai berproduksi pada tahun 1992 Kapasitas produksi 480.000 ton/tahun. Merupakan

penggabungan antara PT Chandra Asri dengan PT. Tri Polyta Indonesia Tbk pada 1 Januari 2011 dan berkantor pusat di Jakarta. PT Chandra Asri Petrochemical (CAP) termasuk di dalam perusahaan petrokimia terbesar dan juga terintegrasi di Indonesia dengan fasilitas yang dimilikinya yang terletak di Ciwandan, cilegon dan Puloampel, Serang provinsi Banten. PT. Chandra Asri Petrochemical (CAP) didirikan pada tanggal 2 November 1984, pada saat itu nama yang dimiliki adalah PT. Polyta Indonesia dan baru dapat beroperasi pada tahun 1993. PT Chandra Asri Petrochemical (CAP) merupakan pabrik petrokimia di Indonesia yang memanfaatkan teknologi canggih kelas dunia. Jantung operasi CAP adalah Lummus Naphta Cracker yang menghasilkan Ethylene, Propylene, Mixed C4, dan Pyrolysis Gasoline (Py-Gas) berkualitas tinggi untuk Indonesia serta pasar ekspor regional.

Selain Naphta Cracker, PT Chandra Asri Petrochemical (CAP) juga memproduksi polimer yang lain, yakni Polietilena dan Polipropilena yang diproduksi dengan teknologi berintegrasi tinggi dan kelas dunia.

Adapun alasan dalam pertimbangan-pertimbangan mendirikan pabrik polipropilena antara lain:

- a. Polipropilena merupakan suatu polimer yang banyak digunakan sebagai bahan pembuatan plastik di Indonesia.
- b. Kebutuhan akan Polipropilena mengalami peningkatan disetiap tahunnya, sementara hal itu tidak diimbangi dengan produksi Polipropilena di dalam

negeri. Hal itu yang menyebabkan kebutuhan akan Polipropilena di dalam negeri terus melakukan aktivitas impor dari beberapa negara.

- c. Pendirian pabrik ini diharapkan dapat mengurangi ketergantungan Indonesia terhadap impor Polipropilena dari luar negeri, sehingga hal itu akan dapat menghemat devisa negara.
- d. Pendirian pabrik ini juga diharapkan dapat mengurangi pengangguran di Indonesia. Dengan memanfaatkan tenaga kerja dari dalam negeri, diharapkan pendirian pabrik ini dapat membantu dan meminimalisir pengangguran yang ada serta meningkatkan perekonomian masyarakat.
- e. Tersedianya bahan baku di dalam negeri, membuat proses produksi Polipropilena yang dilakukan akan relatif lebih murah serta dapat mengoptimalkan bahan baku yang ada di Indonesia.

Dengan memperhatikan hal-hal di atas, yang mana belum mencukupinya bahan Polipropilena di Indonesia, maka pendirian pabrik Polipropilena di Indonesia ini merupakan salah satu gagasan yang perlu diperhitungkan dan dikaji lebih lanjut sebagai suatu investasi yang menguntungkan Indonesia dimasa yang akan datang.

1.2 Tinjauan Pustaka

Faktor struktural yang menentukan sifat-sifat polipropilena adalah konfigurasi susunan molekul dan distribusi berat molekul. Ada tiga struktur molekul polipropilena berdasarkan gugus metil yang terbentuk pada reaksi polimerisasi, yaitu:

1. *Isotactic*

Memiliki sifat: kaku, kekuatan yang tinggi, dan dapat mengkristal.

2. *Syndiotactic*

Dapat mengkristal walaupun jumlah kristalnya lebih sedikit dibandingkan dengan struktur *isotactic*.

3. *Atactic*

Bersifat sangat lentur dan tidak dapat mengkristal.

Pada umumnya polipropilena dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu:

1. *Homopolymer*

Polimer dari monomer-monomer yang sejenis yang dapat diproduksi secara langsung di reaktor.

Karakteristik polipropilena jenis *homopolymer*:

- a. Memiliki densitas paling ringan.
- b. Memiliki daya tahan panas paling tinggi.
- c. Kejernihan baik.
- d. Permukaan kristal halus.
- e. Tahan terhadap tumbukan dan kelembaban.
- f. Tahan abrasi dan gesekan.

2. *Random copolymer*

Copolymer mengandung monomer polipropilena dan monomer etilena atau monomer olefin lainnya. Kedua monomer tersebut langsung bergabung pada saat pertumbuhan rantai polimer dalam sebuah reaktor.

Karakteristik polipropilena jenis *random copolymer*:

- a. Kristalinitasnya rendah.
- b. Tidak kaku.
- c. Tahan terhadap tumbukan.
- d. Titik leleh rendah.
- e. Lebih jernih.

3. *Block copolymer*

Merupakan campuran *homopolymer* dengan *copolymer ethylene-propylene*.

Jenis ini diproduksi secara bertahap melalui pembentukan homopolimer polipropilena dalam reaktor pertama dan dilanjutkan dengan pencampuran kopolimer etilena-propilena pada reaktor kedua.

Karakteristik polipropilena jenis *block copolymer*:

- a. Kekakuan dan kekerasan kurang bila dibandingkan dengan jenis homopolimer.
- b. Tahan terhadap tumbukan pada temperatur cukup rendah.
- c. Terdapat fasa karet yang terputus-putus.
- d. Tidak tembus cahaya.

Produk yang dihasilkan tersebut dapat digunakan pada berbagai aplikasi.

Aplikasi dari berbagai spesifikasi produk tersebut dapat digunakan untuk berbagai keperluan antara lain:

a. *BOPP (Bioxially Oriented Polypropylene) Film*

Jenis ini merupakan resin dengan berat molekul tertinggi yang diproduksi.

Penggunaannya antara lain untuk bahan kemasan makanan, rokok, plastik laminating, plastik dekorasi.

b. *Yarn*

Banyak digunakan sebagai bahan baku pembuatan karung bahan kimia, juga untuk bagian bawah karpet, dan tali rafia. Sifatnya kuat, licin dan tidak menyerap air.

c. *IPP (Inflation Polypropylene) Film*

Resin ini paling banyak diproduksi dan digunakan untuk kemasan makanan, kantong plastik bagian dalam dan pembungkus tekstil.

d. *Injection Molding*

Resin ini banyak digunakan untuk keperluan peralatan rumah tangga seperti botol, kursi, peralatan dapur dan juga untuk keperluan otomotif.

e. *Fiber*

Jenis ini digunakan untuk karpet, benang dan karpet pelapis.

f. *Thermoforming*

Resin ini banyak digunakan untuk gelas dan wadah plastik. Sifatnya bening, kuat dan tidak menimbulkan bau dan rasa.

g. *Cast film*

Digunakan untuk bahan pelapis pada metal atau logam. Berupa lembaran yang dalam pembuatannya hanya ditarik dengan satu arah tetapi lebih lembut karena bersifat fleksibel.

Reaksi polimerisasi dapat terjadi dengan menggunakan katalis Ziegler-

polipropilena:

a. Proses Hercules

Pada proses Hercules ini merupakan proses kontinu pertama dalam teknologi produksi Polipropilena. Reaksi polimerisasi dilakukan dalam reaktor tangki berpengaduk yang tersusun seri. Pada proses ini katalis yang digunakan $TiCl_4$ kokatalis $Al(C_2H_5)_2Cl$ dan pelarut kerosin. Tahap polimerisasi dilakukan pada tekanan 5 bar dan temperature yang digunakan antara 60-80 °C. Setelah proses polimerisasi dan *degassing*, *slurry* polimer dikontakkan dengan alcohol untuk mendeaktivasi dan melarutkan sisa katalis yang tidak bereaksi. Selanjutnya, proses penetralan *slurry* polimer dengan larutan NaOH yang bertujuan untuk menetralkan HCl yang terbentuk pada tahap sebelumnya. Pada tahap ini, terbentuk fasa terlarut dan fasa hidrokarbon. Fasa terlarut diumpankan ke kolom distilasi untuk memisahkan air dan alcohol, sedangkan fasa hidrokarbon diumpankan ke filter untuk memisahkan polipropilena isotaktik dari pelarut dan polipropilena ataktik. *Suspense* polimer isotaktik lalu diumpankan ke kolom *steam distillation* untuk menghilangkan pelarut kerosin yang masih ada. Setelah itu, *suspense* disentrifugasi untuk menghilangkan steam dan kerosin yang terbawa. Polimer kemudian dikerjakan menggunakan gas nitrogen (Malpass & Band, 2012).

b. Proses Spheripol

Pada proses spheripol ini, polimerisasi dilakukan di dalam loop tubular reactor. Katalis yang digunakan pada proses ini adalah $TiCl_4$ dengan

penyangga $MgCl_2$. Kondisi operasi yang terjadi pada proses Spheripol ini pada umumnya terjadi pada temperatur $65-75^\circ C$ dan tekanan 30-35 bar. Polimer yang terbentuk di dalam reaktor dipisahkan dengan cara flashing, yakni penurunan tekanan yang berlangsung secara tiba-tiba, sehingga monomer propilena cair akan menguap, lalu uap propilena kemudian dikondensasikan dan dikembalikan ke dalam reaktor (Malpass & Band, 2012).

c. Proses Unipol

Pada proses Unipol, reaktor yang digunakan adalah fluidized bed reactor yang telah disusun secara seri. Temperatur operasi yang terjadi pada proses Unipol ini pada umumnya sebesar $60-70^\circ C$ dengan tekanan 25-30 bar pada reaktor homopolimer, dan tekanan 20 bar pada reaktor kopolimer. Panas reaksi yang terjadi dipindahkan dengan cara mendinginkan gas recycle dengan alat penukar panas. Katalis yang digunakan pada proses ini adalah $TiCl_4$ dengan kokatalis TEAL (Malpass & Band, 2012).

Polipropilena dapat diproduksi melalui beberapa proses antara lain: proses *slurry (solvent)*, proses *liquid* (fasa cair), proses fasa gas.

a. Proses *Slurry (Solvent)*

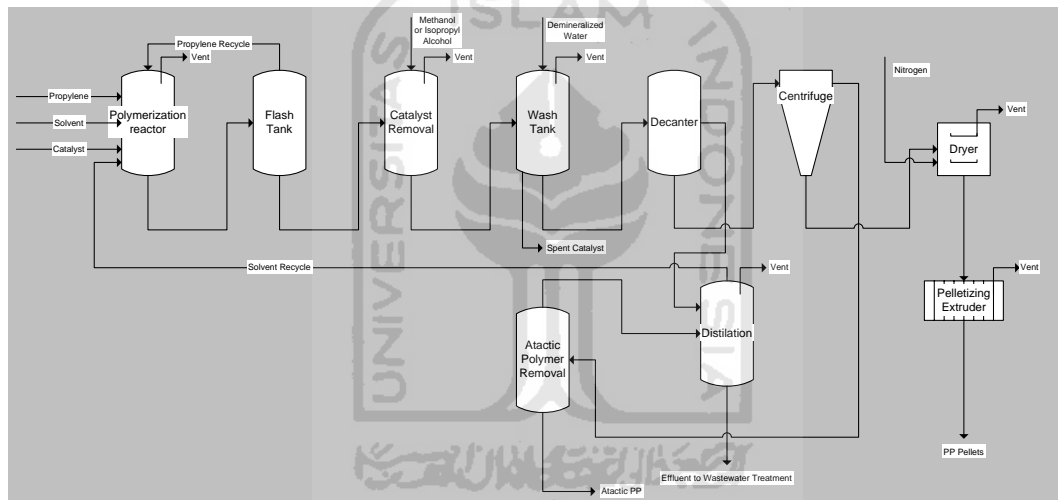
Proses ini menggunakan suatu pelarut, terutama heptana sebagai media polimerisasi. Proses ini terbagi menjadi dua macam:

➤ *Low yield slurry process*

Pada proses polimerisasi ini, campuran polimer dan pelarut pertama dicuci dengan methanol (atau isopropil alkohol) untuk mendeaktivasi katalis,

kemudian dengan air untuk memindahkan sisa katalis.

Slurry yang telah dicuci kemudian didekantasi dan padatnya disentrifugasi, dikeringkan dengan nitrogen, dan dibentuk *pellet* dengan menggunakan *extruder*. Cairan dari *decanter* kemudian didistilasi sehingga *solvent* yang tertinggal dapat di *recycle* ke reaktor dan air dikirim ke pengolahan limbah cair. *Effluent* dari sentrifugasi dipanaskan untuk memindahkan polimer ataktik sebelum *effluent* didistilasi.



*Sumber: *Polymer Manufacturing Technology and Health Effect*

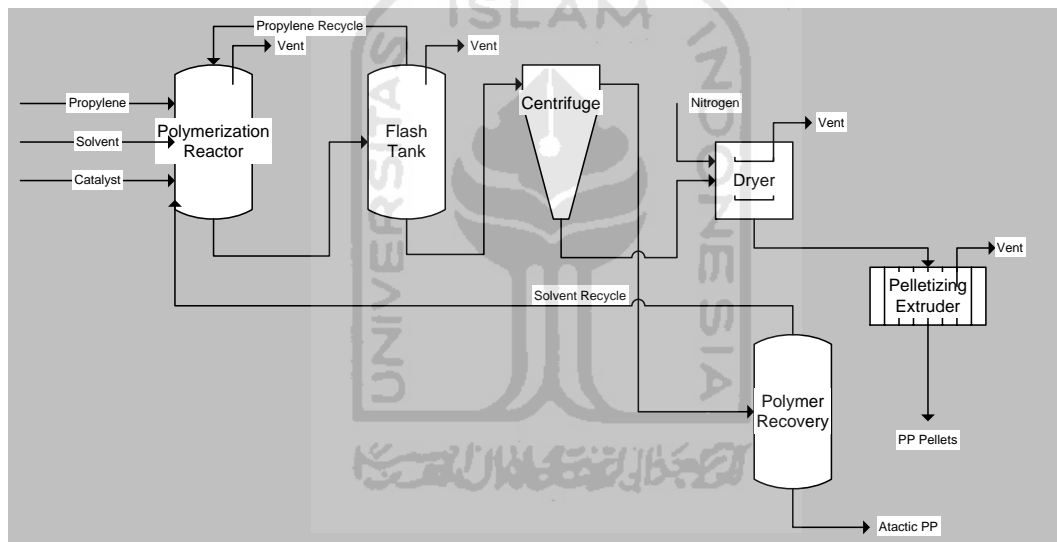
Gambar 1. 3 Blok diagram proses *low yield slurry*.

➤ *High yield slurry process*

Proses ini mengurangi kompleksitas dan konsumsi energi dalam produksi polipropilena. Setelah propilena yang tidak bereaksi di *recycle* ke reaktor, campuran polimer dan pelarut disentrifugasi. Kemudian polimer dikeringkan dengan nitrogen dan dibentuk *pellet* sementara *effluent* dipanaskan

untuk memindahkan polimer ataktik. Pelarut yang sudah dimurnikan kemudian di *recycle* ke reaktor.

Proses ini mengurangi jumlah katalis dalam polimer, menghilangkan kebutuhan methanol untuk deaktivasi, dan selanjutnya pencucian. Selama jumlah katalis dalam polimer sangat kecil, residu katalis tidak perlu dipindahkan. Selama methanol dan air tidak digunakan untuk pemindahan katalis, maka distilasi *effluent* dari sentrifugasi juga tidak diperlukan.



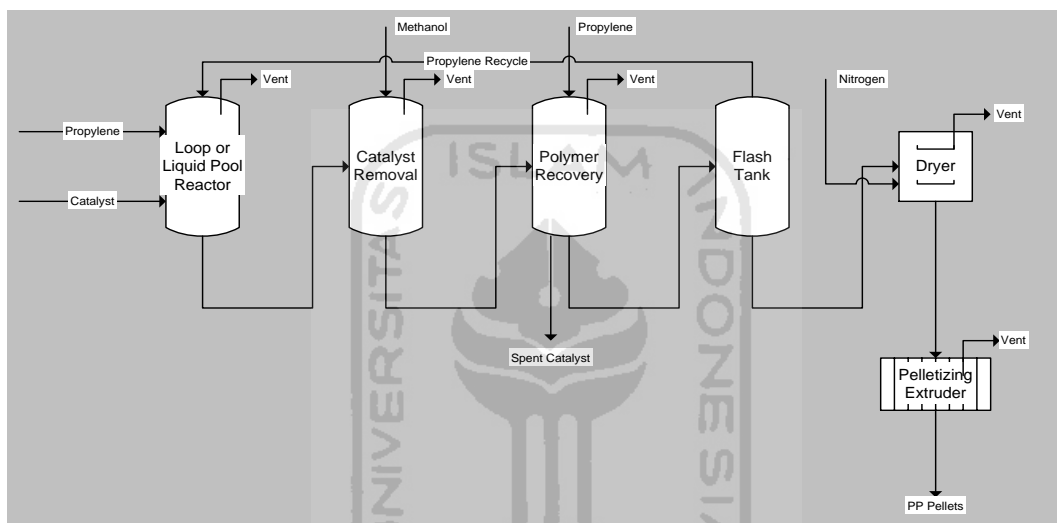
*Sumber: *Polymer Manufacturing Technology and Health Effect*

Gambar 1. 4 Blok diagram proses *high yield slurry*

b. Proses *Liquid* (Fasa Cair)

Proses ini menggunakan propilena cair sebagai media reaksi. Propilena dan katalis diumpankan ke dalam reaktor *loop tubular* dimana polimerisasi terjadi. Jumlah pelarut tidak ditemukan pada literatur, tetapi diharapkan kurang dari 30 bagian berat. Sebagaimana ditunjukkan pada gambar di bawah ini,

setelah campuran polimer-monomer dipindahkan dari reaktor, methanol ditambahkan untuk pemindahan katalis. Setelah itu campuran dicuci dengan propilena dan diumpankan ke *flash tank*. Monomer yang bereaksi dipisahkan dan di *recycle* ke reaktor, sementara polimer dikeringkan dengan nitrogen dan dibentuk *pellet*.



*Sumber: *Polymer Manufacturing Technology and Health Effect*

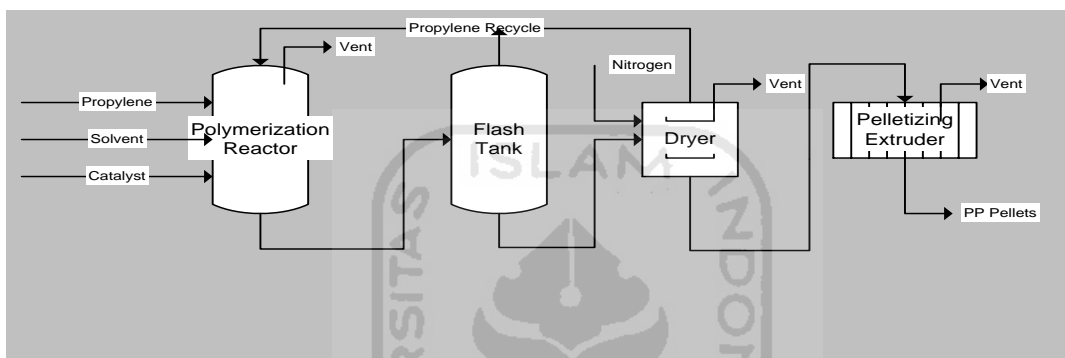
Gambar 1. 5 Blok diagram proses fasa cair

c. Proses Fasa Gas

Dalam polimerisasi fasa gas, suatu katalis dengan aktivasi dan stereospesifik yang tinggi digunakan untuk meminimalisasi sisa katalis dan polimer ataktik di dalam produk.

Propilena dan katalis diumpankan ke dalam suatu *fluidized bed reactor* dimana reaksi berlangsung sampai konversi yang diinginkan. Campuran polimer-monomer yang berbentuk gas kemudian diumpankan ke *flash tank* dimana propilena yang tidak bereaksi dipisahkan dan di *recycle* ke reaktor.

Apabila katalis dengan jumlah bagian yang sangat kecil dari campuran polimer (ppb atau kurang), maka sisa katalis tersebut tidak perlu dihilangkan/dibersihkan. Polimer kemudian dikeringkan dengan nitrogen dan dibentuk *pellet* di dalam *extruder*. Gas pengering di *recycle* ke reaktor untuk *recovery* propilena yang tidak bereaksi.



*Sumber: *Polymer Manufacturing Technology and Health Effect*

Gambar 1. 6 Blok diagram proses fasa gas

Tabel 1. 2 Perbandingan Proses berdasarkan fasenya

Fase Slurry US 4.126.743	Fase Cair US 7.160.964 B2	Fase Gas (Khan et al., 2014)
1. Kondisi operasi yang digunakan: P = 30-40 atm T = 95-120°C	1. Kondisi operasi yang digunakan : P = 12-25 atm T = 150-250°C	1. Kondisi operasi yang digunakan : P = ≤ 30 atm T = 70-80°C
2. Membutuhkan solvent	2. Kualitas produk tinggi dan konsisten karena pencampuran monomer lebih sempurna	3. Kontrol proses lebih mudah
3. Beban biaya sangat besar	3. Konversi antara 50-60%	4. Konversi 98 %
4. Konversi 45-58%		

Dari sekian banyak proses yang telah dijabarkan di atas, pabrik menggunakan proses Unipol fase gas karena proses ini merupakan proses yang memiliki konversi paling tinggi, tidak diperlukan pemakaian pelarut, dan proses yang digunakan lebih sederhana



BAB II

PERANCANGAN PRODUK

2.1 Spesifikasi Produk

2.1.1 Polipropilen

Nama : Polipropilena (isotaktik) (97,5%)

Additive : 0,99%

Deactiveted Catalyst : 1,5%

Rumus molekul : $(C_3H_6)_x$

Jenis : Homopolimer

Wujud : Padatan

Bentuk : Pellet (Granular)

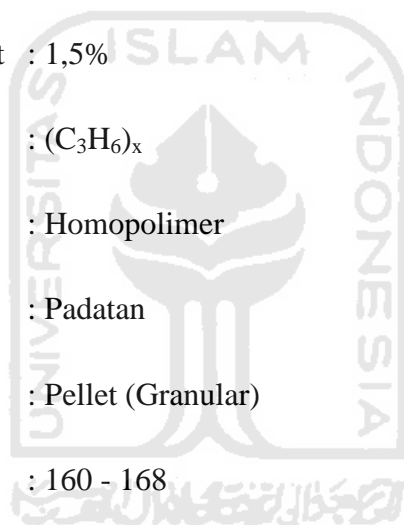
Titik leleh, °C : 160 - 168

Densitas, kg/m³ : 0,91

Tensile Strength, psi : 2760 - 6530

Melt Flow : 0,250 – 1850 g/10 min (@176°F)

Flash Point, °C : >300



2.1.2 Spesifikasi Bahan Baku

2.1.2.1 Propilena Monomer

Nama	: Propilena
Rumus molekul	: C_3H_6
Wujud	: Gas
Berat molekul	: 42 kg/mol
Titik beku	: $-185,3^{\circ}C$
Titik didih	: $-47,8^{\circ}C$
Flash point	: $-108^{\circ}C$ ($-162^{\circ}F$)
Suhu kritis	: $91,8^{\circ}C$ ($197,24^{\circ}F$)
Vapor pressure	: 10,2 bar (132,81 psig) @ $70^{\circ}F$ ($21,1^{\circ}C$), 1 atm
Densitas	: $0,5139\text{ g/cm}^3$ (at $20^{\circ}C$)
Viskositas	: 0,24 cST (at $24^{\circ}C$)

2.1.2.2 Hidrogen

Nama	: Hidrogen
Rumus molekul	: H_2
Wujud	: Gas
Berat molekul	: 2 kg/mol
Titik leleh	: $-259,2^{\circ}C$
Titik didih	: $-252,9^{\circ}C$

Flash point	: Mudah terbakar
Suhu kritis	: -239,9°C
Vapor pressure	: 165.320 kPa (at 25°C)
Densitas	: 0,08376 kg/m ³ (at 20°C, 1 atm)
Viskositas	: 1,002 cP

2.1.2.3 Katalis

Nama	: Titanium Tetraklorida
Rumus molekul	: TiCl ₄
Wujud	: Padat
Berat molekul	: 154,225 kg/mol
Titik leleh	: -24°C
Titik didih	: 136°C
Support katalis	: MgCl ₂
Suhu dekomposisi	: 116-118°C
Densitas	: 13,37 kg/m ³
Solubilitas	: Larut dalam air, larut dalam ethanol

2.1.2.4 Kokatalis

Nama	: Triethyl Alumunium (TEAL)
Rumus molekul	: $\text{Al}(\text{C}_2\text{H}_5)_3$
Wujud	: Cair
Berat molekul	: 114 kg/mol
Titik leleh	: -93°C
Titik didih	: 128°C
Flash point	: Menyala secara spontan di udara
Suhu kritis	: 761°F
Vapor pressure	: $<5 \text{ mmHg}$ (at 25°C)
Density	: $0,836 \text{ gr/cm}^3$
Viscosity	: $1,66 \text{ cSt}$ (at 20°C)

2.1.2.5 Nitrogen

Nama	: Nitrogen
Rumus molekul	: N_2
Wujud	: Gas
Berat molekul	: 28 kg/mol
Titik leleh	: -210°C
Titik didih	: $-195,8^\circ\text{C}$
Suhu kritis	: -147°C
Densitas	: 1.153 kg/m^3 (at $21,1^\circ\text{C}$)

2.2 Sifat Kimia Bahan Baku dan Produk

2.2.1 Propilena

Propilena atau nama lainnya propena merupakan senyawa hidrokarbon tak jenuh yang berisomer dengan siklo propan. Mempunyai rumus kimia C_3H_6 . Propilen diproduksi melalui sistem cracking pada proses pemurnian minyak bumi yang juga menghasilkan etilen, metana dan hydrogen. Secara struktur terdiri dari tiga atom C dan enam atom H, serta memiliki satu ikatan rangkap dua dan merupakan senyawa alkena paling sederhana kedua setelah etena. Senyawa propilena ini sangat reaktif, kereaktifan ini terletak pada ikatan rangkap dua, pada rangkap dua ini dapat terjadipenggabungan beberapa molekul sejenis dari propilena menjadi molekul yang lebihbesar. Sifat kimia lain yang dimiliki oleh propilena antara lain: mudah terbakar, mudah meledak dan mudah teroksidasi pada kondisi tertentu. Larut dalam alkohol dan eter tetapi kurang larut dalam air. Pada kondisi atmosferik dan suhu ruangan propilena berupa gas tidak berwarna (Krik & Othmer, 1982).

2.2.2 Hidrogen

Hidrogen merupakan unsur kimia pada tabel periodik yang memiliki simbol H dan nomor atom 1 serta merupakan unsur yang membentuk sekitar tiga perempat massa alam semesta. Hidrogen terdapat dalam air yang menutupi 70% permukaan bumi dan di semua bahan organik. Senyawa hidrogen hanya terdiri atas satu proton dan satu elektron. Gas hidrogen yang

langsung berdifusi ke udara tidak mencemari tanah atau air tanah. Pada suhu dan tekanan standar hidrogen tidak berwarna, tidak berbau, dan tidak beracun. Tidak menimbulkan hujan asam, melubangi ozon, atau menghasilkan emisi berbahaya. Biasanya senyawa hidrogen dihasilkan secara industri dari berbagai senyawa hidrokarbon seperti metana. Hidrogen juga dapat dihasilkan dari air melalui proses elektrolisis, namun proses ini secara komersial lebih mahal daripada produksi hidrogen dari gas alam. Adapun sifat kimia lain pada hidrogen yaitu bersifat non-logam dan bervalensi tunggal (Hisham, 2018).

2.2.3 Nitrogen

Nitrogen adalah unsur kimia bukan logam yang mempunyai bilangan atom 14 dalam sistem periodik, masing-masing atomnya memiliki lima elektron valensi dalam konfigurasi $ns^2n p^3$. Di alam, unsur nitrogen terdapat baik di udara, laut maupun darat. Selain dalam bentuk gas, unsur kimia ini bisa terdapat sebagai bentuk persenyawaan dengan unsur lainnya membentuk senyawa baru yang mempunyai sifat kimia berbeda dengan unsur semula. Di dalam bentuk gas, nitrogen yang memiliki rumus kimia N_2 bersifat sangat stabil. Gas ini mempunyai sifat kimia tidak berwarna, tidak berbau, dan tidak reaktif. Ketidak reaktifan ini disebabkan oleh adanya ikatan rangkap tiga dalam gas nitrogen. Secara kimia, nitrogen adalah unsur yang unik dalam golongannya, karena dapat membentuk senyawa kimia dalam semua bilangan oksidasinya (mulai dari -3 sampai +5), oleh karena itu nitrogen dapat bereaksi dengan oksigen membentuk senyawa-senyawa nitrogen oksida.

Oleh karena nitrogen bersifat tidak reaktif maka nitrogen digunakan sebagai selubung gas inert (Susana, 2004).

2.2.4 Titanium Tetraklorida

Titanium tetraklorida merupakan senyawa kimia dengan rumus molekul $TiCl_4$, yang strukturnya terdiri dari satu atom titanium dan empat ikatan atom klorida. Titanium tetraklorida dalam IUPAC dapat disebut juga sebagai *tetrachlorotitanium*. $TiCl_4$ merupakan senyawa titanium terpenting karena menjadi bahan baku pembuatan senyawa titanium lainnya serta memegang peranan penting pada metalurgi titanium dan dalam pembuatan katalis. $TiCl_4$ sangat reaktif dengan air. Apabila terjadi kontak dengan udara lembab akan menghasilkan gas yang mudah terbakar dan dapat menyebabkan iritasi jika terhirup.

2.2.5 Triethyl Alumunium

Senyawa ini sangat reaktif terhadap air dan udara. Selain itu TEAL bersifat pyrophoric yaitu terbakar spontan jika berkontak dengan udara dan akan meledak bila berkontak dengan air.

2.3 Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas dilakukan untuk menjaga dan mempertahankan kualitas produk yang dihasilkan agar dapat berjalan baik dan sesuai standar yang ditetapkan. Tujuan lain diadakannya pengujian kualitas agar biaya

desain produk, biaya inspeksi, dan biaya proses produksi dapat berjalan secara efisien.

Pengendalian kualitas pada pabrik Polipropilen terdiri dari pengendalian kualitas bahan proses, pengendalian proses, dan pengendalian kualitas produk. Dengan menggunakan *statistical quality control* evaluasi, perencanaan dan hasil akhir dapat diketahui sehingga kebijakan yang akan diambil berdasarkan objektivitas fakta. Adapun langkah dan penggunaan *statistical quality control* menurut Sofyan Assauni (2004):

- a. Pengambilan sampel secara teratur.
- b. Pemeriksaan karakteristik yang telah ditentukan (contoh seperti densitas, titik leleh, dan kadar impurities) apakah sesuai dengan standar yang ditetapkan.
- c. Penganalisaan derajat penyimpangan (deviasi) dan standar.
- d. Penggunaan tabel control (control chart) untuk bahan penganalisan hasil-hasil pengawasan.

2.3.1 Pengendalian Kualitas Bahan Proses

Pengendalian kualitas bahan proses bertujuan untuk mengetahui sejauh mana kualitas bahan baku yang akan digunakan untuk produksi. Pengujian tersebut dilakukan sebelum proses produksi dan dikerjakan didalam laboratorium dengan mengambil beberapa sampel. Kemudian bahan baku ini diuji kemurniannya serta kandungan didalam bahan baku termasuk kadar zat pengotor.

2.3.2 Pengendalian Proses

Pengendalian proses dilakukan untuk menjaga kualitas produk yang dihasilkan. Pada saat perencanaan produksi, diperlukannya pengawasan dan pengendalian produksi agar proses dapat berjalan dengan baik. Oleh sebab itu penyesuaian dan koreksi dilaksanakan segera sebelum adanya kerusakan yang semakin banyak. Pada pengendalian proses ini dilakukan beberapa tahapan yaitu persiapan bahan baku hingga menjadi suatu produk yang siap dipasarkan.

2.3.3 Pengendalian Kualitas Produk

Pengendalian kualitas proses produksi dilakukan sesuai dengan prosedur dan standar yang ada agar menghasilkan produk yang sesuai spesifikasi. Pengendalian kualitas produk menggunakan alat pengendalian di dalam control room, dimana terdapat controller yang tersambung dengan sensor tertentu yang terpasang pada tiap alat proses sehingga memudahkan dalam pengendalian sistem setiap tahapan proses produksi. Alat kontrol yang harus diatur pada kondisi tertentu antara lain:

a. *Level Controller*

Level Controller merupakan alat pengendalian volume cairan tangki/vessel berfungsi untuk mengatur tinggi cairan.

b. *Rate Controller*

Flow Rate Controller merupakan alat yang dipasang untuk mengatur aliran, baik itu aliran masuk maupun aliran keluar proses.

c. *Temperature Controller*

Alat ini mempunyai set point / batasan nilai suhu yang dapat diatur.

Menjamin tidak adanya kenaikan suhu untuk mencegah kecelakaan alat.

d. *Pressure Controller*

Alat ini berfungsi untuk mencegah kenaikan tekanan yang dapat mengakibatkan alat meledak dan kelelahan alat.



BAB III

PERANCANGAN PROSES

3.1 Uraian Proses

Proses pembuatan polipropilena dari monomer propilena dilakukan dengan proses kontinu. Produksi polipropilena dilakukan melalui beberapa unit proses :

1. Unit penyiapan bahan baku
2. Unit reaksi
3. Unit pemurnian produk

3.1.1 Unit Penyimpanan Bahan Baku

a. Unit Penyimpanan Propilena

Bahan baku propilena dialirkan menggunakan pipa langsung dari PT.Chandra Asri Petrochemical dengan kemurnian 99,85% dalam fase gas . Sedangkan nitrogen (N_2) disimpan pada fase gas dengan suhu $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan tekanan 31 atm dalam tangki penyimpanan (T-03). Bahan Baku Nitrogen diperoleh dari PT. Air Liquid dengan kemurnian 100%. Propilena yang merupakan bahan baku utama kemudian diumpankan ke *heater* (H-01) bersama dengan Nitrogen untuk menaikkan suhunya dari 30°C menjadi 70°C sebelum diumpankan ke reaktor (R-01). Setelah dari *heater* (H-01) propilena dan nitrogen yang telah dipanaskan dialirkan menuju reaktor. Propilena tersebut kemudian dicampur dengan propilena recycle.

b. Unit Penyiapan Katalis

Katalis Titanium Tetraklorida diperoleh dari World Runner Co., Ltd., Korea. Sedangkan untuk Kokatalis TEAL diperoleh dari Zhejiang Friend Chemical Co., Ltd., China. Katalis $TiCl_4$ ditampung di hopper (Hp-01) lalu dimasukkan kedalam Mixer (M-01). Kokatalis TEAL dari tangki penyimpanan (T-01) dialirkan menggunakan pompa (P-01) menuju mixer (M-01). Di mixer katalis dan kokatalis dicampur untuk mengaktifkan katalis pada suhu $30^\circ C$ dan Tekanan 1 atm. Dari *mixer* (M-01) katalis dan kokatalis dialirkan menuju reaktor menggunakan screw conveyor (SC-01). Untuk perbandingan katalis dan kokatalis yaitu 1 : 2 (Patent : WO2004050722A1).

c. Unit Penyimpanan Hidrogen

Hidrogen dari PT. Air Liquide Indonesia dengan suhu $30^\circ C$ tekanan 1 atm disimpan pada pangki penyimpanan (T-03). Kemudian suhunya dinaikan menjadi $70^\circ C$ dengan menggunakan *heater* (H-02) sebelum masuk ke reaktor.

3.1.2 Unit Reaksi

Propilena dan nitrogen dari (HE-01), hidrogen dari (H-02) dan campuran katalis kokatalis dari (SC-01) diumpankan ke reactor (R-01). Konversi yang terjadi adalah 98% terhadap propilena. Untuk katalis yang digunakan yaitu 72,476 gram propilen/mg katalis (Murni & Hidayat, 2010). Produk polimerisasi polipropilena dilakukan di dalam *fluidized bedreactor* (R-

01) pada tekanan 30 atm dan suhu 70°C. Reaksi yang terjadi terdiri tiga tahapan reaksi, yaitu tahap inisiasi, tahap propagasi dan tahap terminasi. Reaksi berjalan secara eksotermis dan untuk menjaga agar suhu reaktor tetap konstan maka reaktor dilengkapi dengan jaket pendingin. Produk keluaran dari reaktor berupa polipropilena dan sisa propilena. Katalis tidak dapat diperoleh kembali pada akhir reaksi karena ikut bergabung dalam molekul polimer.

3.1.3 Unit Pemurnian Produk

Pada tahap ini bertujuan untuk memurnikan polipropilena dari sisa propilena sehingga diperoleh produk polipropilena dalam bentuk pellet.

Tahap pemisahan dan pemurnian produk terdiri:

- a. Hasil keluaran reaktor yang berupa gas dan padatan (powder) diumpankan ke *cyclone* (CY-01) untuk memisahkan gas dan padatan. Cyclone ini beroperasi pada suhu 70°C dan tekanan 30 atm. Gas yang telah terpisahkan masuk kembali ke reaktor (R-01) sebagai recycle dari cyclone. Padatan yang sudah terpisahkan dari gas diturunkan tekanannya di dalam expander sebelum masuk ke Purge Bin.
- b. Di dalam expander terjadi penurunan tekanan secara tiba-tiba dari 30 atm menjadi 1 atm. Dari expander produk polipropilena yang masih berupa padatan (powder) dimasukkan ke dalam Purge Bin untuk dihilangkan sisa gas dan limbah.
- c. Di dalam purge bin didesain untuk menghilangkan sebagian kecil

hidrokarbon yang masih ikut terlarut dan menetralkan sisa katalis. Low steam digunakan untuk mendeaktivasi katalis yang tersisa sekaligus memanaskan nitrogen. Nitrogen digunakan sebagai gas purging, yaitu untuk melarutkan hidrokarbon yang masuk ke purge bin. Sisa aliran ini dibuang ke flare.

- d. Polipropilena yang tekananya telah turun menjadi tekanan atmosferik selanjutnya masuk ke *extruder pelletizer* (EP-01) untuk dibentuk menjadi pellet. Polipropilena dicetak menggunakan die plate dan langsung dipotong-potong menggunakan rotary knife kemudian didinginkan. Pendinginan yang cepat mengakibatkan polipropilena langsung membeku dan menjadi pellet.
- e. Selanjutnya pellet polipropilena masuk menuju vibrating screen (VS-01) untuk menyeragamkan ukuran pellet. Produk yang telah sesuai dengan spesifikasi pasar kemudian disimpan ke dalam silo penyimpanan pellet sebelum dikemas ke dalam kantong-kantong. Sedangkan produk yang tidak sesuai dengan spesifikasi akan diumpukan kembali kedalam extruder untuk dicampurkan dengan polipropilen fresh.

3.2 Spesifikasi Alat

3.2.1 Penyimpanan Bahan Baku

3.2.1.1 Tangki Penyimpanan Katalis TiCl_4 (T-01)

Kode	: T-01
Fungsi	: Menyimpan katalis padat untuk kebutuhan selama 7 hari
Jenis	: Silo
Bahan	: <i>Carbon Steel 283 Grade C</i>
Jumlah	: 1 Unit
Fase	: Padat
Kondisi Operasi	: T = 30 °C P = 1 atm
Volume (m ³)	: 17,46 m ³
Diameter	: 2,95 m
Tinggi Tangki	: 3,79 m
Tebal Tangki	: 0,25 inch
Tebal Konis	: 0,25 inch
Laju Aliran	: 177,7334 kg/jam
Harga	: \$400

3.2.1.3 Tangki Penyimpanan Kokatalis TEAL (T-02)

Kode	: T-02
Fungsi	: Menyimpan Kokatalis cair untuk kebutuhan selama 7 hari
Jenis	: Tangki silinder tegak dengan flat bottomed dan dished head
Bahan	: <i>Carbon Steel 283 Grade C</i>
Jumlah	: 1 Unit
Fase	: Cair
Kondisi Operasi	: T = 30 °C P = 1 atm
Volume (m ³)	: 26,26
Diameter	: 3,22 m
Tinggi Tangki	: 4,53 m
Tebal Silinder	: 0,3125 inch
Laju Aliran	: 88,8667 kg/jam
Harga	: \$500

3.2.1.4 Tangki Penyimpanan Nitrogen (T-04)

Kode	: T-04
Fungsi	: Menyimpan Nitrogen gas untuk kebutuhan selama 7 hari
Jenis	: Bola spherical
Bahan	: <i>Carbon Steel 283 Grade C</i>
Jumlah	: 1 Unit
Fase	: Gas
Kondisi Operasi	: T = 30°C P = 31 atm
Volume (m ³)	: 561,38
Diameter	: 10,24 m
Tinggi Tangki	: 10,24 (m)
Tebal Tangki	: 5,25 inch
Laju Aliran	: 1,6208 kg/jam
Harga	: \$249.200

3.2.1.5 Tangki Penyimpanan Hidrogen (T-03)

Kode	: T-03
Fungsi	: Menyimpan hidrogen gas untuk kebutuhan 7 hari
Jenis	: Bola spherical
Bahan	: <i>Carbon Steel 283 Grade C</i>
Jumlah	: 1 Unit
Fase	: Gas

Kondisi Operasi	: T = 30°C
	P = 31 atm
Volume (m ³)	: 974,90
Diameter	: 12,30 m
Tinggi Tangki	: 12,30 m
Tebal Silinder	: 4 in
Laju Aliran	: 2,4861 kg/jam
Harga	: \$298.900

3.2.2 Heat Exchanger-01

Kode	: HE-01
Fungsi	: Menaikan suhu propilena dan nitrogen sebelum ke reaktor
Jenis	: Double pipe
Kondisi Operasi	: Suhu masuk = 30°C Suhu keluar = 70°C

Inner pipe side

Fluida	: Steam
Kapasitas	: 459,8842 kg/jam
Tipe	: 1 1/4 IPS
ID	: 1,380 in
Surface area	: 0,44 sqft/ft
Panjang Hairpin	: 12 ft

Jumlah Hairpin	: 5 buah
ΔP	: 0,05 psi
<i>Annulus side</i>	
Fluda	: Propilen, nitrogen
Kapasitas	: 12.629,6649 kg/jam
Tipe	: 2 IPS
ID	: 2,067 in
Surface area	: 0,44 sqft/ft
Uc	: 73,799 Btu/Jam Ft ² F
UD	: 65,860 Btu/Jam Ft ² F
Rd calculation	: 0,002
Rd required	: 0,0010
Laju Aliran	: 12632,22 kg/jam
Harga	: \$1.500

3.2.3 Heat Exchanger-02

Kode	: HE-02
Fungsi	: Menaikan suhu hidrogen sebelum ke reaktor
Jenis	: Double pipe
Kondisi Operasi	: Suhu masuk = 30°C Suhu keluar = 70°C

Inner pipe side

Fluida	: Steam
Kapasitas	: 0.804 kg/jam
Tipe	: 1 1/4 IPS
ID	: 1,380 in
Surface area	: 0,44 sqft/ft
Panjang Hairpin	: 12 ft
Jumlah Hairpin	: 1 buah
ΔP	: 0,0005 psi
<i>Annulus side</i>	
Fluida	: Hidrogen
Kapasitas	: 2,486 kg/jam
Tipe	: 2 IPS
ID	: 2,067 in
Surface area	: 0,44 sqft/ft
U_c	: 0,621 Btu/Jam Ft ² F
U_D	: 0,577 Btu/Jam Ft ² F
Rd calculation	: 0.012
Rd required	: 0,0010
Laju Aliran	: 2,4861 kg/jam
Harga	: \$600

3.2.4 Mixer-01

Kode	: M-01
Fungsi	: Tempat mencampur katalis dan kokatalis
Jenis	: Tangki silinder vertikal berpengaduk
Bahan	: <i>Carbon steel SA 283 grade C</i>
Jumlah	: 1 unit
Jenis head	: Torispherical Dished head and bottom
Fase	: Slurry
Kondisi operasi	: T = 30°C P = 1 atm
Spesifikasi Tangki	
Kapasitas	: 0,953 m ³
Diameter	: 0,5369 m
Tinggi	: 1,1054 m
Tebal head	: 0,1875 in
Pengaduk	
Jenis	: Turbin with 6 flat blades
Jumlah baffle	: Tanpa
Baffle daya motor	: 0,05 Hp
Laju Aliran	: 266,6 kg/jam
Harga	: \$6.100

3.2.5 Pompa-01

Kode	: P-01
Fungsi	: Mengalirkan kokatalis ke mixer
Kapasitas	: 0,053 gpm
Daya Pompa	: 0,05 hp
Head pompa	: 8,99 J/s
ID	: 1,1049 in
Harga	: \$69,71

3.2.6 Screw Conveyor-01

Kode	: SC-01
Fungsi	: Mengalirkan katalis dan kokatalis dari mixer ke reaktor
Kondisi operasi	: T = 30°C P = 1 atm
Kondisi fisik	:
Kapasitas	: 266,6 kg/jam
Panjang screw	: 12 ft
Volume screw	: 4,41 ft ³ /jam
Diameter shaft	: 2 in
Kecepatan Putaran	: 40 rpm
Daya motor	: 0,43 Hp
Harga	: \$3.400

3.2.7 Kompresor-01

Kode	: C-01
Fungsi	: Menaikan tekanan recycle reaktor
Jenis	: <i>Sentrifugal</i>
Jumlah stage	: 1 stage
Flow gas	: 592,102 kg/jam
Suhu masuk	: 70 °C
Suhu keluar	: 75,23 °C
Daya	: 0,05 Hp
ID	: 21,25 in
Harga	: \$4.470

3.2.8 Reaktor-01

Kode	: R-01
Fungsi	: Tempat terjadinya reaksi polimerisasi propilena menjadi polipropilena
Jenis	: <i>Fluidaized Bed Reactor</i>
Bahan	: <i>Carbon steel SA 283 grade C</i>
Jumlah	: 1 unit
Kondisi operasi	: T = 70°C P = 30 atm
Spesifikasi Tangki	
Kapasitas	: 323,2120 m ³ /jam

Diameter	: 3,6986 m
Tinggi tangki	: 7,475 m
Tinggi bed	: 1,0028 m
Pendingin	
Jenis	: Jaket pendingin
Pendingin	: air
Kebutuhan	: 5.157,91 kg/jam
Diameter jaket	: 3,9060 m
Tinggi jaket	: 7,48 m
Tebal jaket	: 3,5845 in
Luas permukaan	: 160.594,9197 in ²
Harga	: \$678.994

3.2.9 Cyclone-01

Kode	: CY-01
Fungsi	: Memisahkan produk dari gas sisa
Kondisi Operasi	: T = 30 °C P = 30 atm
Bahan Kontruksi	: <i>Carbon Steel</i>
Diameter	: 2,344 m
Lebar pipa masuk	: 0,879m
Tinggi pipa masuk	: 1,758 m
Tinggi total	: 7,375 m

Laju Aliran : 13187,28 kg/jam

Harga : \$105.400

3.2.10 Expander Engine-01

Kode : Ex-01

Fungsi : Menurunkan tekanan dari 30 atm menjadi 2 atm

Jenis : Expander Sentrifugal

Jumlah : 1 unit

Kondisi operasi : $P_{in} = 30 \text{ atm}$

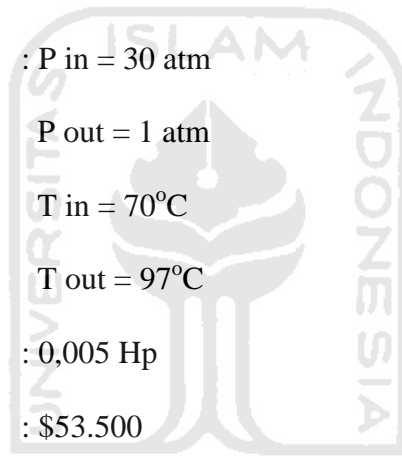
$P_{out} = 1 \text{ atm}$

$T_{in} = 70^{\circ}\text{C}$

$T_{out} = 97^{\circ}\text{C}$

Daya : 0,005 Hp

Harga : \$53.500



3.2.11 Purge Bin-01

Kode : PB-01

Fungsi : Mengurangi kandungan monomer dan mendeaktivasi katalis

Bentuk : Silinder vertical dengan tutup elipsoidal

Bahan konstruksi : *Carbon-steel SA 283 grade C*

Kondisi Operasi : $P = 1 \text{ atm}$

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

Laju alir massa : 12.634,0719 kg/jam



Densitas bahan	: 910 kg/m ³
Volume tangki	: 4,4151 m ³
P desain	: 16,33psi
Ukuran	
Diameter tangki	: 1,5536 m
Tinggi tangki	: 2,3303 m
Tebal tangki	: 1,564 inch
Harga	: \$36.600

3.2.12 Extruder Pelletizer-01

Kode	: EP-01
Fungsi	: Membuat pellet produk polipropilena
Jenis	: <i>Single screw extruder</i>
Model	: <i>Cylindrical vessel</i>
Jumlah	: 2 unit
Extruder	
<i>Cutting machine</i>	: 2 buah
Jumlah Hole	: 536 hole
Diameter hole	: 2 mm
<i>Cutter speed</i>	: 100 rpm
Pelletizer	
Diameter	: 0,912 m
Panjang	: 10,6756 m

Kecepatan volume : 247,4502 ft³/jam

Bak pendingin

Panjang : 9,6438 m

Lebar : 2,4106 m

Tinggi : 0,6027 m

Harga : \$ 52.037

3.2.13 Vibrating Screen-01

Kode : Vs-01

Fungsi : Menyeragamkan ukuran pellet

Jenis : Vibrating Screen

Bahan : *Carbon steel*

Jumlah : 1 unit

Fase : Padat

Kondisi Operasi : T = 30 °C

P = 1 atm

Dimensi Tangki : 29,37 ft²

Apperture screen : 1,651 mm

Diameter wire : 0,035 in

Harga : \$13.446

3.2.14 Screw Conveyor-02

Kode	: SC-02
Fungsi	: Mengalirkan produk polipropilena menuju bucket elevator
Kondisi operasi	: T = 30°C P = 1 atm
Kondisi fisik	:
Kapasitas	: 12.948,79 kg/jam
Panjang screw	: 40 ft
Volume screw	: 595,1917 ft ³ /jam
Diameter shaft	: 2 in
Kecepatan Putaran	: 80 rpm
Daya motor	: 1 Hp
Harga	: \$8.800

3.2.15 Bucket Elevator-01

Kode	: BE-01
Fungsi	: Mengangkut produk polipropilena menuju silo penyimpanan
Jenis	: <i>Centrifugal Discharge Bucket</i>
Bahan	: <i>Carbon steel SA 283 grade C</i>
Kondisi operasi	: T = 30°C P = 1 atm

Kondisi fisik	: Tinggi elevator = 7,86 m
Kapasitas	: 12,94 ton/jam
Kecepatan bucket	: 225 ft/menit
Daya motor	: 1 Hp
Harga	: \$ 11.726,82

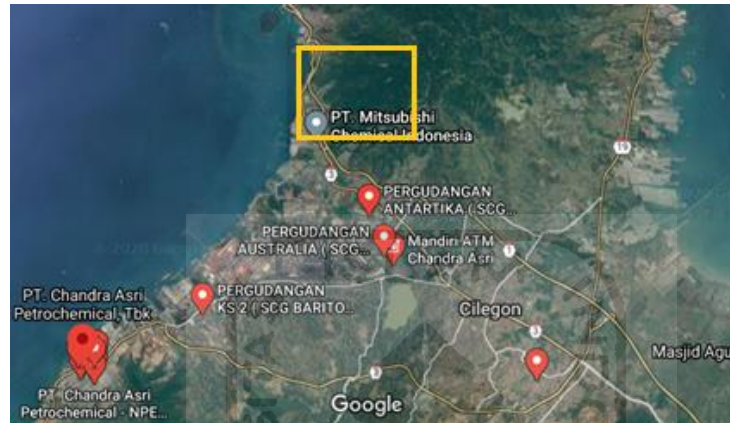
3.2.16 Silo-01

Kode	: S-01
Fungsi	: Menyimpan produk propilena sebelum didistribusikan
Bahan	: <i>Carbon steel SA 283 grade C</i>
Jumlah	: 15
Fase	: Padat
Kondisi Operasi	: T = 30°C P = 1 atm
Waktu tinggal	: 7 hari
Dimensi Tangki	
Volume	: 178,6954 m ³
Diameter	: 7,62 m
Tinggi silo	: 7,31 m
Tebal silinder	: 1,25 in
Harga	: \$54.700

BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

4.1 Lokasi Pabrik



Gambar 4. 1 Lokasi Pendirian Pabrik Polipropilena

Pemilihan lokasi pabrik harus diperhitungkan secara baik dan tepat, secara ekonomi maupun teknis karena berpengaruh terhadap faktor produksi dan distribusi dari pabrik yang didirikan. Adapun faktor-faktor yang harus dipertimbangkan dalam menentukan lokasi pabrik agar pabrik yang dirancang dapat mendatangkan keuntungan yang besar, antara lain: letak pabrik dengan sumber bahan baku dan bahan pembantu, letak pabrik dengan pasar penunjang, transportasi, tenaga kerja, kondisi sosial dan kemungkinan pengembangan di masa mendatang. Maka dari itu telah ditentukan lokasi pabrik polipropilena ini akan didirikan di daerah Cilegon, Banten, dengan berbagai pertimbangan sebagai berikut:

1. Sumber Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan dalam pabrik Polipropilen adalah propilena (yang disimpan dalam fase cair) yang langsung diperoleh dari PT. Chandra Asri Tbk. Untuk mengurangi biaya penyediaan bahan baku, maka pabrik polipropilena didirikan tidak jauh dengan penghasil utama bahan baku dengan kemurnian 99.95%. Nitrogen sebagai gas inert dan hydrogen sebagai bahan baku pendukung disuplai dari PT. Air Liquid Indonesia. Sedangkan, catalyst dan co-catalyst didatangkan dari Korea dan China.

2. Pemasaran

Pemasaran merupakan salah satu faktor yang penting dalam mencapai tujuan dalam rangka mendapatkan keuntungan yang besar. Dengan melakukan pemasaran yang tepat, maka suatu pabrik akan menghasilkan keuntungan dan menjamin kelangsungan proyek. Lokasi pendirian pabrik cukup startegis untuk pemasaran produk terutama bagi pabrik - pabrik yang menggunakan pellet polipropilena sebagai bahan baku utamanya. Daerah Cilegon, Banten juga sangat dekat dengan Jabodetabek. Dimana daerah tersebut mempunyai beberapa industri yang memanfaatkan polipropilena sebagai bahan bakunya, seperti industri pengepakan, industri bottling, dan industri kemasan yang menggunakan polipropilena. PT. Indofood Tbk menggunakan polipropilena sebagai bahan kemasan produknya, PT aqua Golden Missisipi juga menggunakan polipropilena untuk botol kemasan air mineral, dan industri-industri lainnya yang menggunakan kemasan plastik untuk produknya.

3. Sarana Transportasi

Fasilitas transportasi di daerah Cilegon ini cukup memadai. Pembelian bahan baku dan penjualan produk dapat dilakukan melalui jalan darat, laut, maupun udara. Transportasi darat dilakukan melalui jalan tol dan dapat juga dengan menggunakan kereta api barang. Transportasi laut dapat diakses melalui pelabuhan Merak. Transportasi udara dapat dilakukan di Bandara Internasional Soekarno-Hatta dan Bandara Pondok Cabe di Tangerang.

4. Fasilitas Air

Untuk penyediaan sarana air proses, air domestik, air pendingin, air umpan boiler (*steam*), dan lain-lain didapatkan dari laut Selat Sunda. Air laut tersebut nantinya akan di proses menggunakan metode pengolahan air yang telah dirancang dengan tujuan untuk memenuhi kebutuhan air. Apabila tidak mencukupi, maka di kawasan industri Cilegon terdapat pabrik penyedia air yaitu PT. Krakatau Tirta Indonesia.

5. Regulasi dan Perjanjian

Krakatau Industri Estate Cilegon (PT. KIEC) merupakan kawasan yang diijinkan pemerintah daerah setempat khusus untuk pembangunan industri. Dengan adanya dorongan dari pihak pemerintah, daerah dalam pengembangan industri juga diharapkan dapat memberikan keuntungan tersendiri.

6. Tersedianya Sarana Pendukung

Fasilitas pendukung berupa air, energi, dan bahan bakar tersedia cukup memadai karena merupakan kawasan industri.

- Penyediaan air, dapat diperoleh dari PT Krakatu Tirta Industri dan air laut
- Penyediaan tenaga listrik, dapat diperoleh dari PLN dan generator pabrik

7. Tersedianya Tenaga Kerja

Sebagian dari tenaga kerja yang dibutuhkan di pabrik ini adalah tenaga kerja yang berpendidikan kejuruan atau menengah dan sebagian lain sarjana sesuai dengan kebutuhan. Faktor kedisiplinan dan pengalaman kerja pada tenaga kerja juga menjadi prioritas dalam perekrutan tenaga kerja, sehingga tenaga kerja yang diterima saat perekrutan merupakan tenaga kerja yang berkualitas dan berkerja sebagaimana mestinya.

4.1.1 Faktor Penunjang Penentuan Lokasi Pabrik

Faktor penunjang tidak secara langsung berperan dalam proses operasional pabrik, akan tetapi berpengaruh dalam kelancaran proses operasional dari pabrik itu sendiri. Kota cilegon yang terletak di Provinsi Banten ini merupakan tempat yang cocok dan strategis dalam pendirian pabrik. Daerah ini juga masih memiliki lahan kosong yang cukup luas dan bisa digunakan untuk pendirian maupun perluasan suatu pabrik. PT. Chandra Asri Petrochemical sendiri merupakan pabrik yang berada di kota Cilegon, sehingga memudahkan dalam pemasokan bahan baku. Kondisi iklim yang berada di Daerah Cilegon ini cukup stabil sepanjang tahun. Seperti daerah-daerah lain di Indonesia, kota Cilegon juga beriklim tropis yang memiliki suhu berkisar 25-35°C.

4.2 Tata Letak Pabrik (*Plant Layout*)

Tata letak pabrik merupakan bagian dari perancangan pabrik yang perlu diperhatikan. Tata letak pabrik mengatur susunan letak bangunan untuk daerah proses, area perlengkapan, kantor, gudang, utilitas dan fasilitas lainnya guna menjamin kelancaran proses produksi dengan baik dan efisien, serta menjaga keselamatan kerja para karyawannya dan menjaga keamanan dari pabrik tersebut. Jalannya aliran proses dan aktifitas dari para pekerja yang ada, menjadi dasar pertimbangan dalam pengaturan bangunan-bangunan dalam suatu pabrik sehingga proses dapat berjalan dengan efektif, aman dan kontinyu.

Desain yang rasional harus memasukkan unsur lahan proses, *storage* (persediaan) dan lahan alternatif (*areal handling*) dalam posisi yang efisien dan dengan mempertimbangkan faktor-faktor sebagai berikut (Timmerhaus, 2004):

- a. Urutan proses produksi.
- b. Pengembangan lokasi baru atau penambahan/peluasan lokasi yang belum dikembangkan pada masa yang akan datang.
- c. Distribusi yang efisien pada pengadaan air, *steam* proses, tenaga listrik dan bahan baku.
- d. Pemeliharaan dan perbaikan.
- e. Keamanan (*safety*) terutama dari kemungkinan kebakaran dan keselamatan kerja.
- f. Bangunan yang meliputi luas bangunan, kondisi bangunan dan konstruksinya yang memenuhi syarat.

- g. Fleksibilitas dalam perencanaan tata letak pabrik dengan mempertimbangkan kemungkinan perubahan dari proses/mesin, sehingga perubahan-perubahan yang dilakukan tidak memerlukan biaya yang tinggi.
- h. Masalah pembuangan limbah cair.
- i. *Service area*, seperti kantin, tempat parkir, ruang ibadah, dan sebagainya diatur sedemikian rupa sehingga tidak terlalu jauh dari tempat kerja.

Berdasarkan faktor tersebut diatas, maka pengaturan tata letak pabrik Polipropilen untuk penempatan bangunan dalam kawasan pabrik tersebut direncanakan sebagai berikut :

1. Area proses

Area proses merupakan tempat berlangsungnya proses produksi Polipropilen, daerah ini diletakan pada lokasi yang memudahkan suplay bahan baku dari tempat penyimpanan dan pengiriman produk ke area penyimpanan produk serta mempermudah pengawasan dan perbaikan alat-alat.

2. Area penyimpanan

Area penyimpanan merupakan tempat penyimpanan bahan baku dan produk yang dihasilkan. Penyimpanan bahan baku dan produk diletakan di daerah yang mudah dijangkau oleh peralatan pengangkutan.

3. Area pemeliharaan dan perawatan pabrik

Area ini merupakan perbengkelan untuk melakukan kegiatan perawatan dan perbaikan peralatan sesuai dengan kebutuhan pabrik.

4. Area utilitas / sarana penunjang

Area ini merupakan lokasi dari alat-alat penunjang produksi. Berupa tempat penyediaan air, tenaga listrik, pemanas dan sarana pengolahan limbah.

5. Area administrasi dan perkantoran

Area administrasi dan perkantoran merupakan daerah pusat kegiatan administrasi pabrik untuk urusan-urusan dengan pihak-pihak luar maupun dalam.

6. Area laboratorium

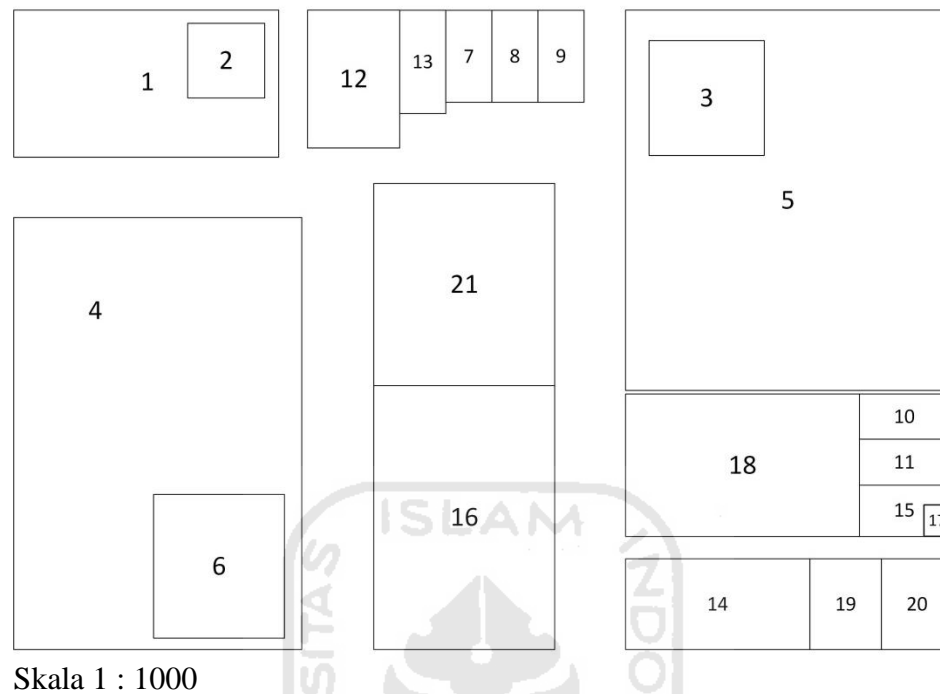
Area ini merupakan tempat untuk *quality control* terhadap produk ataupun bahan baku, serta tempat untuk penelitian dan pengembangan (R & D). Beberapa indikator yang diuji diantaranya uji kelenturan, uji kekuatan, uji daya hantar panas.

7. Fasilitas umum

Fasilitas umum terdiri dari kantin, klinik pengobatan, lapangan parkir serta mesjid sebagai tempat peribadatan. Fasilitas umum ini diletakan sedemikian rupa sehingga seluruh karyawan dapat memanfaatkannya.

8. Area perluasan

Area ini dimaksudkan untuk persiapan perluasan pabrik dimasa yang akan datang. Perluasan pabrik dilakukan karena peningkatan kapasitas produksi akibatnya adanya peningkatan produk.



Gambar 4. 2 Tata Letak Pabrik Polipropilen

Keterangan Gambar :

- | | | |
|---------------------------|----------------------|-----------------------|
| 1. Area Utilitas | 8. Laboratorium | 15. Area Parkir Motor |
| 2. Unit Pengolahan Limbah | 9. Poliklinik | 16. Area Parkir Truk |
| 3. Generator | 10. Perpustakaan | 17. Pos Penjagaan |
| 4. Area Proses | 11. Taman | 18. Kantor |
| 5. Area Perluasan | 12. Gudang Peralatan | 19. Kantin |
| 6. Control Room | 13. Bengkel | 20. Musholla |
| 7. Unit Pemadam Kebakaran | 14. Parkir Mobil | 21. Area Mess |

Tabel 4. 1 Area Bangunan Pabrik Polipropilen

Lokasi	Panjang, m	Lebar, m	Luas Tanah, m ²	Luas Bangunan, m ²
Area Proses	65	100	6500	6500
Area Utilitas	60	30	1800	1800
Gudang Peralatan	30	21	630	630
Bengkel	20	10	200	200
Area Parkir 1 (truk)	60	40	2400	2400
Area Parkir 2 (Mobil)	40	20	800	800
Area Parkir 3 (Motor)	20	10	200	200
Kantor	50	30	1500	1500
Masjid	20	15	300	300
Kantin	20	15	300	300
Mess Area	45	40	1800	1800
Area Pemadam Kebakaran	10	20	200	200
Laboratorium	10	20	200	200
Poliklinik	10	20	200	200
Perpustakaan	10	20	200	200
Taman	10	20	200	-
Area Perluasan	70	80	5600	-
Jalan			3100	-
Total			26130	17230

4.3 Tata Letak Mesin/Alat Proses (Machines Layout)

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

4.3.1 Aliran Bahan Baku dan Produk

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

4.3.2 Aliran Udara

Aliran udara di dalam dan disekitar area proses perlu diperhatikan kelancarannya. Hal ini bertujuan untuk menghindari stagnasi udara pada suatu tempat yang dapat mengakibatkan akumulasi bahan kimia yang berbahaya sehingga terjadinya pengendapan, dan dapat membahayakan keselamatan para tenaga kerja. Selain itu, perlu juga diperhatikan arah hembusan angin agar dapat menjaga keselamatan para tenaga kerja yang bekerja di ketinggian.

4.3.3 Pencahayaan

Penerangan pada seluruh pabrik harus memadai dan sesuai standar pabrik, terpenting pada tempat-tempat proses yang berbahaya atau berisiko tinggi perlu dijaga agar tidak terjadi ledakan atau percikan pada penerangan di tempat-tempat proses tersebut berlangsung.

4.3.4 Lalu Lintas Manusia dan Kendaraan

Dalam hal tata letak peralatan perlu diperhatikan agar para pekerja dapat menuju dan mencapai keseluruhan tempat alat proses dengan cepat dan mudah. Jika terjadi gangguan alat proses maka harus cepat dan tanggap untuk diperbaiki

agar tidak terlalu mengganggu proses produksi yang sedang berjalan, selain itu keamanan para pekerja selama bertugas perlu diprioritaskan.

4.3.5 Tata Letak Alat Proses

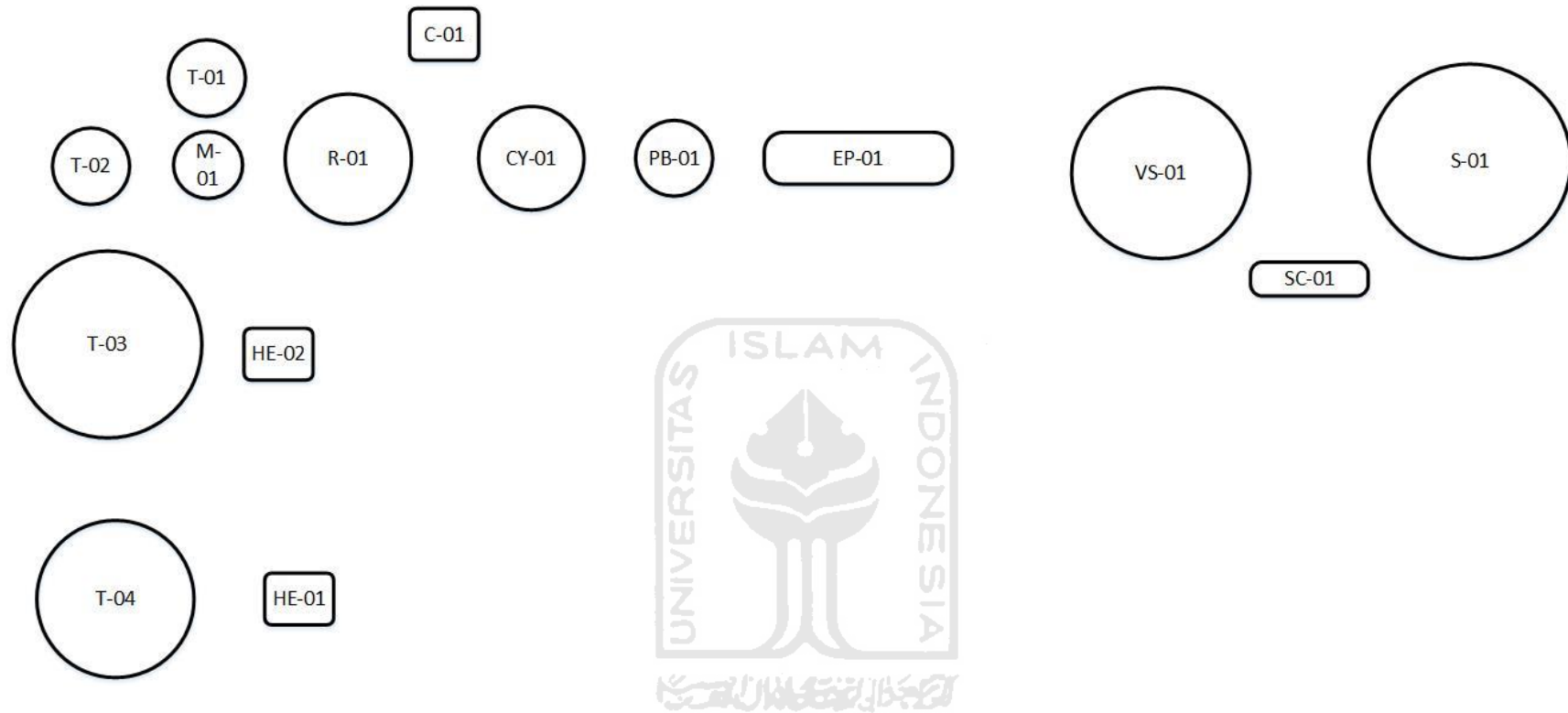
Dalam penempatan alat-alat proses pada pabrik agar diusahakan dapat menekan biaya operasi sehingga dapat menguntungkan dari segi ekonomi.

4.3.6 Jarak Antar Alat Proses

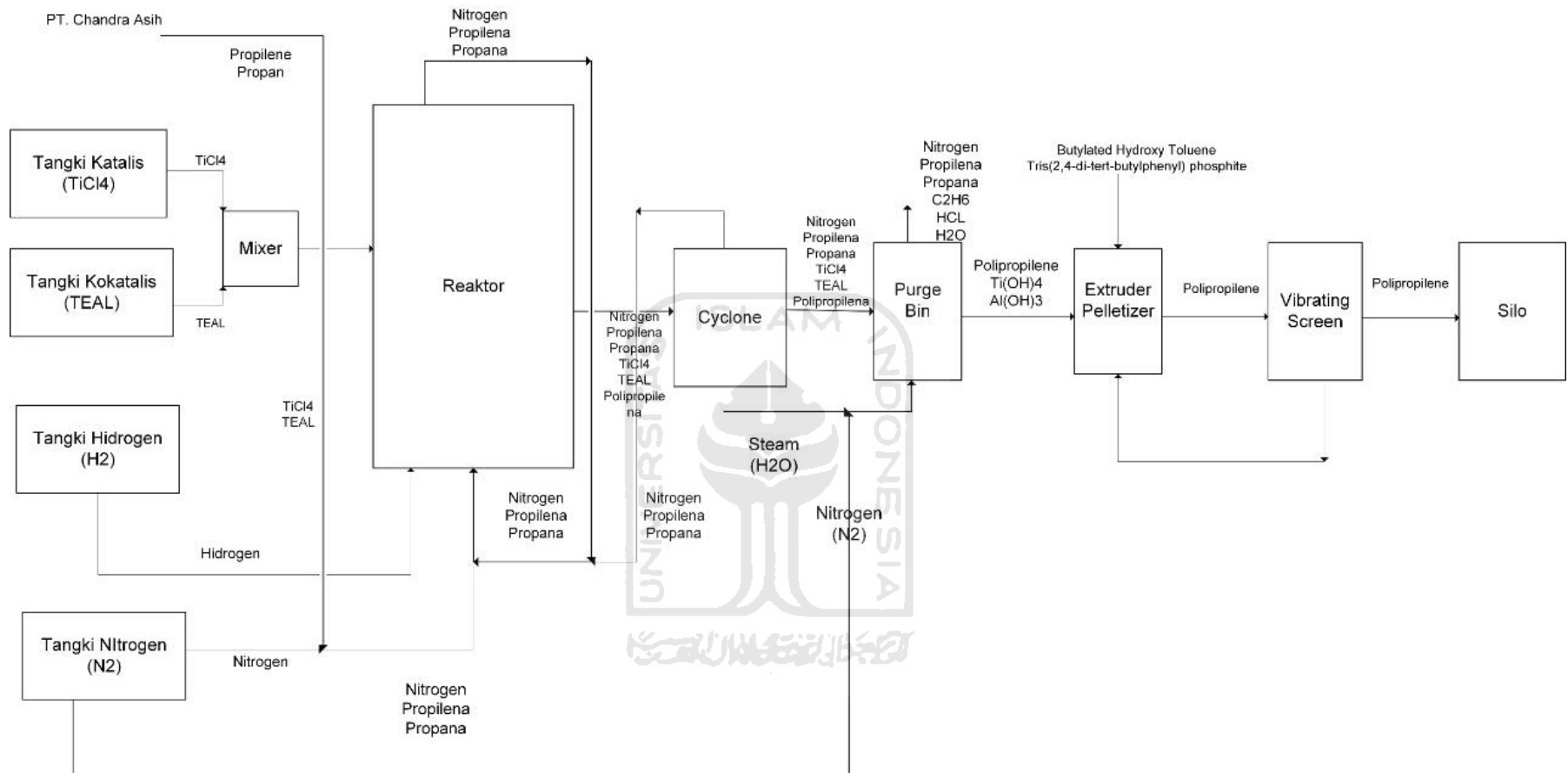
Jarak antar alat proses yang mempunyai suhu dan tekanan operasi yang tinggi sebaiknya dipisahkan dari alat proses lainnya, sehingga apabila terjadi ledakan atau kebakaran pada alat tersebut tidak membahayakan alat proses lainnya.

Tata letak proses harus dirancang sedemikian rupa sehingga :

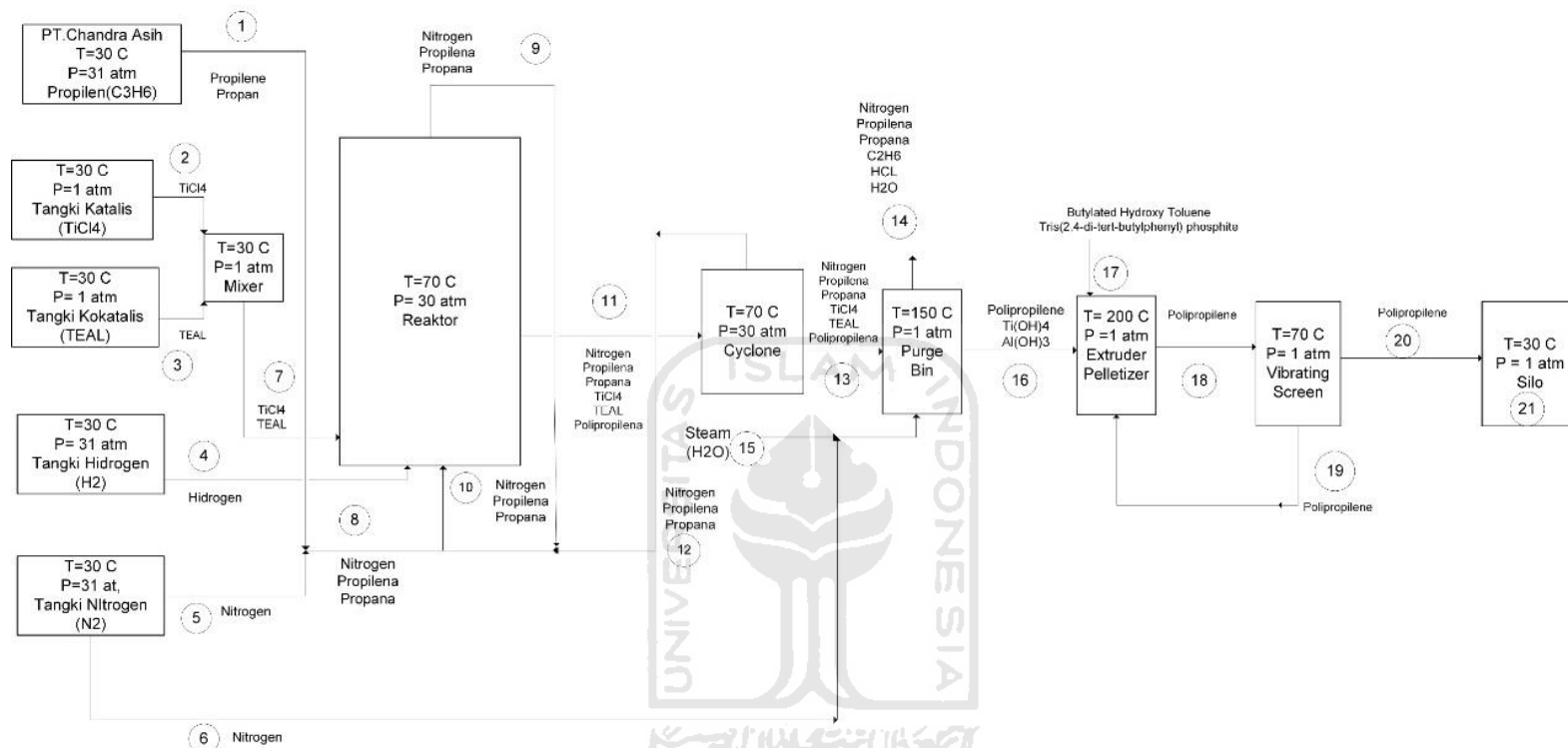
1. Kelancaran proses produksi dapat terjamin.
2. Dapat mengefektifkan penggunaan luas lantai.
3. Biaya material handling menjadi rendah, sehingga menyebabkan menurunnya pengeluaran untuk capital yang tidak penting.
4. Jika tata letak peralatan proses sedemikian rupa sehingga urutan proses produksi lancar, maka perusahaan tidak perlu untuk memakai alat angkut dengan biaya mahal.
5. Karyawan mendapatkan kenyamanan dalam bekerja.



Gambar 4. 3 Tata Letak Alat Proses Pabrik Polipropilen 1:200



Gambar 4. 4 Diagram Alir Kualitatif



Komponen	Laju Alir (kg/jam)																				
	No Arus																				
C ₃ H ₆	12624	-	-	-	-	-	-	12624	229	12853	28,62	28,052	0,5725	0,5725	-	-	-	-	-	-	-
C ₃ H ₈	4,434	-	-	-	-	-	-	4,434	1482	1482	184,7	181	3,695	3,695	-	-	-	-	-	-	-
H ₂	-	-	-	2,486	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
N ₂	-	-	-	-	1,621	1,472	-	1,621	648	649	81,04	79,41	1,621	3,092	-	-	-	-	-	-	-
TiCl ₄	-	177,7	-	-	-	-	-	177,7	-	-	-	-	177,7	-	-	-	-	-	-	-	-
TEAL	-	-	88,86	-	-	-	-	88,86	-	-	-	-	88,86	-	-	-	-	-	-	-	-
Ti(OH) ₄	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	133,5	-	-	-
Al(OH) ₃	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60,81	-	-	-
C ₂ H ₆	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HCl	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
H ₂ O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C ₁₂ H ₂₄ O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	63,134
C ₂₁ H ₄₂ O ₂ P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	63,134
Polipropilen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	12628	177,7	88,86	2,486	1,621	1,472	266,6	12630	2355	14985	13187	288,53	12898	214	134,4	12820	126	13078	129	13078	13078

Gambar 4. 5 Diagram Alir Kuantitatif

4.4 Alir Proses dan Material

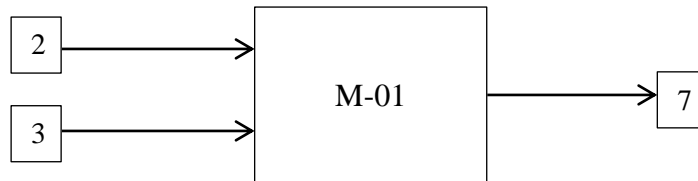
4.4.1 Neraca Massa Total

Tabel 4. 2 Neraca Massa Total

Komponen	Input (kg/jam)								Output (kg/jam)	
	Aliran 1	Aliran 2	Aliran 3	Aliran 4	Aliran 5	Aliran 6	Aliran 15	Aliran 17	Aliran 14	Aliran 20
C ₃ H ₆	12624,35	-	-	-	-	-	-	-	0,5725	-
C ₃ H ₈	4,4341	-	-	-	-	-	-	-	4,4341	-
H ₂	-	-	-	2,4861	-	-	-	-	-	-
N ₂	-	-	-	-	1,6208	1,4721	-	-	3,0929	-
TiCl ₄	-	177,733	-	-	-	-	-	-	-	-
TEAL	-	-	88,8667	-	-	-	-	-	-	-
Ti(OH) ₄	-	-	-	-	-	-	-	-	-	133,5285
Al(OH) ₃	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60,8063
C ₂ H ₆	-	-	-	-	-	-	-	-	70,2047	-
HCl	-	-	-	-	-	-	-	-	126,0562	-
H ₂ O	-	-	-	-	-	-	134,437	-	10,4413	-
C ₁₅ H ₂₄ O	-	-	-	-	-	-	-	64,0966	-	64,0966
C ₄₂ H ₆₃ O ₃ P	-	-	-	-	-	-	-	64,0966	-	64,0966
Polipropilen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12626,26
Total	12628,78	177,7334	88,8667	2,4861	2,4861	1,4721	134,4368	128,1932	214,0626	12948,79
	13164,46								13164,46	

4.4.1.2 Neraca Massa Tiap Arus

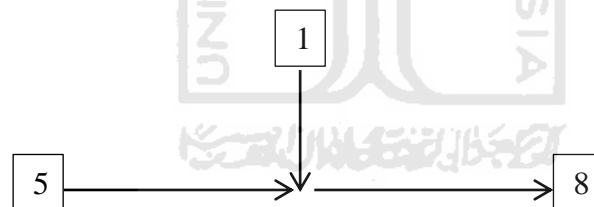
1. Neraca Massa *Mixer-01* (M-01)



Tabel 4. 3 Neraca Massa Mixer

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)
	Aliran 2	Aliran 3	Aliran 7
Katalis (TiCl ₄)	177,7334	-	177,7334
Kokatalis (TEAL)	-	88,8667	88,8667
Total	177,7334	88,8667	266,6001
	266,6001		266,6001

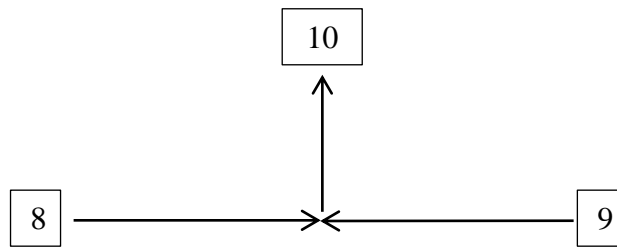
2. Mixing Point 1



Tabel 4. 4 Neraca Massa Mixing Point 1

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)
	Aliran 1	Aliran 5	Aliran 8
Propilen	12624,35	-	12624,35
Propan	4,4341	-	4,4341
Nitrogen	-	1,6208	1,6208
Total	12628,78	1,6208	12630,40
	12630,40		12630,40

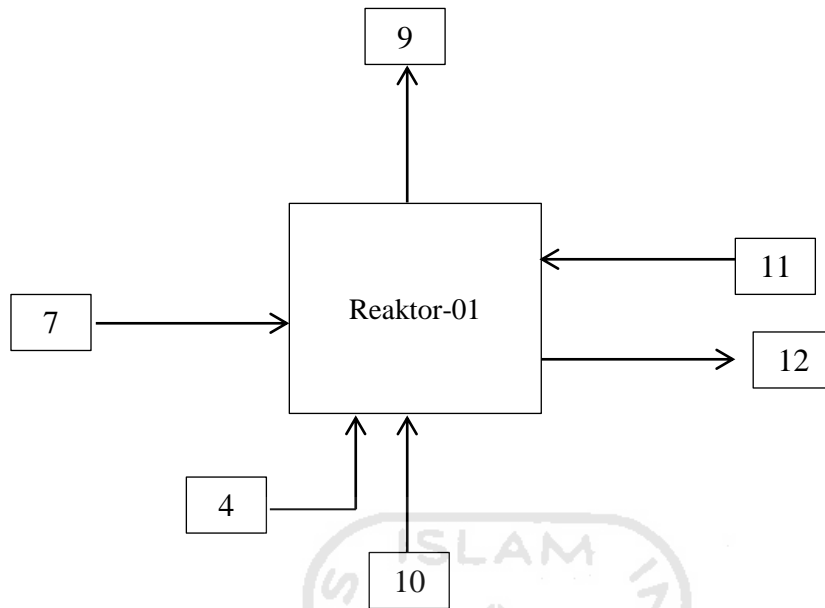
3. Mixing Point 2

**Tabel 4. 5** Neraca Massa Mixing Point 2

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)
	Aliran 8	Aliran 9	Aliran 10
Propilen	12624,35	229,0027	12853
Propan	4,4341	1478,03	1482,46
Nitrogen	1,6208	648,3236	649,9444
Total	12630,40	2355,36	14985,76
	14985,76		14985,76



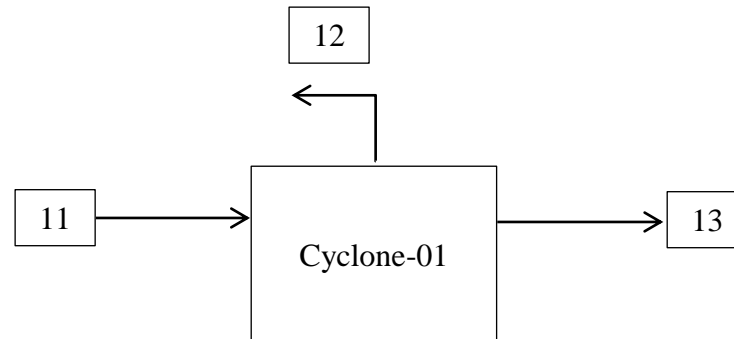
4. Neraca Massa Reaktor-01 (R-01)



Tabel 4. 6 Neraca Massa Reaktor

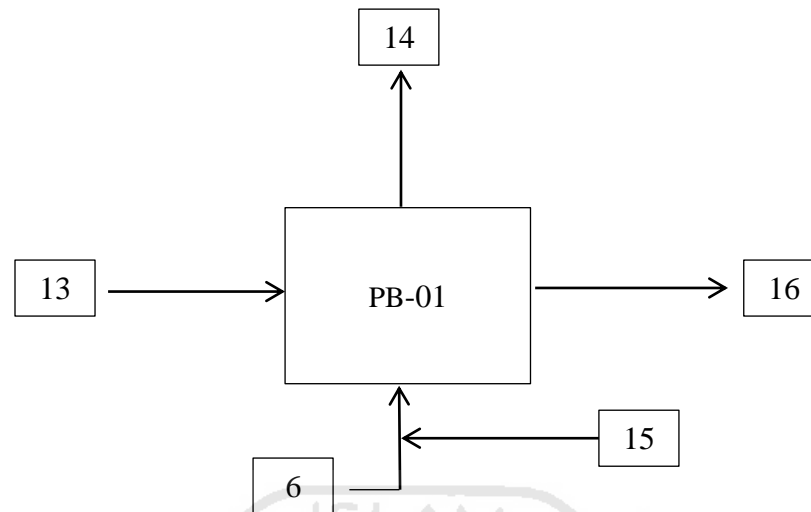
Komponen	Input (kg/jam)				Output (kg/jam)	
	Aliran 4	Aliran 7	Aliran 10	Aliran 12	Aliran 9	Aliran 11
Propilen	-	-	12853,35	28,0528	229,0027	28,6253
Propan	-	-	1481,73	180,3197	1478,03	184,7538
Hidrogen	2,4861	-	-	-	-	0,0000
Nitrogen	-	-	649,9444	79,4196	648,3236	81,0404
TiCl ₄	-	177,7334	-	-	-	177,7334
TEAL	-	88,8667	-	-	-	88,8667
Polipropilen	-	-	-	-	-	12626
Total	2,4861	266,6001	14985,02	287,7921	2355,36	13187,28
	15542,64				15542,64	

5. Cyclone (CY-01)

**Tabel 4. 7** Neraca Massa Cyclone

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
	Aliran 11	Aliran 12	Aliran 13
Propilen	28,6253	28,0528	0,5725
Propan	184,7538	180,3197	4,4341
Hidrogen	-	-	-
Nitrogen	81,0404	79,4196	1,6208
Katalis (TiCl ₄)	177,7334	-	177,7334
Kokatalis (TEAL)	88,8667	-	88,8667
Polipropilen	12626,26	-	12626,26
Total	13187,28	288,5312	12898,75
	13187,28	13187,28	

6. Purge Bin (PB)

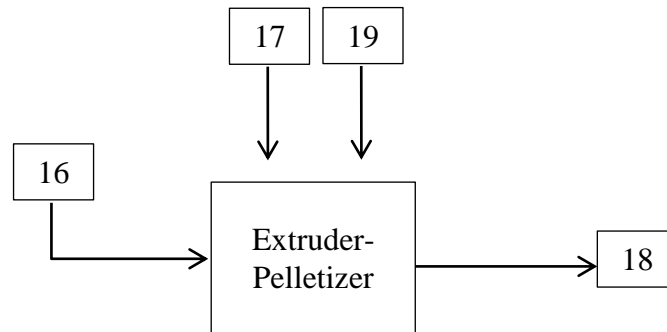


Tabel 4. 8 Neraca Massa Purge Bin

Komponen	Input (kg/jam)			Output (kg/jam)	
	Aliran 6	Aliran 13	Aliran 15	Aliran 14	Aliran 16
Propilen	-	0,5725	-	0,5725	-
Propan	-	4,4341	-	4,4341	-
Hidrogen	-	-	-	-	-
Nitrogen	1,4721	1,6208	-	3,0929	-
Katalis (TiCl ₄)	-	177,7334	-	-	-
Kokatalis (TEAL)	-	88,8667	-	-	-
Polipropilen	-	12626,26	-	-	12626,26
Ti(OH) ₄	-	-	-	-	133,5285
Al(OH) ₃	-	-	-	-	60,8063
C ₃ H ₈	-	-	-	70,2047	-
HCl	-	-	-	126,0562	-
H ₂ O	-	-	134,4368	10,4413	-
Total	1,4721	12898,75	134,4368	214,0626	12820,60
	13034,66			13034,66	

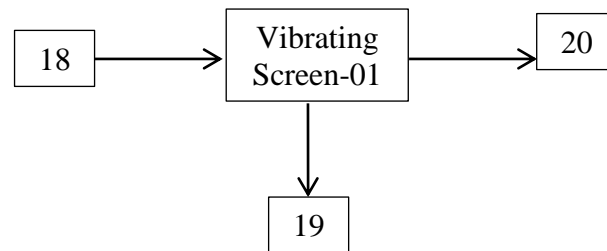
7. Extruder Pelletizer-01

8.

**Tabel 4. 9** Neraca Massa Extruder Pelletizer

Komponen	Input (kg/jam)			Output (kg/jam)
	Aliran 16	Aliran 17	Aliran 19	Aliran 18
Propilen	-	-	-	-
Propan	-	-	-	-
Hidrogen	-	-	-	-
Nitrogen	-	-	-	-
Katalis (TiCl ₄)	-	-	-	-
Kokatalis (TEAL)	-	-	-	-
Polipropilen	12626,26	-	126,2626	12752,52
Ti(OH) ₄	133,5285	-	1,3353	134,8638
Al(OH) ₃	60,8063	-	0,6081	61,4144
C ₂ H ₆	-	-	-	-
HCl	-	-	-	-
H ₂ O	-	-	-	-
C ₁₅ H ₂₄ O	-	64,1030	0,6410	64,7440
C ₄₂ H ₆₃ O ₃ P	-	64,1030	0,6410	64,7440
Total	12820,59	128,2060	129,4880	13078,29
	13078,29			13078,29

9. Vibrating Screen-01 (VS-01)

**Tabel 4. 10** Neraca Massa Vibrating Screen

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
	Aliran 18	Aliran 19	Aliran 20
Polipropilen	12752,53	126,2626	12626,26
Ti(OH) ₄	134,8638	1,3353	133,5285
Al(OH) ₃	61,4144	0,6081	60,8063
C ₁₅ H ₂₄ O	64,7440	0,6410	64,0966
C ₄₂ H ₆₃ O ₃ P	64,7440	0,6410	64,0966
Total	13078,29	129,4880	12948,79
	13078,29	13078,29	

4.4.2 Neraca Panas

1. Heater-01 (HE-01)

Tabel 4. 11 Neraca Panas Heater-01

Komponen	Input (kJ/jam)		Output (kJ/jam)
	Aliran 3	QSteam	Aliran 4
Propilen	98196	823564	921307
Propan	37,8	-	356,8
Nitrogen	16,8	-	151,6
Total	921816		921816

2. Heater-02 (HE-02)

Tabel 4. 12 Neraca Panas Heater-02

Komponen	Input (kJ/jam)		Output (kJ/jam)
	Aliran 5	Steam	Aliran 6
Hydrogen	177,4	1439	1617
Total	1617		1617

3. Reaktor-01 (R-01)

Tabel 4. 13 Neraca Panas Reaktor

Komponen	Input (kJ/jam)		Output (kJ/jam)		
	Aliran 7	Qreaksi	Qpendingin	Aliran 8	Aliran 9
Propilene	940067	295334	627596	2089	16712
Propan	133856			14866	118930
Hidrogen	1601			0,0000	0,0000
Nitrogen	68198			7577	60620
Katalis (TiCl ₄)	11,4113			7,5939	0,0000
Kokatalis (TEAL)	9,9007			9,9007	0,0000
PP	0,0000			0,0767	0,0000
Subtotal	1143745			295334	627596
Total	848410		848410		

4. Cyclone-01 (CY-01)

Tabel 4. 14 Neraca Panas Cyclone

Komponen	Input (kJ/jam)	Output (kJ/jam)		
	Aliran 8	Aliran 11	Aliran 12	Qlepas
Propilene	2089	2047	41,7808	0,0333
Propan	14866	14569	297,3273	
Nitrogen	7581	7429	151,6278	
Katalis (TiCl ₄)	8,2798	0,0000	8,2798	
Kokatalis(TEAL)	9,9267	0,0000	9,9267	
Polipropilen	67,9060	0,0000	67,9392	
Subtotal	24622	24046	576,8817	0,0333
Total	24622	24622		

5. Expander/Turbine

Tabel 4. 15 Neraca Panas Expander/Turbine

Komponen	Input (kJ/jam)		Output (kJ/jam)
	Aliran 12	Q Expander	Aliran 13
Propilen	41,8	39651	156,7
Propan	297,3		1126,5
Nitrogen	151,6		514,1
Katalis (TiCl ₄)	7398,8		26951,9
Kokatalis (TEAL)	8870,50		27592,6
Polipropilen	0,1		69,4
Total	56411,2		56411,2

6. Purge Bin

Tabel 4. 16 Neraca Panas Purge Bin

Komponen	Input (kJ/jam)			Output (kJ/jam)		
	Aliran 13	Qsteam	Qpurging	Aliran 14	Aliran 15	Qlepas
Propilene	71,8	0,0	0,0	0	71,7786	758,30
Propan	512,5	0,0	0,0	0	0,0000	
Nitrogen	252,8	0,0	0,0	0	241,2613	
Katalis	14,1	0,0	0,0	0	0	
Kokatalis	16,7	0,0	229,6	0	0	
PP	67,9	0,0	0,0	67,9060	0	
Ti(OH) ₄	-	0	0	13,3756	0	
Al(OH) ₃	-	0	0	4,9152	0	
C ₃ H ₈	-	0	0	0	15,9706	
HCL	-	0	0	0	8,4455	
H ₂ O	-	18,1164	0	0	1,6469	
Subtotal	935,9	18,1	229,6	86,2	339,1	758,3
Total	1183			1183		

7. Extruder-Pelletizer

Tabel 4. 17 Neraca Panas Extruder-Pelletizer

Komponen	Input (kJ/jam)		Output (kJ/jam)	
	Aliran 14	Qsteam	Aliran 16	Qlepas
Ti(OH) ₄	24222	1690663	27888	1690656
Al(OH) ₃	4392		2578	
PP	0,08		0,08	
Subtotal	27,28	1690663	30466	1690656
Total	1721123		1721123	

8. Kompresor

Tabel 4. 18 Neraca Panas Kompresor

Komponen	Input (kJ/jam)		Output (kJ/jam)
	Aliran 9	Qkompresi	Aliran 10
Propilen	16712	23728	18756
Propan	118930		133554
Nitrogen	60620		67682
Total	219992		219992

4.5 Perawatan (Maintenance)

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

Perawatan preventif dilakukan setiap hari untuk menjaga dari kerusakan alat dan kebersihan lingkungan alat. Sedangkan perawatan periodik dilakukan secara terjadwal sesuai dengan buku petunjuk yang ada. Penjadwalan tersebut dibuat sedemikian rupa sehingga alat-alat mendapat perawatan khusus secara bergantian. Alat - alat berproduksi secara kontinyu dan akan berhenti jika terjadi kerusakan. Perawatan alat - alat proses dilakukan dengan prosedur yang tepat. Hal ini dapat dilihat dari penjadwalan yang dilakukan pada setiap alat. Perawatan mesin tiap-tiap alat meliputi:

a. *Over head* 1 x 1 tahun

Merupakan perbaikan dan pengecekan serta *leveling* alat secara keseluruhan meliputi pembongkaran alat, pergantian bagian-bagian alat yang sudah rusak, kemudian kondisi alat dikembalikan seperti kondisi semula.

b. *Repairing*

Merupakan kegiatan maintenance yang bersifat memperbaiki bagian-bagian alat. Hal ini biasanya dilakukan setelah pemeriksaan.

Faktor-faktor yang mempengaruhi maintenance:

1. Umur alat

Semakin tua umur alat semakin banyak pula perawatan yang harus diberikan yang menyebabkan bertambahnya biaya perawatan.

2. Bahan baku

Penggunaan bahan baku yang kurang berkualitas akan meyebabkan kerusakan alat sehingga alat akan lebih sering dibersihkan.

3. Tenaga manusia

Pemanfaatan tenaga kerja terdidik, terlatih dan berpengalaman akan menghasilkan pekerjaan yang baik pula.

4.6 Pelayanan Teknik (Utilitas)

Unit utilitas adalah salah satu bagian yang sangat penting dalam menunjang jalannya proses produksi pada suatu industri kimia. Suatu proses produksi dalam suatu pabrik tidak akan berjalan lancar dengan baik jika tidak terdapat utilitas. Karena itu utilitas memegang peranan penting dalam pabrik. Perancangan diperlukan agar dapat menjamin kelangsungan operasi suatu pabrik. Salah satu faktor yang menunjang kelancaran suatu proses produksi didalam pabrik yaitu penyediaan utilitas. Penyediaan utilitas ini meliputi:

- a. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (*Water Treatment System*)
- b. Unit Pembangkit Steam (*Steam Generation System*)
- c. Unit Pembangkit Listrik (*Power Plant System*)
- d. Unit Penyedia Udara Instrumen (*Instrument Air System*)
- e. Unit Penyediaan Bahan Bakar
- f. Unit Pengolahan Limbah atau Air Buangan

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

4.6.1.1 Unit Penyediaan Air

Pada umumnya untuk memenuhi kebutuhan air suatu pabrik pada umumnya menggunakan air sumur, air sungai, air danau maupun air laut sebagai

sumbernya. Dalam perancangan pabrik Polipropilen ini, sumber air yang digunakan berasal dari air laut selat sunda. Adapun penggunaan air laut sebagai sumber air dengan pertimbangan sebagai berikut:

- a. Lokasi pendirian pabrik yang terletak tidak jauh dari laut, dapat memudahkan dalam pengangkutan dan penggunaan air.
- b. Jumlah air laut lebih banyak dan sangat berlimpah dibandingkan dengan air sungai maupun air sumur merupakan alasan digunakan air laut sebagai bahan penyediaan air dalam Utilitas pabrik, sehingga kendala akan kekurangan air dapat dihindari.

Air yang diperlukan di lingkungan pabrik digunakan untuk:

1. Air pendingin

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

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

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

Berikut adalah prasyarat air umpan *boiler* :

- a. Tidak membuih (berbusa)

Busa disebabkan adanya *solid matter*, *suspended matter*, dan kebasaaan yang tinggi. Berikut adalah kesulitan yang dihadapi dengan adanya busa:

- Kesulitan dalam pembacaan tinggi liquid dalam *boiler*.
- Buih dapat menyebabkan percikan yang kuat dan dapat mengakibatkan penempelan padatan yang menyebabkan terjadinya korosi apabila terjadi pemanasan lanjut.

Untuk mengatasi hal – hal berikut maka diperlukan pengontrolan terhadap kandungan lumpur, kerak, dan alkalinitas air umpan *boiler*.

b. Tidak membentuk kerak dalam boiler

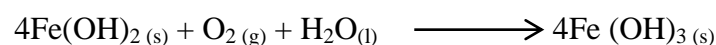
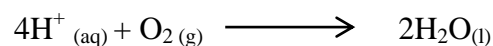
Kerak dalam boiler dapat menyebabkan hal – hal berikut:

- Isolasi terhadap panas sehingga proses perpindahan panas terhambat.
- Kerak yang terbentuk dapat pecah sehingga dapat menimbulkan kebocoran.

c. Tidak menyebabkan korosi pada pipa

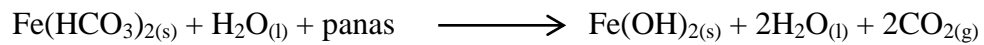
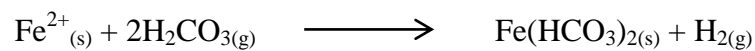
Korosi pada pipa disebabkan oleh pH rendah, minyak dan lemak, bikarbonat, dan bahan organik serta gas–gas H₂S, SO₂, NH₃, CO₂, O₂, yang terlarut dalam air. Reaksi elektro kimia antar besi dan air akan membentuk lapisan pelindung anti korosi pada permukaan baja.

Jika terdapat oksigen dalam air, maka lapisan hidrogen yang terbentuk akan bereaksi dan membentuk air. Akibat hilangnya lapisan pelindung tersebut maka terjadi korosi menurut reaksi berikut:



Bikarbonat dalam air akan membentuk CO₂ yang bereaksi dengan air karena pemanasan dan tekanan. Reaksi tersebut menghasilkan asam karbonat yang dapat bereaksi dengan metal dan besi membentuk garam bikarbonat. Adanya pemanasan garam bikarbonat menyebabkan pembentukan CO₂ kembali.

Berikut adalah reaksi yang terjadi:



3. Air Domestik

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

a. Syarat fisika, meliputi:

- 1) Suhu : Di bawah suhu udara
- 2) Warna : Jernih
- 3) Rasa : Tidak berasa
- 4) Bau : Tidak berbau

b. Syarat kimia, meliputi:

- 1) Tidak mengandung zat organik dan anorganik yang terlarut dalam air.
- 2) Tidak mengandung bakteri.

4. Air Proses

Air proses ini digunakan untuk memenuhi kebutuhan air dalam proses antara lain pada Proses alat seperti mixer dan tangki.

4.6.1.2 Unit Pengolahan Air

Air pada pabrik yang didirikan sumbernya berasal dari air laut. Oleh karena itu untuk menghindari kerak yang terjadi pada alat penukar panas, maka perlu adanya pengolahan air laut secara fisik dan kimia, maupun dengan penambahan desinfektan. Pengolahan secara fisik adalah dengan *screening* sedangkan secara kimia dengan penambahan *chlorine*.

Pada tahap penyaringan, air laut dialirkan dari daerah terbuka ke *water intake system* yang terdiri dari *screen* dan pompa. *Screen* dipakai untuk memisahkan kotoran dan benda-benda asing pada aliran *suction* pompa. Air yang tersaring oleh *screen* masuk ke *suction* pompa dan dialirkan melalui pipa masuk ke unit pengolahan air. Pada tangki penyimpanan air domestik diinjeksikan klorin sejumlah 1 ppm. Jumlah ini memenuhi untuk membunuh mikroorganisme dan mencegah perkembangbiakannya pada proses perkembangannya.

Desalinasi

Air laut adalah air murni yang di dalamnya larut berbagai zat padat dan gas. Zat terlarut meliputi garam organik, gas terlarut dan garam-garam anorganik yang berwujud ion-ion. Banyaknya kandungan garam pada air laut mengharuskan adanya proses desalinasi. Desalinasi adalah proses yang menghilangkan kadar garam berlebih dalam air laut untuk mendapatkan air yang dapat digunakan untuk kebutuhan sehari-hari. Metode yang digunakan dalam desalinasi adalah metode *reverse osmosis* yang telah banyak digunakan diberbagai industri. Metode ini menggunakan menggunakan membran semi permeabel yang berfungsi sebagai alat pemisah berdasarkan sifat fisiknya. Hasil pemisahan berupa *retentate* atau disebut konsentrat (bagian dari campuran yang tidak melewati membran) dan

permeate (bagian dari campuran yang melewati membran. Proses pemisahan pada membran merupakan perpindahan materi secara selektif yang disebabkan oleh gaya dorong berupa perbedaan tekanan.

Demineralisasi

Fungsi dari demineralisasi adalah mengambil semua ion yang terkandung di dalam air. Air yang telah mengalami proses ini disebut air demin (*deionized water*). Sistem demineralisasi disiapkan untuk mengolah air filter dengan penukar ion (*ion exchanger*) untuk menghilangkan padatan yang terlarut dalam air dan menghasilkan air demin sebagai umpan ketel (*boiler feed water*).

Untuk keperluan air umpan boiler, tidak cukup hanya air bersih, oleh karenanya air tersebut masih perlu diperlakukan lebih lanjut, yaitu penghilangan kandungan mineral yang berupa garam-garam terlarut.

Garam terlarut di dalam air berikatan dalam bentuk ion positif (*cation*) dan negatif (*anion*). Ion-ion tersebut dihilangkan dengan cara pertukaran ion di alat penukar ion (*ion exchanger*).

Mula-mula air bersih (*filtered water*) dialirkan ke *cation exchanger* yang diisi resin *cation* yang akan mengikat *cation* dan melepaskan ion H^+ . Selanjutnya air mengalir ke *anion exchanger* dimana anion dalam air bertukar dengan ion OH^- dari resin anion.

Air keluar dari *anion exchanger* hampir seluruh garam terlarutnya telah diikat. Air demin yang dihasilkan kemudian disimpan di tangki penyimpanan (*demin water storage*).

Setiap periode tertentu, resin yang dioperasikan untuk pelayanan akan mengalami kejenuhan dan tidak mampu mengikat *cation*/ *anion* secara optimal.

Untuk itu perlu dilakukan penyegaran/ pengaktifan kembali secara regenerasi.

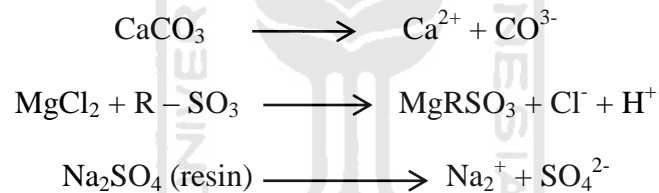
Regenerasi resin dilakukan dengan proses kebalikan dari operasi *service*. Resin cation diregenerasi menggunakan larutan H_2SO_4 , sedangkan resin anion menggunakan larutan NaOH .

Adapun tahap-tahap proses pengolahan air adalah sebagai berikut:

a. Cation Exchanger

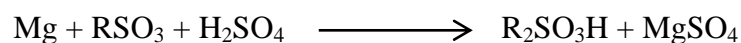
Cation exchanger ini berisi resin pengganti kation dimana pengganti kation-kation yang dikandung di dalam air diganti dengan ion H^+ sehingga air yang akan keluar dari *cation exchanger* adalah air yang mengandung anion dan ion H^+ . Sehingga air yang keluar dari *cation tower* adalah air yang mengandung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

Reaksi:



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

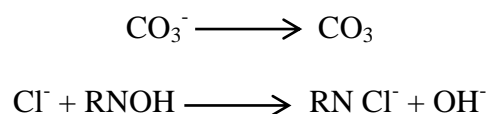
Reaksi:



b. Anion Exchanger

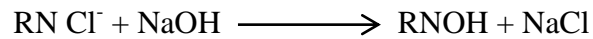
Anion exchanger berfungsi untuk mengikat ion-ion negatif (anion) yang terlarut dalam air, dengan resin yang bersifat basa, sehingga anion-anion seperti CO_3^{2-} , Cl^- dan SO_4^{2-} akan membantu garam resin tersebut.

Reaksi:



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

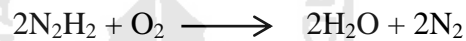
Reaksi:



c. Deaerasi

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

Reaksi:



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

d. Pendinginan dan Menara Pendingin

Air yang telah digunakan dalam cooler, temperturnya akan naik akibat perpindahan panas. Oleh karena itu untuk digunakan kembali perlu didinginkan pada cooling tower. Air yang didinginkan dalam cooling tower adalah air yang telah menjalankan tugasnya pada unit-unit pendinginan pabrik.

4.6.1.3 Kebutuhan Air

1. Kebutuhan Air Proses

Tabel 4. 19 Kebutuhan air proses

Nama Alat	Kode	Jumlah (kg/jam)
Extruder Pelletizer-01	EP-01	0,22
Total		0,22

Perancangan dibuat *over design* sebesar 20%, maka kebutuhan air proses sebesar 0,2424 kg/jam.

2. Kebutuhan Air Pendingin

Tabel 4. 20 Kebutuhan air pendingin

Nama Alat	Kode	Jumlah (kg/jam)
Reaktor 01	R-01	7.507,13
Total		7.223,31

Perancangan dibuat *over design* sebesar 20%, maka kebutuhan air pendingin sebesar 9.349 kg/jam.

3. Kebutuhan Air Pembangkit Steam

Tabel 4. 21 Kebutuhan air pembangkit steam

Nama Alat	Kode	Jumlah (kg/jam)
Heat Exchanger-01	HE 1	459,91
Heat Exchanger-02	HE 2	0,80
Total		460,72

Air pembangkit steam 80% dimanfaatkan kembali, maka make up yang diperlukan 20%, sehingga *make up steam*

$$= 20\% \times 460,72 \text{ kg/jam}$$

$$= 552,86 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Blowdown } 15\% = 15\% \times 552,86 \text{ kg/jam}$$

$$= 82,93 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Steam Trap} = 5\% \times \text{kebutuhan steam}$$

$$= 5\% \times 552,86 \text{ kg/jam}$$

$$= 27,64 \text{ kg/jam}$$

Kebutuhan air *make up* untuk *steam*

Make up = *Blowdown* + *Steam Trap*

= 110,572 kg/jam

4. Air Keperluan Perkantoran dan Rumah Tangga (Domestik)

Penyediaan keperluan air domestik meliputi :

- Kebutuhan Air Karyawan

Menurut standar WHO, kebutuhan air untuk 1 orang adalah 100 – 120 liter/hari.

Diambil kebutuhan air tiap orang = 100 liter/hari

= 4 kg/jam

Jumlah karyawan = 159 orang

Kebutuhan air untuk semua karyawan = 680 kg/jam

- Kebutuhan Air untuk Mess

Jumlah mess = 20 orang

Jumlah pengguna tiap mess = 40 orang

Kebutuhan air tiap pengguna = 100 kg/hari

Kebutuhan air untuk mess = 3333 kg/jam

Kebutuhan total air domestik = (680 + 3333) kg/jam

= 4013 kg/jam

- Kebutuhan Service Water

Kebutuhan air untuk pemakaian layanan umum (service water) meliputi :

Bengkel = 200 kg/hari

Poliklinik = 400 kg/hari

Laboratorium = 400 kg/hari

Pemadam kebakaran	= 5000 kg/hari
Kantin, mushola, dan taman	= 8000 kg/hari
Total Kebutuhan Air untuk Service Water	= 14000 kg/hari
	= 583 kg/jam
Over Design 20%	= 1,2 x 583 kg/jam
	= 700 kg/jam

Tabel 4. 22 Total kebutuhan air

No.	Keperluan	Jumlah (kg/jam)
1	<i>Domestik Water</i>	4013
2	<i>Service Water</i>	700
3	<i>Cooling water</i>	9349
4	<i>Air Proses</i>	0,20
5	<i>Steam Water</i>	553
Total		14615

4.6.2 Unit Pembangkit Listrik (*Power Plant System*)

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

Kapasitas	: 200,89 kW
Jenis	: Generator Diesel
Jumlah	: 1 buah

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

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

a. Kebutuhan Listrik untuk Proses

Tabel 4. 23 Kebutuhan listrik proses

Alat	Kode Alat	Daya	
		Hp	Watt
Tangki Penyimpanan	TP-02	0,050	37,2850
Mixer	M-01	0,050	37,2850
Kompresor	CP-01	0,050	37,2850
Pompa Proses	P-01	0,050	37,2850
	P-02	0,050	37,2850
	P-03	0,050	37,2850
Extruder Pelletizer	EP-01	112,029	83539,9894
Screw Conveyor	SC-01	1,172	874,2193
Total		113,5013	84.637,9187

Tabel 4. 24 Kebutuhan listrik utilitas

Alat	Kode Alat	Daya	
		Hp	Watt
Cooling Tower	CT-01	5,0000	3728,5000
Kompresor	K-01	7,5000	5592,7500
Pompa	P-01	0,7500	559,2750
	P-02	0,7500	559,2750
	P-03	0,7500	559,2750
	P-04	0,7500	559,2750
	P-05	0,2500	186,4250
	P-06	0,2500	186,4250
	P-07	0,0500	37,2850
	P-08	0,0500	37,2850
	P-09	0,0500	37,2850
	P-10	0,0500	37,2850
	P-11	0,1667	124,2833
Total		16,3667	12204,6233

Kebutuhan Listrik untuk menggerakkan alat kontrol, kantor dan penerangan sebagai berikut :

- Untuk Alat Kontrol (25% kebutuhan penggerak motor) = 24,2106 kW
- Untuk Penerangan (15% kebutuhan penggerak motor) = 14,5264 kW
- Untuk Peralatan Kantor (15% kebutuhan penggerak motor) = 14,5264kW
- Lain-lain (15% kebutuhan penggerak motor) = 14,5264kW

Kebutuhan Listrik Perumahan

- Tiap rumah membutuhkan sekitar = 1000 watt
- Jumlah rumah = 20
- Kebutuhan listrik perumahan = 20000 watt
= 20 kW

Tabel 4. 25 Total kebutuhan listrik

No	Keperluan	Kebutuhan (Kw)
1	Kebutuhan Plant	
	a. Proses	84,6379
	b. Utilitas	12,2046
2	a. Alat kontrol	24,2106
	b. Listrik Penerangan	14,5264
	c. Peralatan kantor	14,5264
	d. Perlatan bengkel & Lab	14,5264
3	Listrik Perumahan	20,0000
Total		184,6323

4.6.3 Unit Penyediaan Udara Tekan

Udara tekan diperlukan untuk pemakaian alat *pneumatic control*. Total kebutuhan udara tekan diperkirakan 59,8118 m³/jam.

4.6.4 Unit Penyediaan Bahan Bakar

Bahan bakar digunakan untuk keperluan pembakaran pada boiler dan diesel untuk generator pembangkit listrik. Bahan bakar boiler menggunakan fuel

oil sebanyak 40,124kg/jam. Bahan bakar diesel menggunakan minyak solar sebanyak 46,8 L/jam.

4.6.5 Unit Pengolahan Limbah

Limbah yang dihasilkan dari proses di pabrik ini berupa limbah gas dan limbah cair. Sebelum dibuang ke lingkungan, limbah-limbah tersebut diolah terlebih dahulu hingga memenuhi baku mutu lingkungan. Hal ini dilakukan agar limbah tersebut tidak mencemari lingkungan. Limbah limbah tersebut diantaranya

1. Limbah Gas

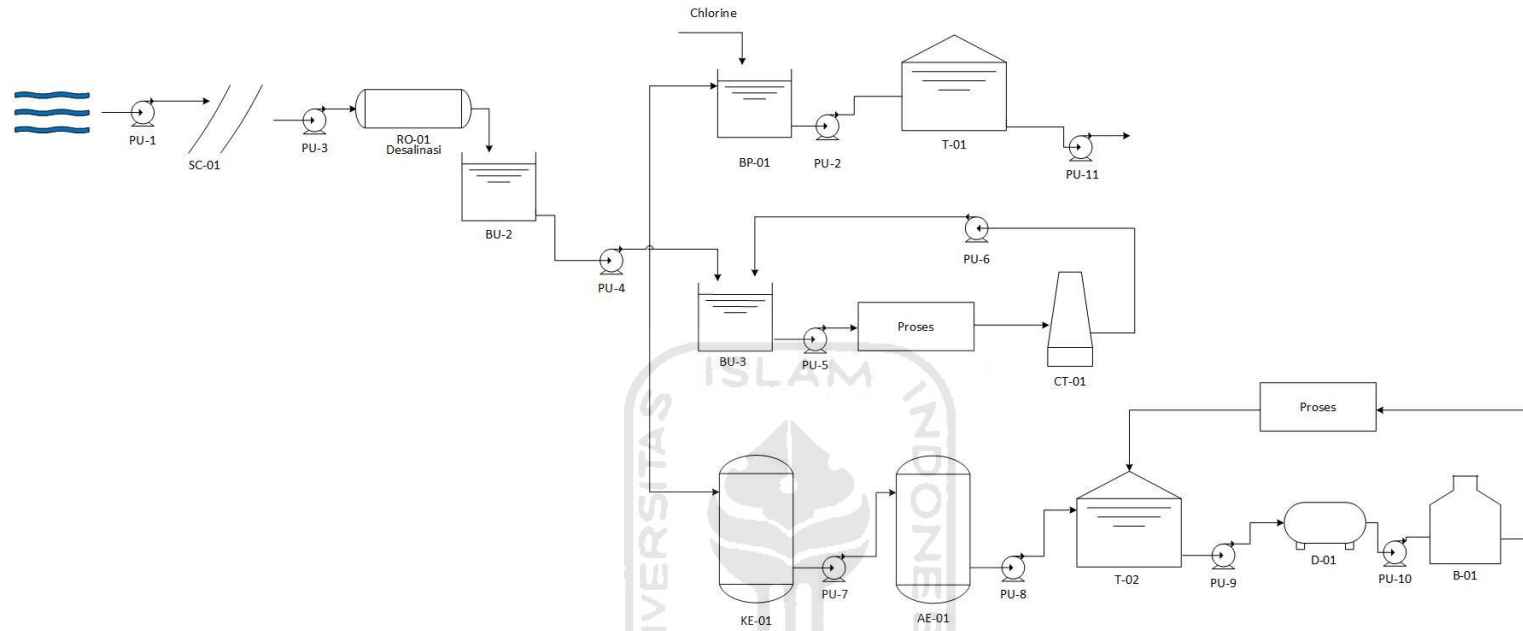
Limbah gas yang dihasilkan pada pabrik ini adalah propilen sisa, propan, nitrogen, etana, HCl, dan H₂O. Gas tersebut langsung dibuang menuju flare untuk dibakar.

2. Limbah Padat

Limbah padat yang dihasilkan pada pabrik ini berupa produk polipropilen keluaran dari *vibrating screen* yang tidak sesuai spesifikasi. Padatan yang sesuai dengan spesifikasi pasar akan dimasukkan kedalam tangki penyimpanan kembali. Sedangkan padatan yang tidak sesuai dengan spesifikasi pasar akan diolah kembali oleh pihak ketiga untuk dijadikan produk turunan dari bahan Polipropilen tersebut. Sehingga dapat mengurangi limbah padat yang mencemari lingkungan.

3. Air Utilitas

Air buangan utilitas yang berasal dari unit demineralisasi dan sisa regenerasi resin. Air ini bersifat asam atau basa sehingga diperlukan penetralan hingga pH 7 menggunakan H₂SO₄ atau NaOH sebelum dialirkan menuju penampungan akhir dan dibuang.



Gambar 4.5 Diagram alir air utilitas

Keterangan :

- | | | | |
|----------|--|-----------|---------------------------------|
| 1. PU | : Pompa Utilitas | 8. T-01 | : Tangki Penyimpan Air Domestik |
| 2. SC-01 | : Screening | 9. CT-01 | : Cooling Tower |
| 3. BP-01 | : Bak Penggumpal (Koagulasi dan Flokulasi) | 10. KE-01 | : Kation Exchanger |
| 4. BP-02 | : Bak Pengendap | 11. AE-01 | : Anion Exchanger |
| 5. BP-03 | : Bak Air Proses | 12. T-02 | : Tangki Penampung Air Boiler |
| 6. BP-04 | : Bak Penampungan | 13. DE-01 | : Dearator |
| 7. BP-05 | : Bak Air Pendingin | 14. B-01 | : Boiler |

4.7 Organisasi Perusahaan

Secara umum perusahaan adalah suatu organisasi dimana sumber daya (input), seperti bahan baku yang di proses untuk menghasilkan barang dan jasa (output) bagi pelanggan. Tujuan dari sebuah perusahaan secara umum adalah untuk mendapatkan laba atau keuntungan dan bisa mensejahterahkan masyarakat. Untuk mencapai hasil yang maksimal maka harus mempunyai sebuah struktur organisasi dan manajemen yang bisa menerangkan hubungan kerja antar bagian yang satu dengan yang lainnya dan juga mengatur hak dan kewajiban masing-masing bagian. Tujuan dibuatnya struktur organisasi dan manajemen adalah untuk memperjelas dan mempertegas kedudukan suatu bagian dalam menjalankan tugas sehingga akan mempermudah untuk mencapai tujuan dari perusahaan yang telah ditetapkan.

4.7.1 Bentuk Perusahaan

Membentuk badan usaha merupakan dasar penting apabila kita akan membangun sebuah perusahaan. Keberadaan badan usaha yang berbadan hukum dalam suatu perusahaan baik perusahaan kecil, menengah atau besar akan melindungi perusahaan dari segala tuntutan akibat aktivitas yang dijalankan oleh perusahaan tersebut.

Pada pemilihan jenis badan hukum yang akan dijalankan salah satu faktornya adalah modal pabrik. Perseroan Terbatas (PT) merupakan jenis badan hukum yang dipilih dalam mendirikan pabrik Polipropilen ini. Hal ini dikarenakan modal yang dibutuhkan cukup besar dan dalam UU 40/2007 minimum modal dasar PT yaitu Rp 50.000.000 (lima puluh juta rupiah). PT merupakan suatu badan hukum usaha yang didirikan oleh beberapa orang, dimana badan hukum ini

memiliki kekayaan, hak dan kewajiban sendiri, yang terpisah dari pendiri (pemegang saham), maupun pengurusnya (Dewan Komisaris dan Dewan Direksi).

Jadi, identitas dari perusahaan ini dapat sebagai berikut,

Nama Perusahaan : Polipropilen
Bentuk : Perseroan Terbatas (PT)
Lapangan Usaha : Industri Kimia
Lokasi Perusahaan : Cilegon Banten
Total Karyawan : 159 Karyawan

Keuntungan dari perusahaan yang berbentuk PT sebagai berikut:

- a. Kelangsungan perusahaan lebih terjamin karena perusahaan tidak tergantung kepada satu pihak dan kepemilikannya bisa berganti-ganti.
- b. Kekayaan perusahaan terpisah dari kekayaan pribadi pemilik saham.
- c. Pengelolaan perusahaan terpisah dari pemilik saham (pemilik perusahaan), sehingga tanggung jawab berjalannya perusahaan berada di tangan pengelola.
- d. Kemungkinan penambahan modal untuk perluasan lebih mudah karena statusnya yang berbadan hukum.
- e. Penanaman modal berupa saham pada PT mudah diperjual belikan.
- f. Pengelolaan perusahaan dapat dilakukan lebih efisien serta profesional karena pembagian tugas dan tanggung jawab pengurus (direktur utama dan dewan komisaris) serta pemegang saham diatur secara jelas.

4.7.2 Struktur Organisasi

Organisasi merupakan suatu wadah atau alat dimana orang-orang yang mempunyai satu visi melakukan kegiatan untuk mencapai tujuan yang diharapkan. Struktur organisasi adalah gambaran secara sistematis tentang tugas dan tanggung jawab serta hubungan antara bagian-bagian dalam perusahaan. Struktur organisasi dari suatu perusahaan dapat bermacam-macam sesuai dengan bentuk dan kebutuhan dari masing-masing perusahaan. Jenjang kepemimpinan dalam perusahaan ini adalah sebagai berikut:

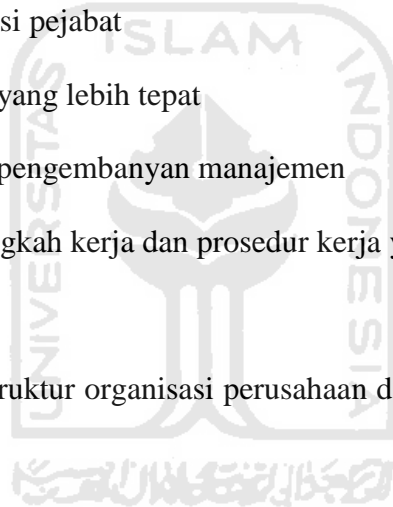
1. Pemegang Saham
2. Dewan Komisaris
3. Direktur Utama
4. Direktur
5. Kepala Bagian
6. Kepala Seksi
7. Karyawan dan Operator

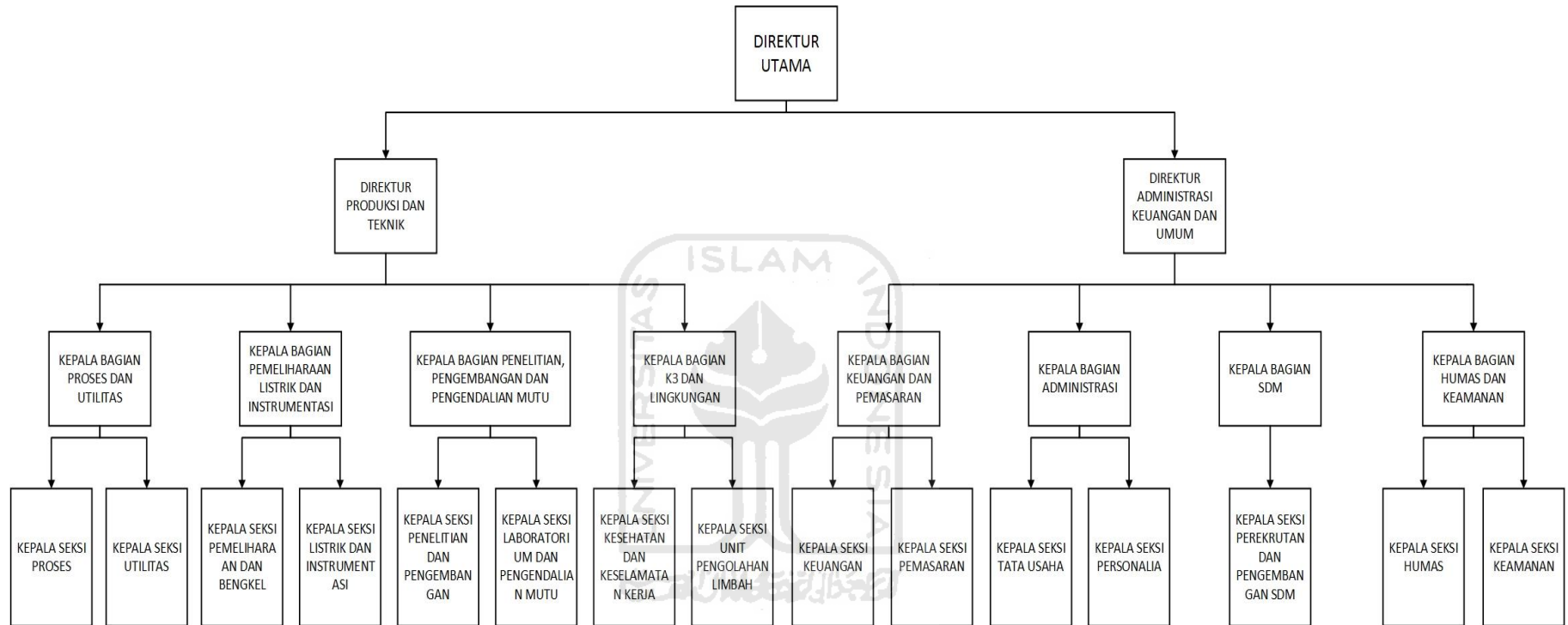


Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan, dalam pelaksanaan tugas sehari-harinya diwakili oleh seorang Dewan Komisaris, sedangkan tugas menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh seorang Direktur Utama yang dibantu oleh Direktur Produksi dan Teknik, serta Direktur Administrasi Keuangan dan Umum. Dimana Direktur Teknik dan Produksi membawahi bidang produksi, teknik, penelitian dan laboratorium, serta K3 dan lingkungan. Direktur Administrasi Keuangan dan Umum membawahi keuangan, penjualan, pemasaran, administrasi, SDM, dan umum.

Masing-masing kepala bagian akan membawahi beberapa kepala seksi (Supervisor) dan masing-masing kepala seksi akan membawahi dan mengawasi beberapa karyawan atau staf perusahaan pada masing-masing bidangnya. Karyawan perusahaan akan dibagi dalam beberapa kelompok regu yang dipimpin oleh masing-masing kepala regu, di mana kepala regu akan bertanggung jawab kepada pengawas pada masing-masing seksi. Manfaat adanya struktur organisasi tersebut adalah sebagai berikut :

- a. Menjelaskan wewenang pembatasan tugas, tanggung jawab dan wewenang.
- b. Sebagai bahan orientasi pejabat
- c. Penempatan pegawai yang lebih tepat
- d. Penyusunan program pengembangan manajemen
- e. Mengatur kembali langkah kerja dan prosedur kerja yang berlaku bila terbukti kurang lancar
- f. Secara keseluruhan struktur organisasi perusahaan dapat dilihat pada Gambar 4.6.





Gambar 4. 6 Struktur Organisasi Perusahaan

4.7.3 Tugas dan Wewenang

4.7.2.1 Pemegang Saham

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

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

4.7.3.2 Dewan Komisaris

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

Tugas-tugas Dewan Komisaris meliputi :

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

4.7.3.3 Direktur Utama

Direktur utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan bertanggung jawab sepenuhnya dalam hal maju mundurnya perusahaan. Direktur Utama bertanggung jawab pada Dewan Komisaris atas segala tindakan dan

kebijaksanaan yang telah diambil sebagai pimpinan perusahaan. Direktur Utama membawahi Direktur Produksi dan Teknik, serta Direktur Keuangan dan Umum.

Direktur utama membawahi :

a. **Direktur Teknik dan Produksi**

Tugas Direktur Teknik dan Produksi adalah memimpin pelaksanaan kegiatan pabrik yang berhubungan dengan bidang produksi dan operasi, teknik, pengembangan, pemeliharaan peralatan, pengadaan, dan laboratorium.

b. **Direktur Administrasi Keuangan dan Umum**

Tugas Direktur Keuangan dan Umum adalah bertanggung jawab terhadap masalah-masalah yang berhubungan dengan administrasi, personalia, keuangan, pemasaran, humas, keamanan, dan keselamatan kerja.

4.7.3.4 Kepala Bagian

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

1. Kepala Bagian Proses dan Utilitas

Tugas : Mengkoordinasikan kegiatan pabrik dalam bidang proses dan penyediaan bahan baku dan utilitas.

2. Kepala Bagian Pemeliharaan, Listrik, dan Instrumentasi

Tugas : Bertanggung jawab terhadap kegiatan pemeliharaan dan fasilitas penunjang kegiatan produksi.

3. Kepala Bagian Penelitian, Pengembangan dan Pengendalian Mutu

Tugas : Mengkoordinasikan kegiatan yang berhubungan dengan penelitian, pengembangan perusahaan, dan pengawasan mutu.

4. Kepala Bagian K3 dan Lingkungan

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

5. Kepala Bagian Keuangan dan Pemasaran

Tugas : Mengkoordinasikan kegiatan pemasaran, pengadaan barang, serta pembukuan keuangan.

6. Kepala Bagian Administrasi

Tugas : Bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan dengan tata usaha, personalia dan rumah tangga perusahaan.

7. Kepala Bagian Sumber Daya Manusia

Tugas : Bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan dengan perekrutan dan pengembangan SDM.

8. Kepala Bagian Humas dan Keamanan

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

4.7.3.5 Kepala Seksi

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

1. Kepala Seksi Proses

Tugas : Memimpin langsung serta memantau kelancaran proses produksi.

2. Kepala Seksi Utilitas

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

3. Kepala Seksi Pemeliharaan dan Bengkel

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

4. Kepala Seksi Listrik dan Instrumentasi

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

5. Kepala Seksi Bagian Penelitian dan Pengembangan

Tugas : Mengkoordinasi kegiatan-kegiatan yang berhubungan dengan peningkatan produksi dan efisiensi proses secara keseluruhan.

6. Kepala Seksi Laboratorium dan pengendalian mutu

Tugas : Menyelenggarakan pengendalian mutu untuk bahan baku, bahan pembantu, produk dan limbah.

7. Kepala Seksi Kesehatan dan Keselamatan Kerja

Tugas : Mengurus masalah kesehatan karyawan dan keluarga, serta menangani masalah keselamatan kerja di perusahaan.

8. Kepala Seksi Unit Pengolahan Limbah

Tugas : Bertanggung jawab terhadap limbah pabrik agar sesuai dengan baku mutu limbah.

9. Kepala Seksi Keuangan

Tugas : Bertanggung jawab terhadap pembukuan serta hal-hal yang berkaitan dengan keuangan perusahaan.

10. Kepala Seksi Pemasaran

Tugas : Mengkoordinasikan kegiatan pemasaran produk dan pengadaan bahan baku pabrik.

11. Kepala Seksi Tata Usaha

Tugas : Bertanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan dengan rumah tangga perusahaan serta tata usaha kantor.

12. Kepala Seksi Personalia

Tugas : Mengkoordinasikan kegiatan yang berhubungan dengan kepegawaian.

13. Kepala Seksi Perekrutan dan Pengembangan SDM

Tugas : Bertanggung jawab terhadap kegiatan perekrutan dan pengembangan karyawan perusahaan.

14. Kepala Seksi Humas

Tugas : Menyelenggarakan kegiatan yang berkaitan dengan relasi perusahaan, pemerintah, dan masyarakat.

15. Kepala Seksi Keamanan

Tugas : Menyelenggarakan kegiatan yang berkaitan dengan mengawasi langsung masalah keamanan perusahaan.

4.7.4 Ketenagakerjaan

Suatu perusahaan dapat berkembang dengan baik jika didukung oleh beberapa faktor. Salah satu faktor yang mendukung perkembangan perusahaan adalah pemakaian sumber daya manusia untuk ditempatkan pada bidang-bidang pekerjaan sesuai keahlian. Faktor tenaga kerja merupakan faktor yang sangat menunjang dalam masalah kelangsungan berjalannya proses produksi dan menjamin beroperasinya alat-alat dalam pabrik. Untuk itu harus dijaga hubungan antara karyawan dengan perusahaan, karena hubungan yang harmonis akan menimbulkan semangat kerja dan dapat meningkatkan produktifitas kerjanya, yang pada akhirnya akan meningkatkan produktifitas perusahaan.

Hubungan itu dapat terealisasi dengan baik jika adanya komunikasi serta fasilitas-fasilitas yang diberikan perusahaan kepada karyawan. Salah satu contohnya adalah sistem pengajian atau pengupahan yang sesuai dengan Upah Minimum Regional (UMR) sehingga kesejahteraan dapat ditingkatkan.

Sistem upah karyawan perusahaan ini berbeda-beda tergantung pada status karyawan, kedudukan, tanggung jawab dan keahlian. Menurut statusnya karyawan perusahaan ini dapat dibagi menjadi tiga golongan yaitu:

1. Karyawan Tetap

Karyawan tetap adalah karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan surat keputusan (SK) Direksi dan mendapat gaji bulanan sesuai dengan kedudukan, keahlian dan masa kerja.

2. Karyawan Harian

Karyawan harian adalah karyawan yang diangkat dan diberhentikan Direksi tanpa

SK Direksi dan mendapat upah harian yang dibayar pada setiap akhir pekan.

3. Karyawan Borongan

Karyawan yang digunakan oleh perusahaan bila diperlukan saja, sistem upah yang diterima berupa upah borongan untuk suatu perusahaan.

4.7.5 Jadwal Kerja Karyawan

Pabrik Polipropilendirencanakan beroperasi selama 24 jam sehari secara kontinyu. Jumlah hari kerja selama setahun 330 hari. Hari-hari yang lainnya digunakan untuk perawatan dan perbaikan.

Catatan hari kerja dan libur karyawan :

a. Cuti Tahunan

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

b. Hari Libur Nasional

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

c. Kerja Lembur (Overtime)

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

Dalam kerjanya, karyawan dibedakan menjadi dua, yaitu karyawan shift dan non shift.

a. Karyawan Non Shift

Karyawan non shift adalah para karyawan yang tidak menangani proses produksi secara langsung. Yang termasuk karyawan harian adalah Direktur, Manajer, Kepala Bagian, Serta staff yang berada dikantor. Karyawan non shift berlaku 6 hari kerja dalam seminggu, libur pada hari minggu dan hari libur nasional. Total jam kerja dalam seminggu adalah 45 jam. Dengan perutan sebagai berikut :

- Senin – Jumat : Jam 08.00 – 16.00 WIB
- Sabtu : Jam 08.00 – 12.00 WIB
- Waktu Istirahat setiap jam kerja : Jam 12.00 – 13.00 WIB
- Waktu Istirahat hari Jumat : Jam 12.00 – 13.30 WIB

b. Karyawan Shift

Karyawan shift adalah karyawan yang langsung menangani proses produksi atau mengatur bagian-bagian tertentu dari pabrik yang mempunyai hubungan dengan masalah keamanan dan kelancaran produksi. Bagi karyawan shift, setiap 3 hari kerja mendapatkan libur 1 hari dan masuk shift secara bergantian waktunya. Kelompok kerja shift ini di bagi menjadi 3 shift sehari, masing-masing bekerja selama 8 jam, sehingga harus dibentuk 4 kelompok, dimana setiap hari 3 kelompok bekerja, sedangkan 1 kelompok libur. Aturan jam kerja karyawan shift :

- Shift 1 : Jam 07.00 – 15.00 WIB
- Shift 2 : Jam 15.00 – 23.00 WIB
- Shift 3 : Jam 23.00 – 07.00 WIB
- Shift 4 : Libur

Tabel 4. 26 Jadwal Pembagian Kerja Karyawan Shift

Hari & Shift	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pagi	I	I	IV	IV	III	III	II	II	I	I
Siang	II	II	I	I	IV	IV	III	III	II	II
Malam	III	III	II	II	I	I	IV	IV	III	III
Libur	IV	IV	III	III	II	II	I	I	IV	IV

Hari & Shift	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Pagi	IV	IV	III	III	II	II	II	II	IV	IV
Siang	I	I	IV	IV	III	III	III	III	I	I
Malam	II	II	I	I	IV	IV	IV	IV	II	II
Libur	III	III	II	II	I	I	I	I	III	III

Hari & Shift	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Pagi	III	III	II	II	I	I	IV	IV	III	III
Siang	IV	IV	III	III	II	II	I	I	IV	IV
Malam	I	I	IV	IV	III	III	II	II	I	I
Libur	II	II	I	I	IV	IV	III	III	II	II

Jam Kerja diambil 45 jam per minggu, kelebihan jam kerja dihitung lembur.

4.7.6 Perincian Jumlah Karyawan

Jumlah karyawan harus disesuaikan secara tepat sehingga semua pekerjaan yang ada dapat diselesaikan dengan baik dan efisien. Penentuan jumlah karyawan dapat dilakukan dengan melihat jenis proses ataupun jumlah unit proses yang ada. Penentuan jumlah karyawan proses dapat digambarkan sebagai berikut :

Tabel 4. 27 Kebutuhan operator per alat proses

No	Alat	Jumlah	Jumlah	Jumlah
		(Unit)	(operator/unit/shift)	(operator/shift)
1	Mixer	1	0,3	0,3
2	Reaktor	1	1	1
3	Cyclone	1	0,25	0,25
4	Purge Bin	1	0,1	0,1
5	Extruder	2	0,1	0,2
6	Pelletizer	2	0,25	0,5
7	HE	2	0,1	0,2
8	Cooler	1	0,1	0,1
9	Tangki	5	0,1	0,5
10	Vibrating Screen	1	0,25	0,25
11	Kompresor	1	0,2	0,2
12	Expander	1	0,5	0,5
13	Vaporizer	1	0,1	0,1
14	Silo	15	0,1	1,5
15	Conveyor	1	0,2	0,2
16	Pompa	3	0,2	0,6

(Sumber : Aries & Newton tabel 35 pg 162 ; Ulrich tabel 6-2 pg 329)

Tabel 4. 28 Kebutuhan operator per alat utilitas

No	Alat	Jumlah	Jumlah	Jumlah
		(Unit)	(operator/unit/shift)	(operator/shift)
1	Screening	1	0,05	0,05
2	RO	1	2	2
3	Deaerator	1	1	1
4	Boiler	1	1	1
5	Cooling Tower	1	1	1
6	Electrical	1	3	3
7	Pompa	22	0,2	4,4
Total				18,95

(Sumber : Ulrich tabel 6-2 pg 329)

Jumlah operator untuk peralatan proses dan utilitas

= 19 operator/shift x 4 shift

= 76 operator

4.7.7 Kesejahteraan Karyawan

Pemberian upah yang akan dibayarkan kepada pekerja direncanakan diatur menurut tingkatan pendidikan, status pekerjaan dan tingkat golongan. Upah minimum pekerja tidak kurang dari upah minimum kota yang diberlakukan oleh pemerintah (Upah Minimum Regional) dan pelaksanaannya sesuai 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.

4.7.8 Sistem Gaji Pegawai

1. Gaji Bulanan

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

2. Gaji Harian

Gaji ini diberikan kepada karyawan tidak tetap atau buruh harian

3. Gaji Lembur

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

Tabel 4. 29 Gaji karyawan

No	Jabatan	Jumlah	Gaji (Rp)	Gaji (Rp)	Gaji (Rp)
			(/orang/bulan)	(/bulan)	(/tahun)
1	Direktur Utama	1	45.000.000	45.000.000	540.000.000
2	Direktur Produksi & Teknik	1	35.000.000	35.000.000	420.000.000
3	Direktur Administrasi Keuangan & Umum	1	35.000.000	35.000.000	420.000.000
4	Ka. Bag. Proses & Utilitas	1	30.000.000	30.000.000	360.000.000
5	Ka. Bag. Pemeliharaan Listrik & Instrumentasi	1	30.000.000	30.000.000	360.000.000
6	Ka. Bag. Penelitian, Pengembangan, & Pengendalian Mutu	1	25.000.000	25.000.000	300.000.000
7	Ka. Bag. K3 & Lingkungan	1	25.000.000	25.000.000	300.000.000
8	Ka. Bag. Keuangan & Pemasaran	1	25.000.000	25.000.000	300.000.000
9	Ka. Bag. Administrasi	1	25.000.000	25.000.000	300.000.000
10	Ka. Bag. SDM	1	25.000.000	25.000.000	300.000.000
11	Ka. Bag. Umum & Keamanan	1	25.000.000	25.000.000	25.000.000
12	Ka. Sek. Proses	1	25.000.000	25.000.000	300.000.000
13	Ka. Sek. Utilitas	1	25.000.000	25.000.000	300.000.000
14	Ka. Sek. Pemeliharaan & Bengkel	1	25.000.000	25.000.000	300.000.000
15	Ka. Sek. Listrik & Instrumentasi	1	25.000.000	25.000.000	300.000.000
16	Ka. Sek. Litbang	1	25.000.000	25.000.000	300.000.000
17	Ka. Sek. Laboratorium & Pengendalian Mutu	1	25.000.000	25.000.000	300.000.000
18	Ka. Sek. K3	1	20.000.000	20.000.000	240.000.000
19	Ka. Sek. UPL	1	20.000.000	20.000.000	240.000.000
20	Ka. Sek. Keuangan	1	20.000.000	20.000.000	240.000.000
21	Ka. Sek. Pemasaran	1	20.000.000	20.000.000	240.000.000
22	Ka. Sek. Tata Usaha	1	20.000.000	20.000.000	240.000.000
23	Ka. Sek. Personalia	1	20.000.000	20.000.000	240.000.000
24	Ka. Sek. Perekrutan & Pengembangan SDM	1	20.000.000	20.000.000	240.000.000
25	Ka. Sek. Humas	1	20.000.000	20.000.000	240.000.000
26	Ka. Sek. Keamanan	1	20.000.000	20.000.000	240.000.000
27	Karyawan Proses	6	10.000.000	60.000.000	720.000.000
28	Karyawan Pengendalian	3	10.000.000	30.000.000	360.000.000
29	Karyawan Laboratorium	4	9.000.000	36.000.000	432.000.000
30	Karyawan Pemeliharaan	3	9.000.000	27.000.000	324.000.000
31	Karyawan Utilitas	5	9.000.000	45.000.000	540.000.000
32	Karyawan Pembelian	2	8.000.000	16.000.000	192.000.000
33	Karyawan Pemasaran	2	8.000.000	16.000.000	192.000.000

Tabel 4. 30 Gaji karyawan (lanjutan)

No	Jabatan	Jumlah	Gaji (Rp)	Gaji (Rp)	Gaji (Rp)
			(/orang/bulan)	(/bulan)	(/tahun)
34	Karyawan Administrasi	2	8.000.000	16.000.000	192.000.000
35	Karyawan Kas	2	8.000.000	16.000.000	192.000.000
36	Karyawan Personalia	2	8.000.000	16.000.000	192.000.000
37	Karyawan Humas	2	8.000.000	16.000.000	192.000.000
38	Karyawan Keamanan	4	8.000.000	32.000.000	384.000.000
39	Karyawan K3	3	8.000.000	24.000.000	288.000.000
40	Karyawan Litbang	3	8.000.000	24.000.000	288.000.000
42	Supir	3	4.000.000	12.000.000	144.000.000
43	Librarian	1	4.000.000	4.000.000	48.000.000
44	<i>Cleaning service</i>	5	4.000.000	20.000.000	240.000.000
45	Dokter	2	10.000.000	20.000.000	240.000.000
46	Perawat	4	5.000.000	20.000.000	240.000.000
Total		159	781.000.000	1.460.000.000	17.520.000.000

4.7.9 Fasilitas Karyawan

Tersedia fasilitas yang memadai dapat meningkatkan kelangsungan produktifitas karyawan dalam suatu perusahaan. Adanya fasilitas dalam perusahaan bertujuan agar kondisi jasmani dan rohani karyawan tetap terjaga dengan baik, sehingga karyawan tidak merasa jenuh dalam menjalankan tugas sehari-harinya dan kegiatan yang ada dalam perusahaan dapat berjalan dengan lancar. Sehubungan dengan hal tersebut, maka perusahaan menyediakan fasilitas yang bermanfaat dalam lingkungan perusahaan yang berhubungan dengan kepentingan para karyawan.

Adapun fasilitas yang diberikan perusahaan adalah :

a. Poliklinik

Untuk meningkatkan efisiensi produksi, faktor kesehatan karyawan merupakan hal yang sangat berpengaruh. Oleh karena itu perusahaan menyediakan fasilitas poloklinik yang ditangani oleh Dokter dan Perawat.

b. Pakaian kerja

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

c. Makan dan minum

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

d. Koperasi

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

e. Tunjangan Hari Raya (THR)

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

f. Jamsostek

Merupakan asuransi pertanggungjawaban jiwa dan asuransi kecelakaan.

g. Masjid dan Kegiatan kerohanian

Perusahaan membangun tempat ibadah (masjid) agar karyawan dapat menjalankan kewajiban rohaninya dan melaksanakan aktifitas keagamaan lainnya.

h. Transportasi

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

i. Hak Cuti

1. Cuti Tahunan

Diberikan kepada karyawan selama 12 hari kerja dalam 1 tahun.

2. Cuti Massal

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

4.8 Evaluasi Ekonomi

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

1. *Return On Investment* (ROI)
2. *Pay Out Time* (POT)
3. *Discounted Cash Flow*(DCF)

4. *Break Even Point* (BEP)

5. *Shut Down Point* (SDP)

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

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

Meliputi :

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

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

Meliputi :

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

3. Pendapatan modal

4. Untuk mengetahui titik impas, maka perlu dilakukan perkiraan terhadap:

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

4.8.1 Penaksiran Harga Peralatan

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

Pabrik Polipipilen beroperasi selama satu tahun produksi yaitu 330 hari, dan tahun evaluasi pada tahun 2024. Di dalam analisa ekonomi harga – harga alat maupun harga – harga lain diperhitungkan pada tahun analisa. Untuk mencari harga pada tahun analisa, maka dicari index pada tahun analisa.

Harga indeks tahun 2024 diperkirakan secara garis besar dengan data indeks dari tahun 1987 sampai 2024, dicari dengan persamaan regresi linier.



Tabel 4. 31 Chemical Engineering Plant Cost Index

No	(Xi)	Indeks (Yi)
1	1987	324
2	1988	343
3	1989	355
4	1990	356
5	1991	361,3
6	1992	358,2
7	1993	359,2
8	1994	368,1
9	1995	381,1
10	1996	381,7
11	1997	386,5
12	1998	389,5
13	1999	390,6
14	2000	394,1
15	2001	394,3
16	2002	395,6
17	2003	402
18	2004	444,2
19	2005	468,2
20	2006	499,6
21	2007	525,4
22	2008	575,4
23	2009	521,9
24	2010	550,8
25	2011	585,7
26	2012	584,6
27	2013	567,3
28	2014	576,1
29	2015	556,8

(Sumber : www.chemengonline.com/pci)

Persaman yang diperoleh adalah : $y = 9,878 x - 19.325$

Jadi, indeks pada tahun 2024 = 668,072

Harga – harga alat dan lainnya diperhitungkan pada tahun evaluasi. Selain itu, harga alat dan lainnya ditentukan juga dengan referensi.

- a. Peters & Timmerhaus, pada tahun 1990 dan Aries & Newton, pada tahun 1955). Maka harga alat pada tahun evaluasi dapat dicari dengan persamaan:

$$Ex = Ey \frac{Nx}{Ny} \quad (\text{Aries \& Newton, 1955})$$

Dalam hubungan ini:

Ex : Harga pembelian

Ey : Harga pembelian pada tahun referensi

Nx : Index harga pada tahun pembelian

Ny : Index harga pada tahun referensi

- b. Metode *six tenths factor* :

$$\frac{Ca}{Cb} = \left(\frac{Aa}{Ab} \right)^n$$

Dalam hubungan ini :

Ca : Harga alat a

Cb : Harga alat b

Aa : kapasitas alat a

Ab : Kapasitas alat b

n : eksponen harga (0,4- 0,8)



4.8.2 Dasar Perhitungan

Kapasitas produksi Polipropilen	= 100.000 ton/tahun
Satu tahun operasi	= 330 hari
Umur pabrik	= 10 tahun
Pabrik didirikan pada tahun	= 2024
Kurs mata uang	= 1 US\$ = Rp. 15.000,00 (kurs 2024)

Harga bahan baku :

- | | | |
|-------------------------|---|---|
| a. Propilen | = | Rp1.522.203.809.742/tahun
(Rp 15.219/kg) |
| b. Hidrogen | = | Rp590.688.088/tahun
(Rp 30.000/kg) |
| c. Nitrogen | = | Rp 385.104.198/tahun
(Rp 30.000/kg) |
| d. Titanium tetracorida | = | Rp 29.536.295/tahun
(Rp 18.750/kg) |
| e. Triethylaluminium | = | Rp 239.746.498/tahun
(Rp 304.388/kg) |
| f. Polipropilen | = | Rp2.150.000.000.000
(Rp 21.500/kg) |

4.8.3 Perhitungan Modal dan Biaya

4.8.3.1 Capital Investment

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

Capital *investment* terdiri dari:

- a. Fixed Capital Investment

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

b. **Working Capital Investment**

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

4.8.3.2 Manufacturing Cost

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

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

a. *Direct Cost*

Direct Cost adalah pengeluaran yang berkaitan langsung dengan pembuatan produk.

b. *Indirect Cost*

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

c. *Fixed Cost*

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

4.8.3.3 General Expense

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

4.8.4 Analisa Kelayakan

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

4.8.4.1 Percent Return On Investment

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

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

4.8.4.2 Pay Out Time (POT)

Pay Out Time (POT) adalah :

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

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

4.8.4.3 Break Even Point (BEP)

Break Even Point (BEP) adalah :

- Titik impas produksi (suatu kondisi dimana pabrik tidak mendapatkan keuntungan maupun kerugian).
- Kapasitas produksi pada saat *sales* sama dengan *total cost*. Pabrik akan rugi jika beroperasi dibawah BEP dan akan untung jika beroperasi diatas BEP.

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

Dalam hal ini:

Fa : *Annual Fixed Manufacturing Cost* pada produksi maksimum

Ra : *Annual Regulated Expenses* pada produksi maksimum

Va : *Annual Variable Value* pada produksi maksimum

Sa : *Annual Sales Value* pada produksi maksimum

4.8.4.4 Shut Down Point (SDP)

Shut Down Point (SDP) adalah :

- Suatu titik atau saat penentuan suatu aktivitas produksi dihentikan.
- Persen kapasitas minimal suatu pabrik dapat mencapai kapasitas produk yang diharapkan dalam setahun. Apabila tidak mampu mencapai persen minimal kapasitas tersebut dalam satu tahun maka pabrik harus berhenti beroperasi atau tutup.

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

4.8.4.5 Discounted Cash Flow Rate Of Return (DCFR)

Discounted Cash Flow Rate Of Return (DCFR) adalah:

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

Persamaan untuk menentukan DCFR :

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

Dimana:

FC : Fixed capital

WC : Working capital

SV : Salvage value

C : *Cash flow : profit after taxes + depresiasi + finance*

n : Umur pabrik = 10 tahun

i : Nilai DCFR

4.8.5 Hasil Perhitungan

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

Tabel 4. 32 Physical Plant Cost

No	Jenis	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Purchased Equipment cost</i>	60.733.348.413	4.048.890
2	<i>Delivery Cost</i>	15.183.337.103	1.012.222
3	Instalasi cost	9.498.695.692	633.246
4	Pemipaan	14.074.953.495	938.330
5	Instrumentasi	15.104.383.750	1.006.959
6	Insulasi	2.262.317.228	150.821
7	Listrik	6.073.334.841	404.889
8	Bangunan	21.537.500.000	1.435.833
9	<i>Land & Yard Improvement</i>	65.325.000.000	4.355.000
Total		209.792.870.523	13.986.191

Tabel 4. 33 Direct Plant Cost (DPC)

No	Type of Capital Investment	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	Engineering and Construstion	41.958.574.105	2.797.238
2	DPC	251.751.444.627	16.783.430

Tabel 4. 34 Fixed Capital Investment (FCI)

No	Fixed Capital	Biaya (Rp)	Biaya, \$
1	Direct Plant Cost	251.751.444.627	16.783.430
2	Cotractor's fee	10.070.057.785	671.337
3	Contingency	25.175.144.463	1.678.343
Jumlah		286.996.646.875	19.133.110

Tabel 4. 35 Working Capital (WC)

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Raw Material Inventory</i>	415.486.059.497	27.699.071
2	<i>Inproses Onventory</i>	242.189.939.271	16.145.996
3	<i>Product Inventory</i>	161.459.959.541	10.7463.997
4	<i>Extended Credit</i>	586.363.636.364	39.090.909
5	<i>Available Cash</i>	484.379.878.541	32.291.992
Working Capital (WC)		1.889.879.473.186	125.991.965

Tabel 4. 36 Direct Manufacturing Cost (DMC)

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	Raw Material	1.523.448.884.821	101.563.259
2	Labor	17.520.000.000	1.168.000
3	Supervision	1.752.000.000	116.800
4	Maintenance	5.739.932.938	382.662
5	Plant Supplies	860.989.941	57.399
6	Royalty and Patents	21.500.000.000	1.433.333
7	Utilities	55.898.082.265	3.726.539
Direct Manufacturing Cost (DMC)		1.626.719.889.964	108.447.993

Tabel 4. 37 Indirect Manufacturing Cost (IMC)

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Payroll Overhead</i>	2.628.000.000	175.200
2	<i>Laboratory</i>	1.752.000.000	116.800
3	<i>Plant Overhead</i>	8.760.000.000	584.000
4	<i>Packaging and Shipping</i>	107.500.000.000	7.166.667
Indirect Manufacturing Cost (IMC)		120.640.000.000	8.042.667

Tabel 4. 38 Fixed Manufacturing Cost (FMC)

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Depreciation</i>	22.959.731.750	1.530.649
2	<i>Property taxes</i>	2.869.966.469	191.331
3	<i>Insurance</i>	2.869.966.469	191.331
Fixed Manufacturing Cost (FMC)		28.699.664.688	1.913.311

Tabel 4. 39 Total Manufacturing Cost (TMC)

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>	1.626.719.889.964	108.447.993
2	<i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>	120.640.000.000	8.042.667
3	<i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>	28.699.664.688	1.913.311
Manufacturing Cost (MC)		1.776.059.554.652	118.403.970

Tabel 4. 40 General Expense (GE)

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Administration</i>	53.281.786.640	3.552.119
2	<i>Sales Expense</i>	88.802.977.733	5.920.199
3	<i>Research</i>	62.162.084.413	4.144.139
4	<i>Finance</i>	43.537.522.401	2.902.501
General Expenses (GE)		247.784.371.186	16.518.958

Tabel 4. 41 Total Biaya Produksi

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Manufacturing Cost (MC)</i>	1.776.059.554.652	118.403.970
2	<i>General Expenses (GE)</i>	247.784.371.186	16.528.776
Total Production Cost (TPC)		2.023.843.925.838	134.922.928

Tabel 4. 42 Fixed cost (Fa)

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	Depresiasi	22.959.731.750	1.530.649
2	Proerty Taxes	2.869.966.469	191.331
3	Asuransi	2.869.966.469	191.331
Total Fixed cost (Fa)		28.699.664.688	1.913.311

Tabel 4. 43 Variable Cost (Va)

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	Raw Material	1.523.448.884.821	101.563.259
2	Packaging and Shipping	105.500.000.000	7.166.667
3	Utilities	55.898.082.265	3.726.539
4	Royalty & Patent	21.000.000.000	1.400.000
Total Variable Cost (Va)		1.708.346.967.086	113.889.798

Tabel 4. 44 Regulated Cost (Ra)

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	Gaji Karyawan	17.520.000.000	1.168.000
2	Payroll Overhead	2.628.000.000	175.200
3	Supervision	1.752.000.000	116.800
4	Plant Overhead	8.760.000.000	584.000
5	Laboratorium	1.752.000.000	116.800
6	General Expense	247.784.371.186	16.518.958
7	Maintenance	5.739.932.938	382.662
8	Plant Supplies	860.989.941	57.399
Total Regulated Cost (Ra)		286.797.294.064	19.119.820

4.8.6 Analisa Keuntungan

Harga jual produk Polipropilen = Rp 21.500/kg

Annual Sales (Sa) = Rp 2.150.000.000.000

Total Cost = Rp 2.023.843.925.838

Keuntungan sebelum pajak = Rp 126.156.074.162

Pajak Pendapatan = 25% ¹

Keuntungan setelah pajak = Rp 94.617.055.6212

¹ (Sumber : <https://www.pajak.go.id/id/mekanisme-penghitungan-pajak-penghasilan-badan>)

4.8.7 Hasil Kelayakan Ekonomi

4.8.7.1 Percent Return On Investment (ROI)

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

$$\text{ROI sebelum pajak} = 43,96\%$$

$$\text{ROI sesudah pajak} = 32,97\%$$

4.8.7.2 Pay Out Time (POT)

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

$$\text{POT sebelum pajak} = 1,9 \text{ tahun}$$

$$\text{POT sesudah pajak} = 2,44 \text{ tahun}$$

4.8.7.3 Break Even Point (BEP)

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

$$\text{BEP} = 47,63\%$$

BEP ini digunakan untuk melihat layak atau tidaknya suatu pabrik berdiri. Ketika BEP pabrik berada pada range 40-60 % maka pabrik tersebut dikategorikan layak untuk didirikan.

4.8.7.4 Shut Down Point (SDP)

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

$$\text{SDP} = 35,72\%$$

4.8.7.5 Discounted Cash Flow Rate (DCFR)

Umur pabrik = 10 tahun

Fixed Capital Investment = Rp 286.996.646.875

Working Capital = Rp 1.889.879.473.186

Salvage Value (SV) = Rp 22.959.731.750

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

CF = Rp 138.156.108.671

Discounted cash flow dihitung secara *trial & error*

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

R = S

Dengan trial & error diperoleh nilai $i = 0,06419$

DCFR = 6,419%

Minimum nilai DCFRR : 1,5 x suku bunga acuan bank

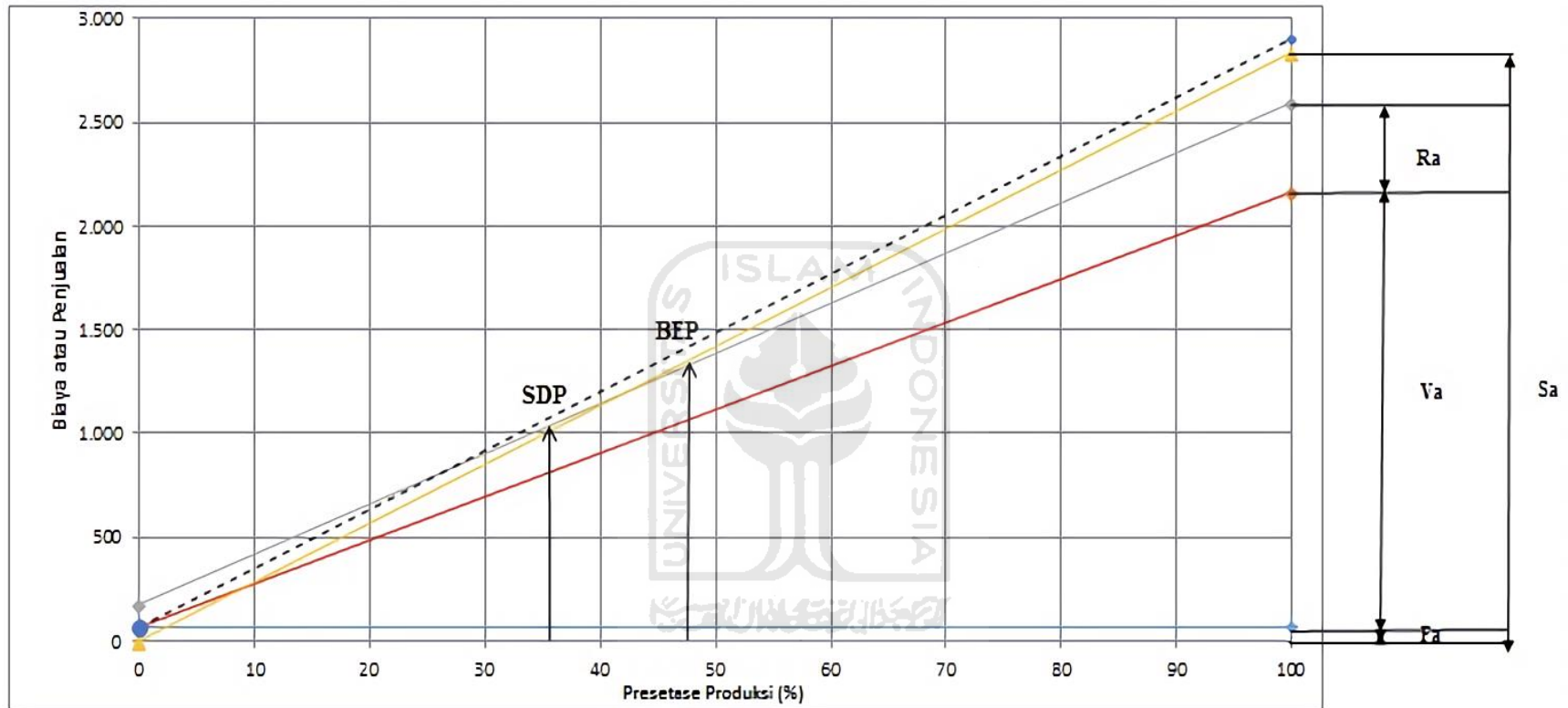
Suku bunga acuan bank : 4%

Kesimpulan : Memenuhi syarat

: 1,5 x 4% = 6 %

(Didasarkan pada suku bunga acuan di Bank Indonesia saat ini adalah

4%, berlaku mulai Oktober 2020).



Gambar 4.7 Korelasi Kapasitas Produksi dengan Biaya atau Penjualan

Keterangan :

F_a = *Annual Fixed Manufacturing Cost* pada produksi maksimum

R_a = *Annual Regulated Expenses* pada produksi maksimum

V_a = *Annual Variable Value* pada produksi maksimum



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan studi yang telah dilakukan, pabrik Polipropilena ini layak untuk dikaji lebih lanjut dengan pertimbangan :

1. Keuntungan yang diperoleh

Keuntungan sebelum pajak sebesar Rp 126.156.074.162/tahun, dan keuntungan setelah pajak (25%) sebesar Rp 94.617.055.621/tahun.

2. Return On investment (ROI)

Presentasi ROI sebelum pajak sebesar 43,96%, sedangkan ROI setelah pajak sebesar 32,97%. ROI sebelum pajak untuk pabrik yang beresiko rendah minimal 11% dan pabrik yang beresiko tinggi minimal 44% (Aries & Newton, 1955).

3. Pay Out Time (POT)

POT sebelum pajak selama 1,9 tahun, dan POT setelah pajak selama 2,44 tahun. Syarat POT sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan resiko rendah maksimum 5 tahun dan pabrik kimia dengan resiko tinggi maksimum adalah sebesar 2 tahun (Aries & Newton, 1955).

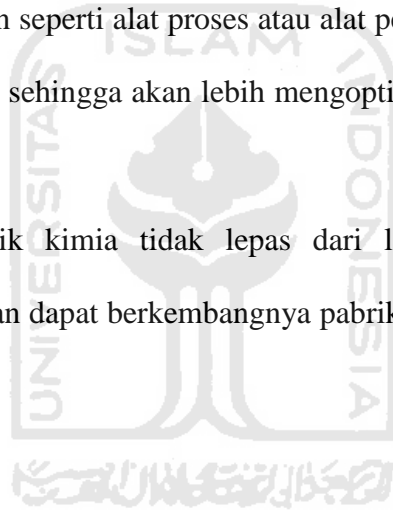
4. Break Event Point (BEP) sebesar 47,63%, sedangkan Shut Down Point (SDP) sebesar 35,72%. BEP untuk pabrik kimia pada umumnya adalah sebesar 40-60%.

5. Discount Cash Flow Rate (DCFR) sebesar 6,42%. Syarat minimum DCFR adalah di atas suku bunga pinjaman bank, yaitu sekitar 1,5 x suku Bunga pinjaman bank.

5.2 Saran

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

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



DAFTAR PUSTAKA

Aries, R.S., and Newton, R.D., 1955, *Chemical Engineering Cost Estimation*,

Mc Graw Hill Handbook Co., Inc., New York

Brown, G.G., Donal Katz, Foust, A.S., and Schneidewind, R., 1978, *Unit*

Operation, Modern Asia Edition, John Wiley and Sons, Inc., New York

Brownell, L.E., and Young, E.H., 1959, *Process Equipment Design*, John

Wiley and Sons, Inc., New York

Coulson, J.M., and Richardson, J.F., 1983, *Chemical Engineering*, Vol 1 \$ 6,

Pergamon Internasional Library, New York

Hisham A. Maddah. (2016). Polypropylene as a Promising Plastic: A Review.

American Journal of Polymer Science, 6(1), 1–11.

Kern, D.Q., 1983, *Process Heat Transfer*, Mc Graw Hill Book Co., Inc., New

York

Levenspiel, O., 1972, *Chemical Reaction Engineering*, 2nd ed., John Wiely

and Sons, Inc., New York

Mc Cabe, Smith, J.C., and Harriot, 1985, *Unit Operation of Chemical*

Engineering, 4th ed., Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York

Perry, R.H., and Green, D.W., 1986, *Perry's Chemical Engineer's Handbook*,
6th ed., Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York

Peters, M.S., and Timmerhaus, K.D., 1990, *Plant Design and Economics for
Chemical Engineers*, 3rd Ed., Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York

Peters, M.S., Klaus D. Timmerhaus and Ronald E. West., 2004, *Plant Design
and Economics for Chemical Engineer*, 5th Ed., Mc.Graw-Hill.,Singapore

Smith, J.M., Ness, Van H.C., Abbott, M.M., 2001, *Introduction to Chemical
Engineering Thermodynamics*, 6rd Ed., Mc.Graw-Hill Inc., Singapore.

Ulrich, G. D., 1984, *A Guide to Chemical Engineering Process Design and
Economics.*, John Wiley and Sons., Inc., New York

Yates, J. G. (1983). Some Fundamental Aspects of Fluidization. *Fundamentals of
Fluidized Bed Chemical Processes*, 4–71.

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

LAMPIRAN A

REAKTOR

Fungsi : Tempat terjadinya Polimerisasi propilena menjadi polipropilene

Jenis : Fluidized Bed Reaktor

Fasa : Gas-Padat

Bahan : *Carbon steel SA 283 grade C*

Jumlah : 1 unit

Kondisi Operasi : Eksotermis

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

$$P = 30 \text{ atm}$$

Reaksi:



Konversi : 99,98 %

1. Menghitung Dimensi Reaktor

- Menghitung Densitas Gas

Komponen	Massa	X_i	BM	BM. X_i
C_3H_6	12881,4047	0,8855	42	37,1900
C_3H_8	1663,5230	0,1144	44	5,0315
H_2	2,4861	0,0002	2	0,0003
Total	15276,3371	1		42,2219

$$\rho_g = \frac{M.P}{R.T}$$

M = BM Rata-rata umpan

P = Tekanan = 30 atm

R = 82,05 atm cm³/ mol K

T = 343 K

$$\begin{aligned}\rho_g &= \frac{M \times P}{R \times T} = \frac{41,5429 \times 30}{82,05 \times 343} = 0,0450 \\ &= 0,0450 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 45 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

- Menghitung Viskositas Gas

Dari Bird Appendix E didapat data-data :

Komponen	T _c (K)	P _c (atm)	μ _c (gr/cm.s)
C ₃ H ₆	365,0	45.5	0,9888
C ₃ H ₈	369,8	41.9	0,9422
H ₂	33,3	12.8	0,000097

Sehingga untuk umpan campuran diperoleh :

$$T_c = \sum X_i.T_c = 365,4922$$

$$P_c = \sum X_i.P_c = 45,0827$$

$$\mu_c = \sum X_i.\mu_g = 0,98$$

$$Tr = \frac{T}{T_c} = 0,9384$$

$$Pr = \frac{P}{P_c} = 0,6654$$

Dari Bird fig 1.3.1 untuk harga Tr dan Pr di atas di dapat harga μ_r

= 0,62 dimana

$$\boxed{\mu_g = \mu_c \times \mu_r = 0,40}$$

$$= 0,4031 \text{ gr/cms}$$

$$= 0,0004 \text{ kg/cms}$$

- Menghitung Kecepatan Volumetris Gas Umpan (Q)

Massa gas umpan (M) : 15.276,3371 kg/jam

$$Q = \frac{\text{massa} \left(\frac{\text{kg}}{\text{jam}} \right)}{\rho \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right)} = \frac{15.276,3371 \left(\frac{\text{kg}}{\text{jam}} \right)}{45,0076 \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right)} = 339,4167 \text{ m}^3/\text{jam} =$$

$$94282,41 \text{ cm}^3/\text{s}$$

- Menghitung Kecepatan Fluidisasi Minimum

$$\frac{dp \cdot umf \cdot \rho_g}{\mu} = \left[(33.7)^2 + \frac{(0.0408) \cdot (dp)^3 \cdot \rho_g \cdot (\rho_s - \rho_g) \cdot g}{\mu^2} \right]^{1/2} - 33.7$$

$$\frac{0.16 \text{ cm} \cdot umf \cdot 0.045 \text{ gr/cm}^3}{1.41E-04 \text{ gr/cms}} = \left[(33.7)^2 + \frac{(0.0408) \cdot (0.16)^3 \cdot 0.045 \text{ gr/cm}^3 \cdot (0.92 \text{ gr/cm}^3 - 0.042 \text{ gr/cm}^3) \cdot 980.66}{(1.41E-04 \text{ gr/cms})^2} \right]^{1/2} - 33.7$$

$$Umf = 0,0760 \text{ cm/s}$$

- Menghitung termal velocity (Vt)

$$V_t = \left[\frac{3.1 \cdot (\rho_s - \rho_g) \cdot dp \cdot g}{\rho_g} \right]^{0.5}$$

$$V_t = \left[\frac{3.1 \cdot (0.92 - 0.042 \text{ gr/cm}^3) \cdot 0.16 \cdot 980.66}{0.042 \text{ gr/cm}^3} \right]^{0.5}$$

$$V_t = 136,14 \text{ cm/s}$$

- Menghitung diameter zona reaksi

$$U_{mf} = 0,0760 \text{ cm/s}$$

$$V_t = 136,14 \text{ cm/s}$$

$$U_o = 11 \times u_{mf} = 0,8360$$

$$A = \frac{Q}{U_o}$$

$$A = 112773,76 \text{ cm}^2$$

$$Dt = \left[\frac{4 \cdot A}{\pi} \right]^{0.5}$$

$$Dt = 3,79 \text{ m}$$

- Menghitung Transport Disengaging (TDH)

$$U_o = 0,8360 \text{ cm/s}$$

$$Dt = 3,79 \text{ m}$$

Dari fig. 7.5, diperoleh harga (TDH/dt) = 1,5 (Kunni,1977 : 94)

$$TDH = 1,5 \times dt$$

$$= 1,5 \times 3,79$$

$$= 5,68 \text{ m}$$

- Menghitung Tinggi Head bagian Bawah (Lh)

Dipilih *elliptical dished head*, sehingga:

$$Lh = \frac{1}{4} \times dt$$

$$= \frac{1}{4} \times 3,79$$

$$= 1 \text{ m}$$

- Menghitung tinggi pada fluidisasi minimum (Lmf)

$$\begin{aligned}
 FC_{AIZ} &= FC_{AIZ+\Delta Z} + (-r_A)dV \\
 FC_{AIZ} &= FC_{AIZ+\Delta Z} + (-r_A)AdZ \\
 -(FC_{AIZ+\Delta Z} - FC_{AIZ}) &= (-r_A)dV \\
 \frac{d(FC_A)}{dz} &= (-r_A).A \\
 -F \frac{d(C_{Ao}(1-X_A))}{dz} &= (-r_A).A \\
 FC_{Ao} &= \frac{dX_A}{dz} = (-r_A).A \\
 dz &= \frac{F.C_{Ao}}{(-r_A).A} dX_A \\
 \text{dengan } -r_A &= kp.(C^*).C_A :
 \end{aligned}$$

Keterangan :

(-ra) = Kecepatan polimerisasi

Kp = kecepatan propagasi

C* = konsentrasi situs aktif katalis

C = konsentasi propilen

$$Kp = 800 \text{ L/ mol s}$$

$$C^* = 42 \text{ mol}$$

Maka persamaan dz menjadi :

$$\begin{aligned}
 dz &= \frac{F.C_{Ao}}{kp.C^*.C_{Ao}.A} dX_A \\
 dz &= \frac{F.C_{Ao}}{kp.C^*.C_{Ao}(1-X_A).A} dX_A \\
 dz &= \frac{F}{kp.C^*.(1-X_A).A} dX_A
 \end{aligned}$$

Disini c* dalam satuan mol sehingga dz akan mempunyai dimensi L⁻². Supaya dz mempunyai dimensi L maka C* dibuat dalam satuan mol/volume reactor, sehingga persamaan akan menjadi :

$$\begin{aligned}
 dz &= \frac{F.V}{kp.C^*.(1-X_A).A} dX_A \\
 dz &= \frac{F.A.z}{kp.C^*.(1-X_A).A} dX_A \\
 \frac{1}{z} dz &= \frac{F}{kp.C^*.(1-X_A)} dX_A
 \end{aligned}$$

F = Kecepatan Volumetric gas = 94,28 L/s

X_A = 0 – 0,02 (konversi per pass)

Penyelesaian persamaan integral diatas dengan cara diintegalkan

$$\int_0^z \frac{1}{z} dz = \int_0^{0.02} \frac{F}{kp.C^*. (1 - X_A)} dX_A$$

$$\ln Z = 0,0028$$

$$Z = 1,0028 \text{ m}$$

$$L_{mf} = 1,0028 \text{ m}$$

- Menentukan Volume reaktor

V = luas alas x tinggi

Diketahui : Diameter = 3,79 m

$$\begin{aligned} \text{Volume Reaktor} &= \frac{1}{4} \pi D^2 L \\ &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 3,79^2 \times 1,0028 \\ &= 10,7684 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Untuk faktor keamanan diambil over design 20 % sehingga :

Volume Tangki (VT) = 1,2 x Volume reaktor

$$= 1.2 \times 10,7684 \text{ m}^3$$

$$= 12,9222 \text{ m}^3$$

- Menentukan Massa Katalis

W = V x ρ_b

$$= 10,7684 \text{ m}^3 \times 13,75 \text{ kg/m}^3$$

$$= 177,6778 \text{ kg}$$

- Menentukan tinggi reaktor

$$L_r = TDH + L_h + L_{mf}$$

$$L_r = 5,68 \text{ m} + 1 \text{ m} + 1 \text{ m} = 7,68 \text{ m}$$

Diambil Faktor keamanan 10 %

$$L_r = 10 \% \times 7,68 \text{ m}$$

$$L_r = 8,39 \text{ m}$$

- Menentukan tebal dinding reaktor

Dari Brownell hal.343 dipilih bahan dengan spesifikasi :

Plate steel = SA- 238 Grade C

T design = 353

P design = 30 atm = 441 psi

Efisiensi pengelasan (E) = 85 %

Faktor korosi (c) = 0,125

ID shell = 3,79 m = 149,22 in

$$T_s = \frac{P \cdot D_t}{(f \cdot E) - (0.6 \cdot P)} + c$$

$$= 4,14 \text{ in} = 0,1 \text{ m}$$

Sehingga direncanakan tebal sheel yang digunakan yaitul tebal sheel standar 4 in

- Menghitung pressure drop

Persamaan yang digunakan:

$$\frac{\Delta P}{L_{mf}} = (1 - \epsilon) \cdot (\rho_s - \rho_g) \cdot (g/gc) \quad (\text{Kunii, 1969:72})$$

Dimana :

ΔP : pressure drop (lb/ft²)

ρ_s : density katalis = 1,76 gr/cm³

ρ_g : density gas = 0,04 gr/cm³

ε : positi = 0,4

$$\begin{aligned}\frac{\Delta P}{1} &= (1 - 0,4) \cdot (1,76 - 0,04) \cdot 1,41 \\ &= 1,45 \text{ gr/cm}^2 \\ &= 0,0014 \text{ atm}\end{aligned}$$

- Menghitung Dimensi Jaket Pendingin (Dj)

Pendingin reaktor dimaksudkan untuk menjaga suhu konstan, yaitu 70°C. Sebagai pendingin digunakan air.

Diketahui:

Jumlah pendingin = 7,5 kg/jam

Waktu tinggal media pendingin = 1 menit

Densitas = 1 kg/L

Volume air pendingin = 125,12 Liter = 4,42 ft³

Volume jaket = Vol. air pendingin = 4,42 ft³

Volume jaket = Vol. pendingin di shell + vol. pendingin pada bottom

$$\text{Volume jaket} = \frac{\pi}{4} \cdot (D_j^2 - OD^2)h + 0,000049(D_j^3 - OD^3)$$

OD shell = ID shell + 2x tebal shell

$$= 3,79 + (2 \times 0,01)$$

$$= 4 \text{ m} = 13,12 \text{ ft}$$

Tinggi jaket pendingin = tinggi zona reaksi (L_f) = 7,64 m = 25,05 ft

Trial nilai D_j sampai konvergen, sehingga diperoleh $D_j = 12,81$ ft.

Jari-jari jaket (r_j) = $D_j/2 = 6,4$ ft = 76,87 in

Tebal ruang jaket = $(D_j - OD)/2 = 1,86$ in

Luasjaket = $2 \cdot \pi \cdot r_j \cdot h + \pi \cdot r_j^2 = 1136,41$ ft²

Tebal jaket = tebal shell reaktor = 3,58 in



