

**PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA POLISTIREN DARI
MONOMERSTIREN DENGAN KAPASITAS 90.000 TON/TAHUN**

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana

Teknik Kimia



Disusun Oleh :

Nama : Nur Fadli Yusup

Nama : Dewa Putu Suandikasyah

No Mhs : 17521151

No. Mhs : 17521048

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

2022

**LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL PRA RANCANGAN
PABRIK KIMIA POLISTIREN DARI MONOMERSTIREN DENGAN
KAPASITAS 90.000 TON/TAHUN**

Yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Nur Fadli Yusup
Nomor Mahasiswa : 17521151
Program Studi : Teknik Kimia
Konsentrasi : Teknik Kimia
Judul Tugas Akhir : Pra rancangan pabrik kimia polistiren dari monomerstiren dengan kapasitas 90.000 ton/tahun.

Menyatakan sebagai berikut.

1. Selama melakukan pembuatan tugas akhir pra rancangan pabrik kimia, saya tidak pernah melakukan pelanggaran hukum dengan mengambil hasil karya orang lain dan atau melanggar etika akademik yang dapat merugikan pihak-pihak. Serta mematuhi segala ketentuan hukum yang berlaku dilingkungan Universitas Islam Indonesia.
2. Apabila dalam pengujian tugas akhir saya terbukti melanggar etika akademik, dan atau melanggar ketentuan hukum yang berlaku dilingkungan Universitas Islam Indonesia maka saya siap menerima sanksi dalam bentuk apapun.
3. Apabila dikemudian hari setelah saya lulus di Prodi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia, ditemukan bahwa hasil tugas akhir saya adalah karya jiplakan dan atau meng copy hasil karya orang lain tanpa se izin pemilik maka saya bersedia menerima sanksi akademik yang berlaku dan diterapkan di Universitas Isla Indonesia.

Yogyakarta 12 April 2022
Yang Bertanda Tangan Dibawah Ini



Nur Fadli Yusup

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING
PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA POLISTIREN DARI
MONOMERSTIREN DENGAN KAPASITAS 90.000 TON/TAHUN



TUGAS AKHIR

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

Disusun Oleh :

Nama : Nur Fadli Yusup

Nama : Dewa Putu Suandikasyah

No Mhs : 17521151

No Mhs : 17521048

Yogyakarta, 12 April 2022

Pembimbing I

Faisal R.M., Ir. Drs., M.T., Ph.D.
NIP.845210191

Pembimbing II

Ajeng Yulianti Dwi Lestari, S.T., M.T.
NIP.155211305

HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI

**PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA POLISTIREN DARI
MONOMERSTIREN DENGAN KEMAMPUAN 90.000 TON/TAHUN**

TUGAS AKHIR

Oleh :

Nama : Nur Fadli Yusup

No Mhs : 17521151

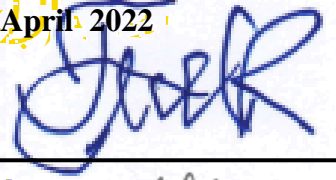
Telah Di Pertahankan Dihadapan Penguji Sidang Tugas Akhir Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia Program Studi Teknik

Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 21 April 2022

Tim Penguji

Faisal R.M., Ir.Drs., M.T., P.h.D.



Ketua

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



Anggota I

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



Anggota II

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Kimia

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



Dr. Suharno Rusdi Ph.D

NIP. 845210102

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

**PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA POLISTIREN DARI
MONOMERSTIREN DENGAN KEMAMPUAN 90.000 TON/TAHUN**

TUGAS AKHIR

Oleh :

Nama : Dewa Putu Suandaksyah

No Mhs :17521048

Telah Di Pertahankan Dihadapan Penguji Sidang Tugas Akhir Sebagai Salah Satu
Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia Program Studi Teknik

Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 21 April 2022

Tim Penguji

Faisal R.M.,Ir.Drs.,M.T.,P.h.D.

Ketua

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

Anggota I

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

Anggota II

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Kimia

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



Ir. Suharno Rusdi Ph.D

NIP. 845210102



HALAMAN PRAKATA

“Assalamu’alaikum Warohmatullahi Wabarakatuh”

“Bismillahirrohmanirohim”

Segala puji bagi Allah SWT yang telah menjadikan kita semua manusia sebagai insan yang bertaqwa serta selalu tunduk dan patuh terhadap ajaran dalam ajarannya. Shalawat selalu terucap untuk baginda Rasulullah Muhammad SAW dalam setiap perjuangannya sebagai pemimpin terbaik sepanjang masa menjadikan Islam sebagai benteng kekuatan dunia yang tak akan pernah runtuh ataupun dipecah belah oleh individu maupun kelompok.

Tugas akhir yang berjudul “Pra Rancangan Pabrik Kimia Polistirena dari Monomerstiren” telah kami selesaikan sebagai syarat untuk menyelesaikan studi di Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia. Ini semua sebagai bentuk tanggungjawab amanah dan serta pengabdian kami terhadap Universitas Islam Indonesia.

Dalam proses penyusunan tugas akhir ini tidak terlepas dari campur tangan berbagai pihak terutama orang-orang yang selama ini membantu kami dengan memberikan arahan, *support* dan hal-hal yang dapat membangkitkan semangat kami serta menjadi panutan dalam menyelesaikan tugas akhir ini, dan kami ucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Ir Suharno Rusdi, P.hD selaku kepala program studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia, yang telah membantu kami dalam segala hal termasuk administrasi untuk mencapai gelar sarjana

2. Bapak Arif Hidayat, S.T., M.T selaku sekretaris program studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia yang telah memberikan informasi-informasi terbaru sehingga kami dapat mengikutinya dengan baik.
3. Bapak Faisal R.M., Ir., M.T., P.hD selaku dosen pembimbing tugas akhir yang sudah memberikan saran kritik dan pertimbangan dalam menyusun karya tulis
4. Ibu Ajeng Yulianti Dwi Lestari, S.T., M.T selaku dosen pembimbing tugas akhir berkat kesabaran beliau kami dapat menyelesaikan tanggung jawab pendidikan tinggi dan juga sudah rela kami reportkan dalam setiap konsultasi tugas akhir.
5. Ibu Venitalitya Alethea Sari Augustia, S.T., M.Eng selaku dosen pembimbing akademik yang sudah menadampingi selama menempuh gelar sarjana empat tahun lebih dan senantiasa kami reportkan disetiap konsultasi dan apapun yang menjadi hambatan kami.
6. Terkhusus teman seperjuangan saya sekaligus sahabat saya dalam suka maupun duka yaitu Muhammad Reski Kurniawan, S.T. dengan dedikasinya senantiasa membimbing saya dan menjadi teman belajar serta diskusi dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Terkhusus sahabat-sahabat Pergerakan Mahasiswa Islam Indonesia Komisariat Wahid Hasyim Universitas Islam Indonesia, terima kasih atas support dukungan dan sumbangsi pemikiran progresif-nya.

Akhir kata semoga apa yang telah kami lakukan dapat berjalan dengan baik sebagaimana mestinya aminn.

Yogyakarta 12 April 2022

Penulis

HALAMAN MOTTO



“Dengan menyebut nama Allah SWT, aku berserah diri kepada Allah SWT,tidak ada daya dan upaya selain pertolongan Allah SWT yang maha luhur dan maha agung”

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah Rabbil'allamin

Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan kelancaran terhadap kami untuk menyusun tugas akhir ini dan teruntuk orang-orang yang kami sayangi dan

kami jadikan panutan dalam segala hal diantaranya :

Bapak M. Yusup, S.H. dan Ibuk Erik Susanti, orang tua saya yang sangat saya kagumi dan saya banggakan, tak pernah terlepas campur tangan beliau dalam segala kegiatan yang telah saya lakukan sampai saya berada di titik ini.

Siti Ema Nofianti, S.Psi. yang telah membersamai saya dari awal penyusunan naskah ini hingga menjadi naskah yang dapat di ujikan

dihadapan penguji.

Semoga dukungan dan support kalian semua dapat membawa kami pada titik kesuksesan amin.

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	iv
HALAMAN PRAKATA.....	v
HALAMAN MOTTO.....	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1.Latar Belakang Pendirian Pabrik.....	1
1.2.Penentuan Kapasitas Pabrik.....	2
1.3.Tinjauan Pustaka.....	7
1.3.1.Sistem Homogenasi.....	8
1.3.2.Sistem heterogen	9
1.4.Tinjauan Termodinamika Dan Kinetika Reaksi.....	13
1.4.1.Hukum Pertama Termodinamika.....	13
1.4.2.Perubahan Fase Pada Zat Murni.....	13
BAB II PERANCANGAN PRODUK.....	16
2.1.Spesifikasi Produk.....	16
2.2.Spesifikasi Bahan Baku Dan Bahan Pendukung.....	17

2.3.Pengendalian Kualitas.....	17
BAB III PERANCANGAN PROSES.....	20
3.1.Diagram Alir Proses dan Material.....	20
3.2.Uraian Proses.....	21
3.2.1.Tahap Penyiapan Bahan Baku.....	21
3.2.2.Tahap Reaksi.....	21
3.2.3.Tahap Pemisahan.....	22
3.2.4.Tahap Pembentukan Pelet.....	23
3.2.5.Spesifikasi Alat.....	24
3.2.6.Analisis Kebutuhan Bahan Baku.....	39
3.2.7.Analisis Kebutuhan Peralatan Proses.....	39
3.4.Neraca Massa.....	40
3.5 Neraca Panas.....	43
BAB IV PERANCANGAN PABRIK.....	45
4.1.Lokasi Pabrik.....	45
4.1.1.Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik.....	45
4.1.2.Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik.....	47
4.2.Tata Letak Pabrik (<i>Plant Layout</i>).....	49
4.2.1.Area Administrasi Dan Perkantoran.....	50
4.2.2.Area Proses Dan Ruang Kontrol.....	51
4.2.3.Area Penyimpanan Bahan Baku Dan Produk.....	51
4.2.4.Area Utilitas.....	51
4.2.5.Area Fasilitas Umum.....	51

4.2.6. Area Laboratorium.....	51
4.2.7. Area Perluasan.....	52
4.3. Tata Letak Mesin/Alat Proses (<i>Machines Layout</i>).....	53
4.4. Organisasi Perusahaan.....	57
4.4.1. Bentuk Perusahaan.....	57
4.4.2. Struktur Organisasi.....	59
4.4.3. Tugas dan Wewenang.....	62
BAB V UTILITAS.....	77
5.1. Pelayanan Teknik (<i>Utilitas</i>).....	77
5.2. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (<i>Water Treatment System</i>).....	77
5.2.1. Unit Penyediaan Air.....	77
5.2.2. Air Proses atau Air Pendingin.....	78
5.2.4. Air Umpan Boiler.....	79
5.2.5. Unit Pengelolaan Air.....	80
5.3. Unit Pembangkit Steam (<i>Steam Generation System</i>).....	86
5.4. Unit Pembangkit Listrik.....	87
5.5. Unit Penyediaan Udara Tekan.....	90
5.6. Unit Penyedia Bahan Bakar.....	90
5.7. Unit Pengolahan Limbah.....	90
BAB VI EVALUASI EKONOMI.....	93
6.1. Perhitungan Biaya.....	94
6.2. Analisa Kelayakan.....	95
6.2.1. <i>Percent Return On Investment (ROI)</i>	96

6.2.2. <i>Pay Out Time</i> (POT)	96
6.2.3. <i>Break Even Point</i> (BEP)	97
6.2.5. <i>Discounted Cash Flow Rate Of Return</i> (DCFRR)	99
6.3. Hasil Perhitungan.....	100
6.4. Resiko Pabrik Dan Hubungan Dengan Kelayakan Pabrik.....	104
BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN.....	108
7.1. Kesimpulan.....	108
7.2. SARAN.....	109
DAFTAR PUSTAKA.....	110
LAMPIRAN.....	A1

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Tabel <i>Impor</i>	2
Tabel 2.1. Tabel <i>Export</i>	3
Tabel 3.1. Kapasitas Pabrik <i>Polistiren</i>	4
Tabel 4.1. Daftar Pabrik Yang Telah Berdiri.....	5
Tabel 5.1. Produksi <i>Polistiren</i>	6
Tabel 6.1. Konsumsi <i>Polistiren</i>	6
Tabel 7.1. Pendinginan Jenis Proses.....	10
Tabel 1.2. Jenis Produk.....	16
Tabel 2.2. Spesifikasi Bahan Baku Pendukung.....	17
Tabel 1.3. Penyimpanan Produk Dan Bahan Baku.....	24
Tabel 2.3. <i>Mixer</i>	25
Tabel 3.3. Reaktor.....	26
Tabel 4.3. Centrifuge.....	26
Tabel 5.3. <i>Heat Exchanger</i>	27
Tabel 6.3. Menara Distilasi.....	28
Tabel 7.3. <i>Condensor</i>	29
Tabel 8.3. <i>Reboiler</i>	30
Tabel 9.3. <i>Cooler</i>	31
Tabel 10.3. <i>Extrude pelletizer</i>	32
Tabel 11.3. <i>Belt Conveyor</i>	33
Tabel 12.3. Pompa.....	34
Tabel 13.3. <i>Bucket Elevator</i>	36

Tabel 14.3.	<i>Screen</i>	37
Tabel 15.3.	<i>Screw Conveyor</i>	38
Tabel 16.3.	Alat Dan Mesin.....	39
Tabel 17.3.	Neraca Massa <i>Mixer</i>	40
Tabel 18.3.	Neraca Massa <i>Reaktor</i>	41
Tabel 19.3.	Neraca Massa <i>Centrifuge</i>	41
Tabel 20.3.	Neraca Massa Menara Distilasi.....	42
Tabel 21.3.	Neraca Massa <i>Extrude Pelletizer</i>	42
Tabel 22.3.	Neraca Massa <i>Screen</i>	42
Tabel 23.3.	Neraca Panas <i>Mixer</i>	43
Tabel 24.3.	Neraca Panas <i>Reaktor</i>	43
Tabel 25.3.	Neraca Panas Menara Distilasi	44
Tabel 26.3.	Neraca Panas <i>Heat Exchanger 01</i>	44
Tabel 27.3.	Neraca Panas <i>Heat Exchanger 02</i>	44
Tabel 28.3.	Neraca Panas <i>Cooler</i>	44
Tabel 1.4.	Perincian Luas Tanah Sebagai Bangunan Pabrik.....	52
Tabel 2.4.	Jadwal Kerja.....	70
Tabel 3.4.	Pengelolaan Jabatan.....	71
Tabel 4.4.	Perhitungan Ekonomi.....	72
Tabel 1.5.	Air Proses.....	84
Tabel 2.5.	Kebutuhan Air Pendingin	85
Tabel 3.5.	Kebutuhan Air.....	86
Tabel 4.5.	Pembangkit Listrik Alat.....	87

Tabel 5.5.Kebutuhan Listrik pompa.....	88
Tabel 6.5.Kebutuhan Penerangan,ac	89
Tabel 1.6.Perhitungan Ekonomi.....	100
Tabel 2.6. <i>Direct Plant Cost</i> (DPC).....	101
Tabel 3.6. <i>fixed Capital Investment</i> (FCI).....	101
Tabel 4.6. <i>Direct Manufacturing Cost</i> (DMC)	101
Tabel 5.6.Indirect Manufacturing Cost (IMC).....	101
Tabel 6.6. <i>Fixed Manufacturing Cost</i> (FMC).....	102
Tabel 7.6. <i>Manufacturing Cost</i> (MC)	102
Tabel 8.6. <i>Working Capital</i> (WC).....	102
Tabel 9.6. general expense (GE)	103
Tabel 10.6. <i>Total Production Cost</i> (TPC).....	103
Tabel 11.6. <i>Fixed Cost</i> (FA)	103
Tabel 12.6. <i>Variable Cost</i> (Va).....	104
Tabel 13.6.Regulated Cost (Ra).....	104

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1.Grafik <i>Import</i>	3
Gambar 2.1.Grafik <i>Export</i>	3
Gambar 3.1.Diagram Alir Proses Kualitatif.....	20
Gambar 3.2.Diagram Alir Proses Kuantitatif.....	20
Gambar 1.4.Lokasi Pendirian Pabrik Polistiren.....	48
Gambar 2.4.Tata Letak Pabrik	53
Gambar 3.4.Tata Letak Alat Proses Pabrik Kimia Polistiren.....	56
Gambar 5.4.Struktur Organisasi.....	76
Gambar 1.5.Diagram Alir Air Utilitas	92
Gambar 1.6.Evaluasi Ekonomi	107

ABSTRAK

Pra Rancangan pabrik kimia “polistiren dari monomer stiren dengan kapasitas 90.000 ton/tahun” merupakan pabrik produksi penghasil polistiren yang digunakan untuk bahan baku pembuatan *Styrofoam*, Finil Kaset, dan busa putih pelindung alat elektronik. Pabrik ini direncanakan akan beroperasi pada tahun 2021-2025 dengan menimbang faktor lingkungan, *supply* dan *demand* produk, serta sumber daya manusia. Pabrik yang berlokasi di Kabupaten Lebak Provinsi Banten ini, menjadi salah satu pabrik pendukung penghasil polistiren di Indonesia. Dimana bahan baku untuk membuatnya yaitu monomer stiren yang diperoleh dari Pabrik Stiren Mono Indonesia, kemudian benzoil peroksida yang diperoleh dari PT Polimer Chemical (Polichem) kemudian etilen benzen yang diperoleh dari PT Chandra Asri Petrochemical (Cap), semua pabrik tersebut menjadi *supply* dalam pembuatan produk polistiren. Dalam proses pendirian pabrik kami menghitung beberapa aspek pertimbangan diantaranya adalah, pemilihan lokasi pendirian pabrik, kalkulasi sumber daya manusia, pemilihan alat proses produksi, pembangkit utilitas, serta evaluasi ekonomi untuk dapat menjadi tinjauan terhadap standar prosedural operasi. Dalam aspek pemilihan lokasi pabrik di tentukan dengan kedekatan terhadap sumber daya, akses lalu lintas, dan dermaga untuk import export produk, kemudian dalam aspek sumber daya kami menentukan sekitar 1570 orang yang data bekerja karna kapasitas pabrik kami yaitu 90.000 ton/tahun. Dalam pemilihan alat proses yang kami gunakan adalah alat diantaranya tangki berbentuk silider, mixer berbentuk silinder dengan diameter yang sudah disesuaikan terhadap kapasitas, reactor CSTR (*Continue Stired Tank Reaktor*), Menara distilasi, centrifugal, pelletizer, dan hooper serta pompa centrifuge karna produksi kami cair-padat. Pembangkit utilitas tenaga listrik dan air yang kami gunakan diambil dari sumber air laut yang mana lokasi kami dekat dengan laut Jawa. Evaluasi ekonomi yang kami lakukan menimbang beberapa aspek diantaranya: Roi (Return On Investment), kemudian Ra, Va, Sa, Fa untuk menghitung jumlah tidak pasti terhadap perkembangan pabrik, SDP (Shut Down Point) untuk menghitung titik rugi dan pabrik harus tutup serta yang terakhir adalah BEP (Break Event Point) dimana pabrik tidak mengalami keuntungan dan kerugian,

Kata kunci : kapasitas produksi, supply dan demand, import dan export, aspek pertimbangan pendirian pabrik, polistiren bahan baku dari Styrofoam.

ABSTRACT

Pre-design of the chemical plant "polystyrene from styrene monomer with a capacity of 90,000 tons/year" is a polystyrene production plant which is used as raw material for the manufacture of Styrofoam, Finil Cassette, and white foam that protects electronic devices. This factory is planned to operate in 2021-2025 by considering environmental factors, product supply and demand, as well as human resources. The factory, which is located in Lebak Regency, Banten Province, is one of the supporting factories producing polystyrene in Indonesia. Where the raw material for making it is styrene monomer obtained from the Styrene Mono Indonesia Factory, then benzoyl peroxide obtained from PT Polimer Chemical (Polichem) then ethylene benzene obtained from PT Chandra Asri Petrochemical (Cap), all of these factories become suppliers in the manufacture of products. polystyrene. In the process of establishing a factory, we consider several aspects including the location of the factory establishment, calculation of human resources, selection of production process equipment, utility generation, and economic evaluation to apply procedural operating standards. In the aspect of selecting the factory location, it is determined by proximity to resources, access to traffic, and the wharf to import export products, then in the aspect of resources we determine around 1570 people who work because our factory capacity is 90,000 tons/year. In selecting the process equipment we use, the tools include a cylindrical shaped mixer, a cylindrical mixer with a diameter that has been adjusted to capacity, a CSTR (Continue Stired Tank Reactor) reactor, a distillation tower, a centrifugal, pelletizer, and hooper and a centrifuge pump because our production is liquid - congested. The burning of electric power and water utilities that we use is taken from seawater sources, which are close to the Java Sea. The economic evaluation that we carried out took into account several aspects, including: Roi (Return On Investment), then Ra, Va, Sa, Fa to calculate the uncertain amount for the development of the factory, SDP (Shut Down Point) to calculate the deposit loss and the factory must be closed and the the last is BEP (Break Event Point) where the factory does not experience profits and losses,

Keywords: production capacity, supply and demand, import and export, aspects of factory establishment considerations, polisyrene raw material from Styrofoam,

BAB I

PENDAHULUAN

1.1.Latar Belakang Pendirian Pabrik

Seiring dengan perkembangan zaman pertumbuhan pabrik kimia di dunia sangatlah pesat setiap negara berlomba-lomba dalam mengembangkan instrumen kimia pada produk yang dihasilkan, semua ini berbading lurus dengan tingkat permintaan pasar. Dari sekian banyak produk yang dihasilkan oleh pabrik industri rata-rata sangat bersentuhan dengan produk plastik yang mana bahan bakunya menggunakan polimer.

Bahkan barang-barang disekitar kita banyak didominasi oleh plastik, tentu ini menjadi bagian dari permintaan pasar. Selain itu bahan plastik cenderung lebih mudah dalam proses pembuatannya dan juga biaya yang dikeluarkan tidak begitu besar. Dalam konteks bahan baku plastik yang sering dikenal dengan polimer tentu jenisnya sangat variatif salah satu yang kami soroti adalah bahan baku pembuatan *styrofoam*, pelapis kawat dan kabel, resin, peralatan rumah tangga dari plastik botol, yaitu polistirena.

Polistirena merupakan stirena monomer, yaitu sebuah hidrokarbon cair dibuat secara komersial dari minyak bumi. Dalam istilah kimia polistirena dinamakan IUPAC *Poly 1-phenylethene-1,2-diyl* dengan produksi secara komersial yang sebelumnya bernama homopolimer stirena yang dikenal juga sebagai polistirena kristal, bahkan ada penyebutan lain untuk polistirena yaitu *Generale Purpose Polystyrene* (GPPS) kekuatan tahan panas yang dimiliki sangat optimal dibandingkan dengan bahan polimer termoplastik atau bahkan bahan PVC *polivinil*

klorida. Saat ini bahan baku polistirena banyak dikembangkan dalam industri kimia bukan hanya *output* dalam bentuk produknya saja tetapi juga polistirena hasil sublimasi dengan karet yaitu *High Impact Polystyrene* HIPS sifatnya yang tembus cahaya lebih keras dan tergolong mudah dalam proses pembuatannya dibandingkan polimer lainnya.

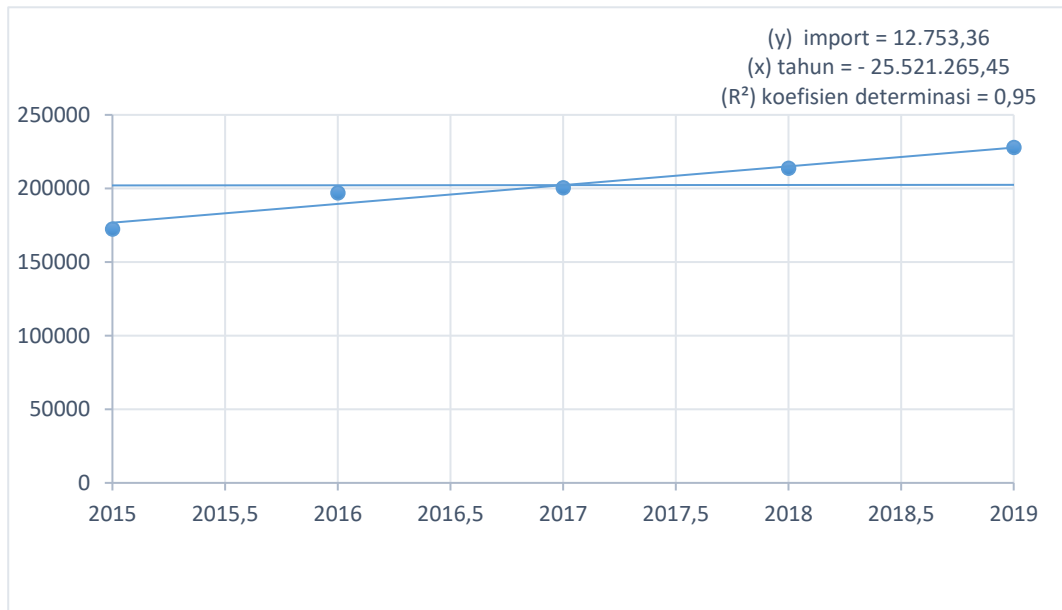
Dalam penggunaan ditinjau dari aspek komersial produk polistirena sangatlah berguna untuk bahan baku *Styrofoam*, casing kaset, dan bahan busa putih untuk melapisi alat elektronik yang dijual dipasaran. Variable dalam pembuatan pabrik ini kami ambil dari konsumsi sampah plastik yang ada di Indonesia dilansir dari Kementerian Lingkungan Hidup pada tahun 2020 bahwa konsumsi sampah plastik rata-rata sampai dengan 36.000.000 ton/tahun (Kementerian Lingkungan Hidup 2020). Sedangkan proses penanganan limbah plastik tersebut masi sangat jarang di Indonesia dibandingkan dengan konsumsinya, sehingga variable ini yang kami ambil untuk pembuatan pabrik Polistiren yang akan beroperasi pada tahun 2021 dengan meninjau angka oprasi sementara selama 5 tahun kedepan yaitu sampai dengan tahun 2025.

1.2. Penentuan Kapasitas Pabrik

Kapasitas pendirian pabrik polistirena mempertimbangkan aspek sebagai berikut :

Tabel 1.1 tabel *import*

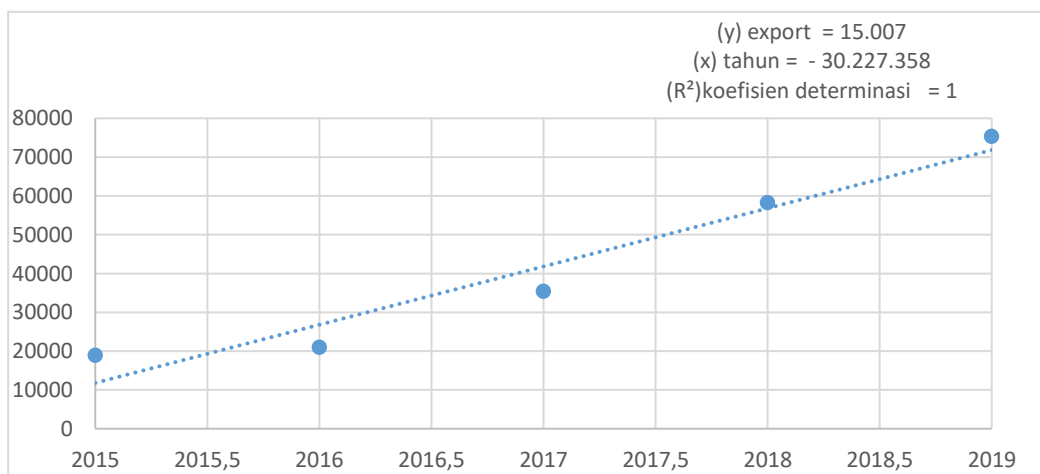
Tahun	Kg/Tahun	Ton/ Tahun
2015	172.458.146	172458,146
2016	196.888.091	196888,091
2017	200.430.873	200430,873
2018	213.730.562	213730,562
2019	227.803.712	227803,712



Gambar 1.1 grafik *import*

Tabel 2.1 tabel *export*

Tahun	Kg/Tahun	Ton/ Tahun
2015	18.955.343	18955,343
2016	21.020.978	21020,978
2017	35.417.819	35417,819
2018	58.276.503	58276,503
2019	75.362.693	75362,693



Gambar 2.1 grafik *export*

Variable dalam menentukan kapasitas pabrik yaitu dengan menghitung kebutuhan polistiren di Indonesia jika dianalisa menggunakan metode kualitatif dan berdasarkan sumber-sumber yang dicantumkan prediksi pada tahun 2021 akan mengalami peningkatan terhitung sejak tahun 2015 hal ini dapat dilihat pada tabel 1.1 dengan data kebutuhan plastik dan polimer di Indonesia (340 Kta/340.000 Ton/Tahun) PT *Styrindo Mono* Indonesia (SMI) berdiri sejak 1993 di Kabupaten Serang Provinsi Banten. Kalkulasi dengan data yang ingin dihasilkan yaitu X = 2025 (untuk data yang ingin di peroleh).

Total produksi polistiren di Indonesia adalah : 80500 Ton/Tahun dengan total konsumsi plastik di Indonesia yaitu 36.000 ton/tahun perhitungan yang dilakukan adalah dengan menggunakan data asumsi sebesar 10 % sumber data yang diperoleh yaitu sistem informasi pengelolaan sampah nasional dibawah Kementerian Lingkungan Hidup pada Tahun 2020 (Kementrian Lingkungan Hidup 2020)

Tabel 3.1 kapasitas pabrik *polistiren*

Peluang	Demand – supply
Demand	Eksport + konsumsi
Supply	Import + produksi
Demand	728.054
Supply	384.788,75
Peluang	343.265,25
Kapasitas	85816,3125 ton / tahun
Total kapasitas pabrik	90.000 Ton/Tahun

Ada beberapa pabrik polistiren yang telah berdiri di lingkup Internasional yang dimana bahan tersebut sangat mencukupi untuk memenuhi kebutuhan negara-negara yang membutuhkan bahan polistiren untuk kebutuhan produksi, termasuk negara Indonesia dikarenakan masih sedikit sekali pabrik yang didirikan serta

kebutuhan akan produksi polistiren di Indonesia terbilang cukup tinggi pada tiap tahun nya hingga saat ini tercatat beberapa pabrik polistiren yang telah berdiri diantaranya tercantum pada tabel di bawah ini

Tabel 4.1 daftar pabrik yang telah berdiri

No.	Perusahaan	Lokasi	Kapasitas(Ton/Tahun)
1	American Polymer	USA	48.081
2	Chevron	USA	21.724
3	Dow Chemical	USA	171.458
4	Huntsman Chemical	USA	181.437
5	BASF	China	572.000
6	NOVA chemical	China	413.000
7	BP	China	150.000
8	Eni Chemical	China	126.000
9	Taiwan Heqiao	China	448.000
10	Royal Chemical	Indonesia	21.500
11	Polychem	Indonesia	29.000
12	Pasific Indomas Plactic Indo	Indonesia	30.000

Kapasitas perancangan pabrik polistiren merupakan tahapan-tahapan untuk menentukan kapasitas produksi dengan mempertimbangkan beberapa perhitungan yaitu data *import* produk polistiren dengan bahan baku monomer stiren maupun bahan baku etilen benzene baik secara polimerisasi maupun non polimerisasi. Data *export* polistiren untuk mendukung perhitungan sebelumnya jika menggunakan data *import* maka harus menggunakan data *export* kebutuhan polistiren Indonesia atau dengan menggunakan data konsumsi polistiren serta pabrik yang memproduksi polistiren di Indonesia.

Berdasarkan data dari sistem informasi pengolahan sampah Nasional di bawah Kementerian Lingkungan Hidup (SIPSN MENLHK) untuk data *import* dan *export* tahun 2015 hingga tahun 2019 mengalami kenaikan yang dapat ditunjukkan pada gambar 1.1. Dikarenakan proyeksi yang akan dilakukan pada proses operasi pabrik sampai dengan Tahun 2025 maka metode selanjutnya yang dilakukan adalah

dengan “*Solution Polimerization*”. *Solution Polimerization* dimana polimer dilakukan tahapan proses pelarutan yang sesuai dengan metode yang digunakan. Tujuan ditambahkan nya pelarut agar dapat mengurangi kadar kental pada produk yang akan dibuat yaitu polistiren dan dapat melepaskan panas atau reaksi *eksotermis* dengan beberapa pertimbangan maka ditemukan pelarut yang sesuai untuk mengurangi kadar kekentalan pada polistiren yaitu menggunakan *etilen benzen*.

Tabel 5.1 produksi *polistiren*

Produksi	2025
Polistiren	80500

Tabel 6.1 konsumsi *polistiren*

Konsumsi	2025
Polistiren	566237

Data pada tabel 1.5 dan 1.6 menunjukkan produksi polistiren pada tahun 2025 dan konsumsi polistiren pada tahun 2025, sehingga pertimbangan tersebut menjadi acuan kami untuk menentukan kapasitas pabrik total yaitu 90.000 Ton/Tahun. Semua *variable* yang ditentuka sudah kami sesuaikan dengan metode kerja pabrik polistiren yang dimana bahan baku,katalisator serta pelarut kami beli dari beberapa pabrik diantaranya bahan baku monomerstiren kami dapatkan dari PT Stiren Mono Indonesia (SMI), kemudian untuk benzoil peroksida kami peroleh dari PT Polimer *Chemical* (Polichem), sedangkan untuk etilen benzen kami peroleh dari PT Chandra Asri *Petrochemical* (CAP) semua pabrik untuk supply bahan baku terletak di Provinsi Banten sehingga untuk akses lalu lintas sangat memudahkan

untuk pabrik yang kami dirikan, selain dari bahan baku yang kami peroleh *variable* yang kami tentukan juga adalah kapasitas dari *supply* pabrik produksi yang beroperasi di kisaran kurang dari kapasitas pabrik yang akan kami dirikan yaitu,

PT *Royal Chemical* sebesar 21.500 Ton/Tahun, PT. *Polychem* sebesar 29.000 ton/jam dan PT. *Pacific Indomas Plastic* Indonesia sebesar 30.000 ton/tahun. Pada perhitungan kapasitas yang sudah dilakukan selanjutnya melakukan perhitungan *Supply* dan *Demand* untuk data produksi dan data konsumsi polistiren di Indonesia

Berdasarkan perhitungan yang sudah dilakukan untuk menentukan kapasitas pabrik polistiren yang akan di dirikan maka dapat diperoleh total kapasitas pabrik yang akan ber operasi sampai tahun 2025 sebesar 85252,9525 Ton/Tahun atau jika di sederhanakan sebesar 90.000 Ton/Tahun.

1.3.Tinjauan Pustaka

Polimer merupakan jenis molekul yang berukuran besar (*makromolekul*) dimana bentuk dari polimer adalah susunan ulang yang terikat melalui ikatan kimia disebut polimer dengan penjelasan secara istilah adalah (Poly = banyak, Mer = bagian) penjelasan dari istilah tersebut adalah sebuah polimer akan terbentuk bila seratus atau seribu unit molekul yang kecil (*monomer*) saling berkaitan dalam suatu rantai. Jenis- jenis monomer yang paling berkaitan membentuk suatu polimer terkadang sama atau berbeda. Maka dapat disimpulkan sifat polimer dan monomer sangat berbeda dari gugus rantai yang menyusun nya (Sari, 2018).

Polimer merupakan senyawa yang tersusun dari molekul yang sangat besar dimana bentuk dari polimer adalah merupakan penggabungan antara molekul-

molekul yang disebut sebagai monomer dengan jenis yang sama ataupun jenis yang *variatif*. Dalam contoh polimer merupakan sebuah rantai – rantai yang mengandung atom dengan ikatan kovalen yang dapat dibentuk melalui tahapan proses polimerisasi. Molekul monomer bereaksi bersama- sama dalam proses kimiawi untuk membentuk rantai secara linier atau dapat disebut sebagai jaringan jaringan tiga dimensi. Penjelasan dari polimer yang didefinisikan sebagai makromolekul dibangun dengan proses pengulangan kesatuan kimia kimiawi yang kecil dan sederhana serta dapat disetarakan dengan monomer sebagai bahan pembuat polimer (Carey, 2014)

Menurut Billmeyer (1984), secara teoritis terdapat 2 metode untuk memproduksi polimer yaitu :

1.3.1. Sistem Homogenasi

Sistem homogen adalah reaksi dimana semua fasa senyawa yang bereaksi sama atau satu fasa

a. Bulk polymerization

Bulk Polymerization atau dinamakan juga sebagai polimerisasi massa jika di terjemahkan penjelasannya adalah proses ini merupakan proses yang paling sederhana. Konsep yang digunakan adalah menambahkan monomer murni yang tidak menggunakan pelarut, konsepsi yang dihasilkan adalah polistiren akan mengalami pelarutan dalam stiren monomer. Hal demikian ini mengakibatkan tingkat kekentalan larutan menjadi meningkat dengan bertambahnya konveksi yang menghasilkan reaksi.

b. Solution polymerization

Monomer dilarutkan dengan pelarut yang cocok yaitu berupa larutan etilen benzen dan benzoil peroksida, tujuan ditambahkan nya pelarut untuk mengurangi tingkat kekentalan serta melepaskan panas atau *eksotermis* karna sifat dari polistiren yang cair akan sangat memudahkan dalam proses pembuatan nya jika dengan metode *solustion polymerization*

1.3.2. Sistem heterogen

Sistem heterogen adalah sistem kimia dengan zat-zat yang berada dalam keadaan setimbang mempunyai wujud zat yang berbeda (dua fasa atau lebih).

a. *Suspension polymerization*

Merupakan proses polimerisasi menggunakan proses polimerisasi dengan reaksi monomer yang mengandung inisiator yang terlarut disebarkan dalam sebagai tetesan *suspension agent* (biasanya air). Hal ini dilakukan dengan pengadukan yang cepat dan merata secara sederhana proses pelomerisasi terjadi pada tetesan- tetesan tersebut setiap tetesan mengalami polimerisasi massa secara efektif. Tetesan – tetesan tersebut dijaga secara tetp berpisah dengan cairan dengan cara menambahkan zat pembantu seperti polivinil alcohol dan metal solulosa.

b. *Emultion polymerization*

Emultion polymerization hampir sama dengan *suspension polymerization* terdapat penambahan *emultion agent* (surfaktan/sabun). Butiran atau gelembung monomer dalam cairan yang berukuran mikro. *Emultion agent* (sabun) akan membentuk agerat molekul yang disebut sebagai *misel*. Fungsi dari misel adalah digunakan untuk melarutkan monomer dengan cara mengambil monomer kebagian dalam *misel* dengan konsep pelarutan yang digunakan secara spesifik dengan inisitor,

dapat diartikan bahwa inisiator ini difungsikan untuk memicu terjadinya polimerisasi yang terjadi di dalam *misel*. Hasil polimerisasi dapat digambarkan seperti bentukan emulsi dengan butiran satu *micron*.

Tabel 7.1 pendinginan jenis proses

Jenis jenis produksi polystyrene	Kelebihan	Kekurangan
Bulk polymerization	Kandungan residu monomer rendah Kemurnian produk tinggi Penanganan material mudah	Sangat eksotermis Viskositas tinggi Sulit dalam menghilangkan panas polimerisasi waktu pengerjaan lama
Solution polymerization	Mudah dalam penghilangan panas polimerisasi Viskositasnya rendah Pengontrolan suhu lebih mudah Kemurnian produk tinggi	Dibutuhkan proses lebih lanjut untuk memisahkan polimer dan pelarutnya Massa molekul rendah
Emulsion polymerization	Prosesnya cepat tidak ada kesulitan dengan panas polimerisasi Dapat diterapkan secara kontinyu	Prosesnya rumit Dimungkinkan terjadinya kontaminasi polimer dengan air dan agen pengemulsi
Suspension polymerization	Tidak ada kesulitan dengan panas polimerisasi Polimer berbentuk butiran sehingga mudah disimpan	Memerlukan ketelitian tinggi Prosesnya rumit Memerlukan unit pengering dan pencucian dalam proses produksi

Perancangan pabrik kimia “Polistiren dari Monomerstiren” yang akan di didirikan bertempat di lokasi Provinsi banten, dalam proses reaksi polimerisasi menggunakan *solution polymerization* , Disamping memiliki kelebihan yang sudah dijelaskan di atas, pemilihan polimerisasi larutan juga dikarenakan proses tersebut menggunakan fase yang homogen. Sedangkan suspensi dan emulsi polimerisasi keduanya menggunakan fase yang heterogen, sehingga dari sisi

ekonomi dan proses dinilai kurang efisien. Kekurangan dari suspensi dan emulsi lainnya adalah kapasitasnya yang relatif kecil dan sulit untuk digunakan dalam skala industri. Adapun polimerisasi bulk, proses tersebut tidak dipilih dikarenakan memiliki kekentalan yang cukup tinggi, sehingga dapat mengurangi efisiensi panas. Terlebih, kekentalan tersebut juga dapat mempercepat kerusakan pada alat, khususnya yang menggunakan pengaduk, sehingga dari sisi ekonomi menjadi kurang efisien. Maka itu, dipilahlah polimerisasi larutan yang menggunakan pelarut etil benzena dan inisiator benzoil peroksida, guna mengatasi kekurangan-kekurangan yang terdapat pada polimerisasi bulk.

Proses pembuatan polistiren dengan menggunakan proses reaksi polimerisasi, dengan penjelasan singkatnya adalah polimerisasi monomer stiren merupakan reaksi adisi (*chain-reaction polymerization*) dengan pembagian reaksi yang terdiri dari 3 (tiga) tahapan (Brandrup, 1975)

a. *Initiation* (pemicuan)

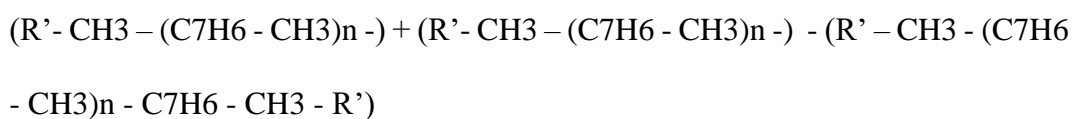
Proses inisiasi adalah proses pembentukan radikal bebas dari inisiator. Biasanya inisiator yang digunakan adalah benzoil peroksida. Proses ini dapat dilakukan dengan cara pemanasan monomer dan penambahan inisiator yang akan membentuk radikal bebas ketika dipanaskan atau diradiasi. Bila kita nyatakan radikal bebas yang terbentuk dari inisiator sebagai R', dan molekul stirena monomer dinyatakan dengan $C_7H_6=CH_2$, maka tahap inisiasi menjadi : $(R') + (C_7H_6 = CH_2) \rightarrow (C_7H_6 - CH_2 - R')$ R' diartikan sebagai inisiator

b. *Propagation* (perambatan)

Pada tahap ini, terjadi reaksi adisi molekul monomer pada radikal monomer yang terbentuk pada tahap inisiasi. Bila proses dilanjutkan, maka akan terbentuk molekul polimer yang besar, dimana ikatan rangkap C=C dalam stirena monomer akan berubah menjadi ikatan tunggal C-C. $(C_7H_6=CH_2) + (C_7H_6=CH_2 - R') - (C_7H_6-CH_2)_n - C_7H_6-CH_2 - R'$

c. Termination (*terminasi*)

Pada tahap ini, terjadi reaksi antara radikal polimer yang sedang tumbuh dengan radikal mula-mula yang terbentuk dari inisiator, yaitu $C_7H_6 = CH_2 - R'$ atau antara radikal polimer yang sedang tumbuh dengan radikal polimer lainnya, yaitu $- C_7H_6 - CH_2 - C_7H_6 - CH_2 - R'$ sehingga akan membentuk polimer dengan berat molekul tinggi :



Berdasarkan sifat dan kegunaannya, polistiren dapat di klasifikasikan menjadi 3 macam

a. General purpose polystyrene (GPPS)

Memiliki bentuk dan sifat yang keras tidak berwarna serta tahan terhadap cuaca. Polistiren ini biasanya digunakan sebagai insulation, pembungkus material, *casing* CD dan clear jewel box (CJB).

b. *Hight impact polystyrene* (HIPS)

Memiliki sifat yang mudah dibentuk dan gampang di cetak, polistiren ini biasanya digunakan sebagai pembungkus *thermoformed food* dan *non food* sebagai bahan pembuatan piring dan gelas.

c. *Expanded polystyrene* (EPS)

Memiliki sifat yang kaku yang biasanya digunakan sebagai *fish box*, *insulation panels*, dan pembungkus barang-barang elektronik.

1.4 Tinjauan Termodinamika Dan Kinetika Reaksi

Didalam aspek *industry* manufactur, tinjauan termodinamika sangat penting untuk menjadi acuan dalam menjalankan alat *industry* beserta variable perhitungannya. Penggunaan tinjauan termodinamika sangat berdampak pada penggunaan alat-alat *industry*, bersifat cair ataupun gas. Dalam hal ini tinjauan termodinamika dipakai dalam aspek alat yang menghasilkan konversi energi yang bersifat stati dan mekanis, pengkonversian energi yang terjadi dalam tiap tahapan proses menjadi penentu untuk menjalankan *system* oprasi pada suatu pabrik *industry*. (Reynlods dan Parkins, 1977)

1.4.1. Hukum Pertama Termodinamika

Hukum pertama termodinamika sering disebut dengan hukum kekekalan *energy*, teori yang di utarakan bahwa *energy* yang terjadi bersifat lestari *energy* tidak dapat diciptakan dan dimusnahkan. Dalam hal yang dimaksudkan rumus yang dapat digunakan untuk menghitung dengan $\Delta(\text{energy system}) + \Delta(\text{energy sekeliling}) = 0$. *Energy* total yang termaksud dalam rumus tersebut adalah sifat dan satuannya konstan, adanya perubahan panas untuk menjalankan suatu alat *industry*.

1.4.2. Perubahan Fase Pada Zat Murni

Perubahan pada liquid dalam keadaan campuran air dan uap, dapat dicontohkan dengan beberapa alat proses yang digunakan dalam perancangan pabrik polistiren yaitu, *condenser*, *reboiler*, Menara distilasi, *mixer*, *heat exchanger*, dan *reactor*.

Kemudian dalam penerapannya akan dijelaskan tentang perubahan fase pada zat cair murni, contohnya air.

a. Cair tekan (*Compressed Liquid*)

Dalam penggunaan alat proses seperti *condenser*, *reboiler*, Menara distilasi, *mixer*, *heat exchanger*, dan *reactor*. Yang terjadi adalah air dalam kondisi seperti ini temperature saturasi masih dibawah tekanan 1 atm. Kemudian kalor mulai ditambahkan didalam air sehingga terjadi kenaikan temperature pada setiap keluaran dari alat proses tersebut. Sehingga reaksi yang dihasilkan bersifat dinamis walaupun terjadi perubahan suhu dan tekanan (*Cengel dan Boles.1994*).

b. Cair jenuh (*Saturation Liquid*)

Dengan terjadinya reaksi pada alat proses maka jumlah kalor yang dimasukan bersifat melepas panas yaitu *eksotermis*. Dalam titik air masih dalam fase cair, tetapi terdapat penambahan kalor maka bagian dari air tersebut akan berubah menjadi uap. Kondisi ini disebut dengan cair jenuh (*saturation liquid*) (*Cengel dan Boles.1994*).

c. Campuran Air-Uap (*Liquid-Vapor Mixture*)

Saat pendidihan berlangsung, tidak terjadi kenaikan temperature cairan seluruhnya berubah menjadi uap. Sehingga yang terjadi adalah temperature akan tetap konstan selama proses perubahan fase jika temperature juga dijaga konstan, pada moment ini volume didalam Menara distilasi meningkat karena perubahan fase yang terjadi, volume spesifik uap lebih besar daripada cairan. Sehingga menyebabkan uap terdorong keatas. (*Yunus A, Cengel dan Michael A, Boles,1994*)

d. Uap Jenuh (*Saturated Vapor*)

Yang terjadi pada proses ini adalah jika uap terus ditambahkan, maka proses penguapan pada Menara distilasi akan terus berlangsung sampai berubah menjadi cairan lagi lalu di salurkan menuju proses selanjutnya, dan apabila terjadi pengurangan kalor maka akan menyebabkan uap terkondensi (*Cengel dan Boles,1994*).

e. Uap Panas Lanjut (*Superheated Vapor*)

Setelah setiap tahapan terjadi pada Menara distilasi, condenser, reboiler, heat exchanger, hasil proses penguapan akan menjadi produk lanjutan dan yang tidak terkualifikasi didalam reoiler maka akan masuk menjadi produk limbah yang selanjutnya akan diolah di unit limbah. (Yunus A, Cengel dan Michael A, Boles,1994)

BAB II

PERANCANGAN PRODUK

2.1. Spesifikasi Produk

Tabel 1.2 jenis produk

Spesifikasi	Bahan
	<i>General purpose Polystyrene (GPPS)</i>
Fase (30 °C , 1 atm)	Padat
Rumus Molekul	(C ₈ H ₈) _n
Berat Molekul rata-rata, g/mol	140,589
Kenampakan	Pallet dengan diameter 1/8 in
Spesific gravity	
Auto ignition temperature, °C	427
Titik Leleh, °C	80
Kelarutan dalam air	Tidak larut dalam air, larut dalam alcohol
Komposisi (% wt)	> 98

Dapat dilihat dalam tabel 2.1 jenis produk. Spesifikasi polistiren jenis *General purpose polystyrene (GPPSS)* diketahui fase 30 C dengan tekanan 1 atm yang menandakan bahwa jenis ini masuk dalam kategori jenis produk hasil nya sempurna. Spesifikasi produk polistiren yang baik akan sangat berpengaruh dengan produk-produk hasil yang merupakan bahan baku nya polistren contohnya seperti *styroafom*. Produk ini biasa digunakan untuk pelais alat-alat elektronik yang di kemas didalam kardus fungsinya adalah menghambat laju tekanan barang elektronik yang di tumpuk diatasnya sehingga tidak mudah pecah karna dilapisi oleh *styroafom* tersebut.

2.2. Spesifikasi Bahan Baku dan Bahan Pendukung

Tabel 2.2 spesifikasi bahan baku pendukung

Spesifikasi	Bahan Baku		
	Monomer Stiren	Benzoil Peroksida	Etil Benzen
Fase,(30°C, 1 atm)	Cair	Padat	Cair
Rumus Molekul	C ₈ H ₈	(C ₆ H ₅ CO) ₂ O ₂	C ₈ H ₁₀
Berat Molekul (g/mol)	104,14	242,23	106,16
Kenampakan	Cair tidak berwarna	Kristal berwarna putih	cairan tidak berwarna
Spesific gravity	0,906	1,33	0,867
Titik didih (°C)	145,2		136
Titik Leleh (°C)	-30,6	104,5	-94,9
Flash Point (°C)	31,1 (<i>closed cup</i>)		15
Auto ignition temperature (°C)	490		432
Flammability limit (%)	1,1 – 6,1		0,8-7
Suhu kritis (°C)	369		343,05
Tekanan kritis (Mpa)	3,81	9,1	3,701
Kelarutan dalam air	0,24g/l (pada suhu 20°C)		
Kemurnian (%)	min 99,7	99	99,7

2.3. Pengendalian Kualitas

Didalam dunia industri banyak sekali metode untuk meningkatkan baku mutu kualitas dalam setiap produk yang dihasilkan. Salah satu diantaranya adalah pengendalian kualitas yang merupakan metode dan teknik pengelolaan suatu pabrik

untuk mengetahui kualitas produk yang dihasilkan berdasarkan parameter dan uji kelayakan pada produk. Tentu jika suatu perusahaan menggunakan teknik pengendalian kualitas akan memiliki beberapa keuntungan yang dapat digunakan sebagai tolak ukur optimalisasi bahan baku menjadi produk. Diantara keuntungan tersebut adalah dapat meningkatkan kualitas produk dengan hasil maksimal, mengurangi produk yang tidak lolos uji *quality control* untuk menghemat biaya dalam proses pengolahan, meningkatkan *profit* bagi pabrik.

Dari semua parameter yang di sebutkan untuk menghasilkan produk yang berkualitas ada beberapa hal yang perlu disiapkan yaitu persiapan bahan baku, proses pembuatan atau pengolahan bahan baku menjadi produk serta pemasaran produk yang tentu semua ini menjadi bagian penting yang perlu dipertimbangkan terkhusus untuk pabrik yang akan di dirikan ini, bentuk pengasan yang ketat dan kemampuan alat serta sumber daya manusia yang mempuni akan melahirkan kualitas produk yang dapat dijamin untuk memenuhi konsumen pasaran. Alat yang digunakan pada proses pengendalian kualitas produk ini adalah, *control room* dimana terdapat *controller* yaitu sebuah alat yang tersambung oleh sensor yang mana sistem pengendalian nya secara otomatis dimana penjelasan alat tersebut ialah ;

a. *Level Controller*

Merupakan alat yang dipasang untuk mengatur aliran, baik aliran masuk maupun aliran keluar dalam proses, yang dipasang pada dinding tangki sebagai pengendalian volume cairan / *vessel*.

b. *Flow Rate Controller*

Merupakan alat yang dipasang untuk mengatur aliran, baik itu aliran masuk maupun aliran keluar proses.

c. *Temperature Controller*

Memiliki *set point* secara sederhana dijelaskan adalah untuk mengatur batasan terhadap nilai suhu, ketika hasilnya secara *actual* yang diukur melebihi *set point* maka output atau batasan nilai terhadap produk yang dihasilkan akan bekerja secara maksimal.

d. *Level indicator*

Merupakan alat indikator untuk mengetahui tinggi cairan dalam suatu alat sehingga tidak melebihi batas maksimum yang diizinkan.

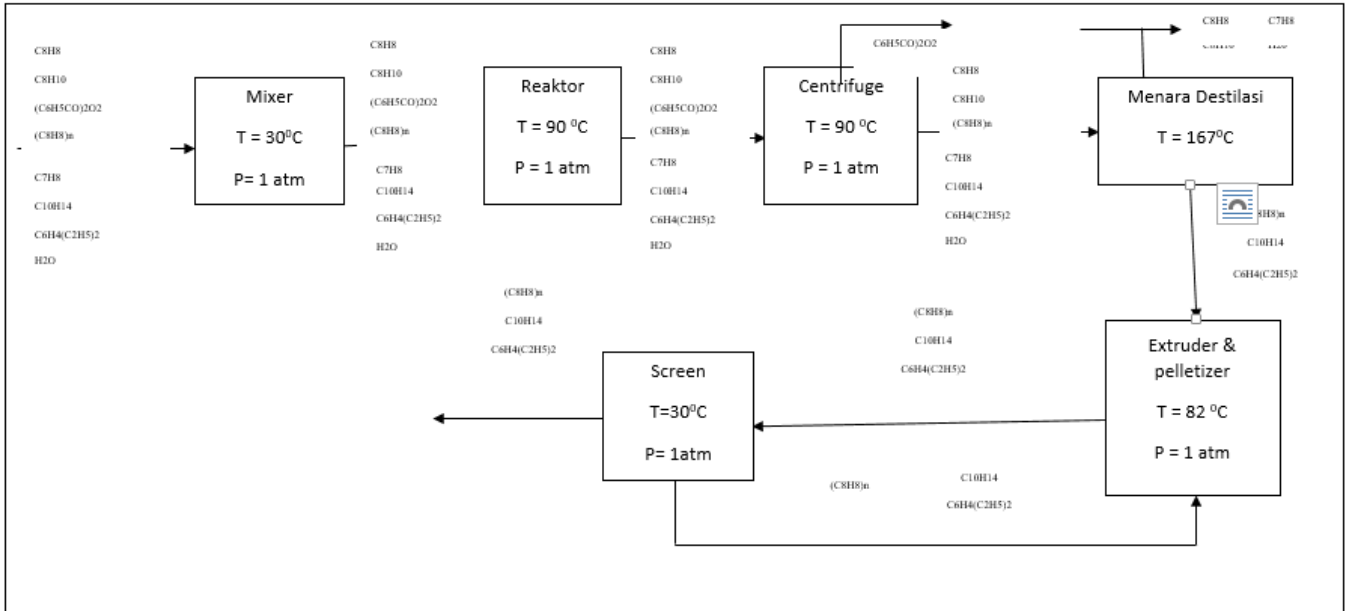
e. *Weight controller*

Merupakan alat control untuk mengatur berat umpan keluaran dari suatu alat agar tidak melebihi batas maksimum alat tersebut.

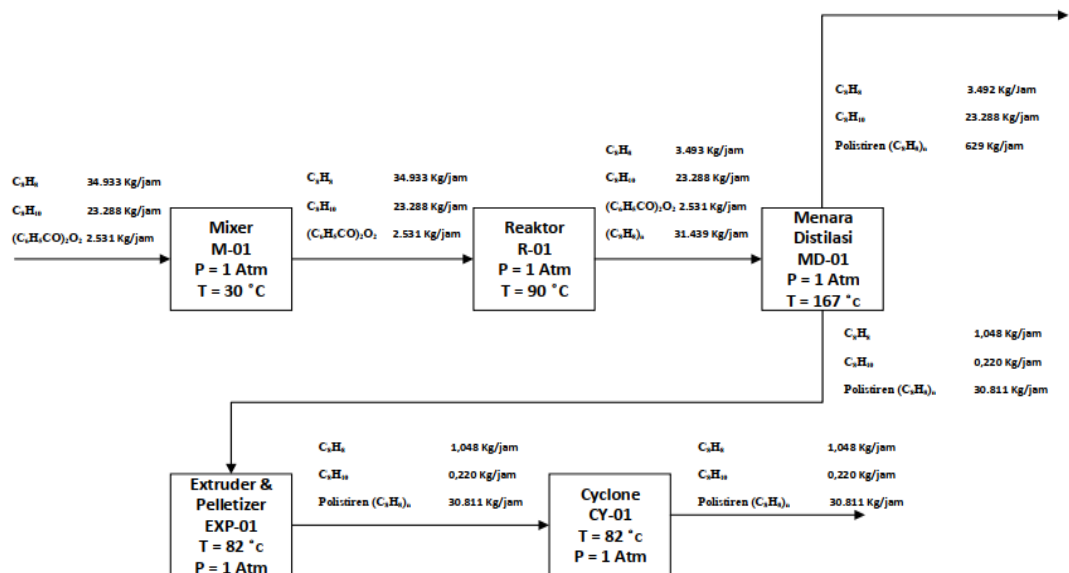
BAB III

PERANCANGAN PROSES

3.1 Diagram Alir Proses dan Material



Gambar 1.3 diagram alir proses kualitatif



Gambar 2.3 diagram alir proses kuantitatif

3.2 Uraian Proses

Proses pembuatan polistiren dari monomer stiren dilakukan dengan proses berkelanjutan. Produksi polistiren dilakukan melalui beberapa unit proses :

- a. Tahap penyiapan bahan baku
- b. Tahap reaksi
- c. Tahap pemisahan
- d. Tahap pembentukan pelet

3.2.1. Tahap penyiapan bahan baku

Proses pembuatan polistiren dilakukan dengan menggunakan *solution polymerization*. Monomer stiren sebagai bahan baku disimpan dalam tangki penyimpanan (TP-01) pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm, sedangkan etil benzen sebagai pelarut disimpan pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm di tangki penyimpanan (TP-02). Monomer stiren dialirkan menggunakan pompa (P-01) ke dalam *mixer* (M-01). Etil benzene dialirkan menggunakan pompa (P-02) ke dalam *mixer* (M-01).

Inisiator benzoil peroksida disimpan dalam gudang penyimpanan (G-01) pada suhu ruang. Inisiator benzoil peroksida dialirkan dari gudang (G-01) menuju hopper (H-01) menggunakan *belt conveyor* (BC-01) dan kemudian diumpankan dan *bucket elevator* (BE-01) untuk dialirkan ke *mixer* (M-01). Inisiator benzoil peroksida dilarutkan ke dalam etil benzen dan monomer stiren pada *mixer* (M-01).

3.2.2. Tahap reaksi

Semua bahan baku yang sudah disiapkan dimasukan ke dalam reaktor alir tangki berpengaduk (R-01). Reaksi polimerisasi dijalankan pada fase cair dan suhu reaksi dijaga tetap pada suhu 90°C (isotermal) agar produk polistiren yang terbentuk

mempunyai distribusi berat molekul yang sempit. Reaksi polimerisasi bersifat eksotermis (melepaskan panas), sehingga diperlukan pendingin untuk menjaga suhu reaksi tetap pada 90°C (isotermal). Hal ini dilakukan supaya konstanta laju reaksi tidak berubah, sehingga polistiren yang akan terbentuk memiliki distribusi berat molekul yang sempit. Pendingin yang digunakan adalah *cooling coil* dengan air sebagai fluida pendingin.

3.2.3. Tahap pemisahan

Produk yang keluar dari reaktor (90°C, 1 atm, cair) menggunakan pompa (P-04) kemudian diperlukan centrifuge (CF-01) untuk memisahkan inisiator benzoil peroksida dari larutan. Setelah itu dipanaskan dengan *heat exchanger* (HE-02) dengan *steam* sebagai media pemanas hingga suhu larutan mencapai 167 °C. Hasil keluaran *heat exchanger* (HE-02) dialirkan ke Menara Distilasi (MD-01) yang berfungsi untuk memurnikan produk polistiren berdasarkan perbedaan titik didih agar keluaran produk lebih murni. Hasil atas menara distilasi berupa uap monomer stiren, etil benzen dan polistiren dengan tekanan 1,1 atm diembunkan dalam condenser (CD-01) lalu hasil pengembunan tersebut diumpankan ke Unit Pengolahan Limbah (UPL). Hasil bawah Menara Distilasi (MD-01) diumpankan menuju reboiler (RB-01). Hal ini dilakukan untuk memisahkan lelehan polistiren dari stiren monomer dan etil benzen yang tidak bereaksi sehingga dihasilkan keluaran lelehan polistiren murni. Hasil keluaran produk diumpankan menggunakan pompa (P-05) Setelah itu didinginkan dengan menggunakan cooler (CL-01) dengan media pendingin air untuk menurunkan suhu dari 185,64°C menjadi 82 °C.

3.2.4. Tahap pembentukan pelet

Lelehan polistiren yang keluar dari cooler (CL-01) dialirkan ke ekstruder dan pelletizer (EP-01) dengan tujuan untuk membentuk lelehan polistiren menjadi polistiren berbentuk pellet. Polistiren pellet dialirkan menggunakan belt conveyor (BC-02) dan diumpankan melalui *bucket elevator* (BE-02) menuju Screen (H-01). Setelah itu, polistiren dipisahkan. Polistiren yang tidak sesuai akan masuk kembali ke pelletizer {EP-01} dan yang lolos screen {H-01} akan dialirkan menggunakan *belt conveyor* (BC-03) dan diumpankan melalui *bucket elevator* (BE-03) menuju silo. Polistiren yang tidak lolos screen akan dialirkan kembali ke screw conveyor (SC-02) dan diumpankan menggunakan Bucket elevator (BE-04).

3.2.5. Spesifikasi Alat

Spesifikasi alat pada pabrik polistiren ini dirancang berdasarkan pertimbangan efisiensi dan optimasi proses. Berikut adalah spesifikasi masing-masing alat yang digunakan pada pabrik polistiren.

a. Tangki

Tabel 1.3 penyimpanan produk dan bahan baku

Nama Alat	Kode Alat	Fungsi	Jenis	Jumlah	Kodisi Operai	Bahan	Dimensi	Harga
Tangki	T-101	Menyimpan bahan baku monomer stiren dengan waktu tinggal 7 hari	Silinder tegak <i>flat bottomed</i> dan torispherical	1	<ul style="list-style-type: none">• Tekanan 1atm• Suhu 30°C	Carbon steel SA 283 Grade C	<ul style="list-style-type: none">• Diameter 24,38 m• Tinggi 7,32 m• Tebal Shell 0,1875 in	\$ 878.525
Tangki	T-102	Menyimpan bahan etilen benzen	Silinder tegak <i>flat bottomed</i> dan torispherical	1		Carbon steel SA 283 Grade C	<ul style="list-style-type: none">• Diameter 24,384m• Tinggi 7,32 m• Tebal Shell 0,1875 in	\$ 899.585

gudang	G-101	Menyimpan bahan benzoil peroksida	Bangunan tegak prisma segi empat beraturan	1	<ul style="list-style-type: none"> • Tekanan 1atm • Suhu 30°C 		<ul style="list-style-type: none"> • Tinggi 113,6687m • Lebar 227,3373m • Panjang 227,3373 m 	\$ 21.280
Silo	SL-01	Menyimpan produk polistiren	Conical Silo	4	<ul style="list-style-type: none"> • Tekanan 1atm • Suhu 30°C • 	Carbon steel SA 283 Grade C	<ul style="list-style-type: none"> • Diameter 31,89 m • Tinggi 9,12 m • Tebal 0,13 m 	\$ 360.512

b. *Mixer*

Tabel 2.3 *mixer*

Nama alat	kode Alat	Fungsi	Jenis	Jumlah	Kodisi Operai	Bahan	Dimensi	Harga
Mixer	M-101	Mencampurkan monomer stiren dan etilen benzen dengan Inisiator benzoil peroksida	<i>Mixer</i> dengan berbentuk silinder tegak	1	<ul style="list-style-type: none"> • Tekanan 1atm • Suhu 30°C 	Carbon steel SA-283 Grade C	Dimensi kolom <ul style="list-style-type: none"> • Diameter 3,13 m • Tinggi 3,12 m Dimensi head <ul style="list-style-type: none"> • Tebal 0,01 m • Tinggi 0,615 m 	\$ 480.510

c. Reaktor

Tabel 3.1 reaktor

Nama alat	Kode Alat	Fungsi	Jenis	Jumlah	Kodisi Operai	Bahan	Dimensi	Harga
Reaktor	R-101	Mereaksikan monomer stiren menjadi polistiren dengan inisiator benzoil peroksida dan pelarut etilen benzene	Reaktor alir tangki berpengaduk	1	<ul style="list-style-type: none"> • Tekanan 1atm • Suhu 90°C 	Carbon steel SA-285 Grade C	Dimensi kolom <ul style="list-style-type: none"> • Diameter 2,27 m • Tinggi 2,27 m Dimensi head <ul style="list-style-type: none"> • Tebal 0,01 m • Tinggi 0,44 m 	\$ 57.465

d. Centrifuge

Tabel 4.3 centrifuge

Nama alat	kode Alat	Fungsi	Jenis	Jumlah	Kodisi Operai	Bahan	Dimensi	Harga
centrifuge	X-101	Memisahkan benzoil peroksida dari larutan	Discharge disk centrifuge	1	<ul style="list-style-type: none"> • Tekanan 1atm • Suhu 90°C 	Carbon steel SA-283 Grade C	<ul style="list-style-type: none"> • Bowl diameter 13 in • Throughput 5-50 gpm • Speed 7500 rpm 	\$ 144.869

e. Heat exchanger

Tabel 5.3 heat exchanger

Nama alat	Kode Alat	Fungsi	Jenis	Beban Panas	Luas Transfer Panas	Umpan dan Pemanas	Hairpin	Dimensi	Bahan	Harga
Heat exchanger	HE-101	Menaikan suhu arus keluaran Centrifuge sebelum masuk menara distilasi	<i>Shell and Tube</i>	3228821 kj/jam	162 ft ²	Kecepatan umpan masuk 29313 kj/jam	18 (jumlah shell)	<i>Shell</i> <ul style="list-style-type: none"> • ID 0,99 m • Flow area 0,008 ft² • Pressure drop 0,00001 psi <i>Tube</i> <ul style="list-style-type: none"> • OD 1,5 in • Flow area 0,18 ft² • Pressure drop 0,0003 psi 	Carbon Steel SA-283 Grade C	\$ 27.539

f. Menara Distilasi

Tabel 6.3 menara distilasi

Nama alat	Kode Alat	Fungsi	Jenis plate	Bahan	Kondisi Operasi	Dimensi	Jumlah stage	Reflux Ratio	Plate spacing	Harga
Menara Distilasi	MD-01	Memisahkan stiren dan etilen benzen dari Produk polistiren	Sieve Tray	1	<ul style="list-style-type: none"> • Tekanan 1,3 atm • Suhu 180°C 	<ul style="list-style-type: none"> • Diameter 1,72 m • Tinggi 10,35 m • Tebal shell 0,011 m • Tebal head 0,010 m 	11	6,936	0,3 m	\$ 140.396

g. Condensor

Tabel 7.3 *condensor*

Nama alat	Kode Alat	Fungsi	Jenis plate	Bahan	Kondisi Operasi	Dimensi	Jumlah stage	Harga
Kondensor	CD 01	Mengembunkan uap hasil atas MD 01	<i>Carbon Stell SA Grade C</i>	1	<ul style="list-style-type: none"> • Tekanan 1,1 atm • Suhu 141°C 	<ul style="list-style-type: none"> • Diameter 1,72 m • Tinggi 10,35 m • Tebal shell 0,011 m • Tebal head 0,010 m 	11	6,936

h. Reboiler

Tabel 8.3 *reboiler*

Nama alat	Kode Alat	Fungsi	Jenis plate	Bahan	Kondisi Operasi	Dimensi	Jumlah stage	Harga
Reboiler	RB 01	Mengembunkan uap hasil bawah MD 01	<i>Carbon Stell SA283 Grade C</i>	1	<ul style="list-style-type: none"> • Tekanan 1,1 atm • Suhu 285°C 	<ul style="list-style-type: none"> • Diameter 1,72 m • Tinggi 10,35 m • Tebal shell 0,011 m • Tebal head 0,010 m 	11	6,936

i. *cooler*

Tabel 9.3 *cooler*

Nama alat	Kode Alat	Fungsi	Jenis plate	Bahan	Kondisi Operasi	Dimensi	Jumlah stage	Harga
Cooler	CL-01	Mendinginkan suhu arus keluaran menara sebelum masuk ke ekstruder dan pelletizer	<i>Double pipe</i>	1636183,344 Kj/jam	53,036 ft ²	<ul style="list-style-type: none"> • Kecepatan umpan masuk 	6	<i>Inner pipe</i> D 1,38 in <ul style="list-style-type: none"> • <i>Pressure drop</i> 0,011 psi <i>Annulus</i> <ul style="list-style-type: none"> • OD 2,38 in • ID 2,06 in • <i>Pressure drop</i> 0,12 psi

j. *Extruder dan Pelletizer*

Tabel 10.3 *extrude pelletizer*

Nama Alat	Kode Alat	Fungsi	Jenis	Jumlah	Kondisi Operasi	Bahan	Dimensi	Harga
Extruder dan pelletizer	EP-101	Membentuk polistiren menjadi pellet dengan panjang 1/8 in dan diameter 1/8 in	<i>Single screw extruder</i>	1	<ul style="list-style-type: none"> • Tekanan 1 atm • Suhu 82°C 	Carbon steel SA-283 Grade C	Extruder <ul style="list-style-type: none"> • Cutting machine 2 unit • Jumlah hole 36 hole • Diameter hole 0,1 m • Cutter speed 68 rpm Peletizer <ul style="list-style-type: none"> • Diameter 0,91 m • Panjang 8,33 m • Jumlah pellet 259200 potongan/jam • Kecepatan Volume 193,02 ft³/jam Bak pendingin <ul style="list-style-type: none"> • Panjang 8,88 m • Lebar 2,22 m • Tinggi 0,55 m 	\$ 42.045

k. *Belt Conveyor*

Tabel 11.3 *belt conveyor*

Nama Alat	Kode Alat	Fungsi	Kapasitas	<i>Mateial</i>	Panjang	Lebar	Kecepatan	Power Motor	Harga
Belt conveyor	BC-101	Mengangkut butiran benzoil dari <i>hopper</i> ke <i>mixer</i>	52942 kg/jam	<i>Carbon Steel SA 283 grade C</i>	7,625 m	0,36 m	30,5 m/menit	0,5 Hp	\$ 12.998
Belt conveyor	BC-102	Mengalirkan komponen dari <i>extruder</i> ke <i>vibratng screen</i>	13774 kg/jam	<i>Carbon Steel SA 283 grade C</i>	7,625 m	0,35 m	30,5 m/menit	0,5 Hp	\$ 12.998
Belt conveyor	BC-103	Mengalirkan komponen dari <i>vibrating screen</i> ke <i>silo</i>	13636 kg/jam	<i>Carbon Steel SA 283 grade C</i>	7,625 m	0,35 m	30,5 m/menit	0,5 Hp	\$ 12.998

1. Pompa

Tabel 12.3 pompa

Nama Alat	Kode Alat	Fungsi	Tipe	Kapasitas	Head Pompa	Tenaga Pompa	Tenaga Motor	Jumlah	Harga
pompa	P-101	Mengalirkan monomer stiren dari tangki ke <i>mixer</i>	<i>Centrifugal pump-single stage</i>	75,43 gpm	1,77 ft.lbf/lbm	0,4 Hp	2 Hp	1	\$ 1.685
	P-102	Mengalirkan etilen benzen dari tangki ke <i>mixer</i>	<i>Centrifugal pump-single stage</i>	22,59 gpm	0,71 ft.lbf/lbm	0,1 Hp	0,5 Hp	1	\$ 1.685
	P-103	Mengalirkan monomer stiren, etilen benzene, dan benzoil peroksida dari <i>mixer</i> ke reaktor	<i>Centrifugal pump-single stage</i>	104,64 gpm	0,93 ft.lbf/lbm	0,54 Hp	1 Hp	1	\$ 1.685
	P-104	Mengalirkan arus keluaran dari Reaktor ke centrifuge	<i>Centrifugal pump-single stage</i>	96,31 gpm	0,77 ft/lbf/lbm	0,54 Hp	1 Hp	1	\$ 1.685

Nama Alat	Kode Alat	Fungsi	Tipe	Kapasitas	Head Pompa	Tenaga Pompa	Tenaga Motor	Jumlah	Harga
	P-105	Mengalirkan produk keluaran centrifuge ke <i>menara destilasi</i>	<i>Centrifugal pump-single stage</i>	88 gpm	0,66 ft/lbf/lbm	0,48 hp	1hp		\$ 1.685
	P-106	Mengalirkan produk keluaran Menara distilasi ke <i>extruder</i> dan <i>peletizer</i>	<i>Centrifugal pump-single stage</i>	58 gpm	6,47 ft/lbf/lbm	0,45 hp	1 hp		\$ 1.685

m. *Bucket Elevator*

Tabel 13.3 *bucket elevator*

Nama alat	Kode Alat	Fungsi	Tipe	<i>Mateial</i>	Lebar	Tinggi	Jumlah bucket	Power Motor	Harga
Bucket Elevator	BE-101	Mengangkut inisiator benzoil peroksida menuju <i>mixer</i> sebagai umpan masuk	Centifugal Discharge Bucket	Carbon Steel SA 283 Grade C	0,1 m	7,62 m	19	2 Hp	\$ 21.540
	BE-102	Mengangkut produk keluaran dari <i>extruder</i> dan <i>pelletizer</i> sebagai umpan masuk <i>screen</i>	Centifugal Discharge Bucket	Carbon Steel SA 283 Grade C	0,10 m	7,62 m	19	2 Hp	\$ 21.540
	BE-103	Mengangkut produk keluaran <i>screen</i> sebagai umpan	Centifugal Discharge Bucket	Carbon Steel SA 283 Grade C	0,1 m	7,62 m	19	2 Hp	\$ 21.540

		masuk menuju silo							
--	--	-------------------	--	--	--	--	--	--	--

n. *Screen*

Tabel 14.3 *screen*

Nama Alat	Kode Alat	Fungsi	Jenis	Jumlah	Kondisi Operasi	Bahan	Dimensi	Harga
Screen	S-01	Menyeragamka ukuran hingga 10 mesh	<i>Vibrating screen</i>	1	<ul style="list-style-type: none"> • Tekanan 1 atm • Suhu 30°C 	<i>Carbon steel SA-305 grade C</i>	• Luas 2,45 m ²	\$ 5.468

o. *Screw Conveyor*

Tabel 15. 3 *screw conveyor*

Nama Alat	Kode Alat	Fungsi	<i>Mateial</i>	Panjang	Kecepatan	Power Motor	Harga
Screw Conveyor	SC-01	Mengantarkan benzoil peroksida dari hopper menuju mixer	Carbon Steel SA 283 Grade C	30ft	0,09 rpm	5 Hp	\$ 21.540
	SC-02	Mengangkut produk keluaran <i>screen</i> sebagai umpan masuk menuju <i>pelletizer</i>	Carbon Steel SA 283 Grade C	30 ft	3,4 rpm	5 Hp	\$ 21.540

3.2.6 Analisis Kebutuhan Bahan Baku

Pemilihan kapasitas perancangan didasarkan pada kebutuhan polistiren di Indonesia, ketersediaan bahan baku dan kapasitas produksi pabrik polistiren yang telah berdiri. Diperkirakan kebutuhan polistiren akan terus meningkat setiap tahunnya. Terlebih lagi di Indonesia masih kekurangan akan produksi polistiren untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri. Untuk membantu memenuhi kebutuhan polistiren dalam negeri tersebut maka ditetapkan kapasitas produksi sebesar 90.000 ton/tahun.

3.2.7 Analisis Kebutuhan Peralatan Proses

Analisis kebutuhan peralatan proses meliputi kemampuan peralatan untuk proses dan umur atau jam kerja peralatan dan perawatannya. Dengan adanya analisis kebutuhan peralatan proses maka akan dapat diketahui anggaran yang diperlukan untuk peralatan proses, baik pembelian maupun perawatannya.

Tabel 16.3 alat dan mesin

Alat / Mesin	Jumlah
Tangki Penyimpanan	8
Gudang	1
Mixer	1
Reaktor	1
Centrifuge	1
Menara Distilasi	1
Reboiler	1
Condenser	1
<i>Extruder & Pelletizer</i>	1
Screen	1
Silo	4
Hopper	2
<i>Belt Conveyor</i>	3
<i>Heat Exchanger</i>	1

Cooler	1
Pompa	6
Bucket elevator	4
Screw conveyer	2

3.4 Neraca Massa

Tabel 17.3 neraca massa *mixer*

Komponen	Masuk						Keluar	
	1		2		3		4	
	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam
Monomer stiren	12.739	122					12.739	122
Etilen Benzen	38	0,36	3.640	34			3.678	35
Benzoil Peroksida					1.820	8	1.820	8
Polistiren								
Toluene			18	0,200			18	0,20
Butil Benzene			15	0,110			15	0,11
Dietil Benzene			4	0,027			4	0,03
Air					18	1	18	1,02
Total	12.778	123	3.677	35	1.838	9	18.292	166
Total Massa	18.292						18.292	

Tabel 18.3 neraca massa *reaktor*

Komponen	Masuk		Keluar	
	4		5	
	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam
Monomer stiren	12.739	122	1.274	12
Etilen Benzen	3.678	35	3.678	35
Benzoil Peroksida	1.820	8	1.820	8
Polistiren			11.465	0,1
Toluene	18	0	18	0,2
Butil Benzene	15	0	15	0,1
Dietil Benzene	4	0	4	0,0
Air	18	1	18	1,0
Total	18.292	166	18.292	55
Total Massa	18.292		18.292	

Tabel 19.3 neraca massa *centrifuge*

Komponen	Masuk		Keluar			
	5		6		7	
	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam
Monomer stiren	1.274	12	1	0,01	1.273	12
Etilen Benzen	3.678	35	2	0,02	3.676	35
Benzoil Peroksida	1.820	8	1.820	7,52	0	0
Polistiren	11.465	0	6	0,00	11.460	0
Toluene	18	0	0,009	0,00	18	0
Butil Benzene	15	0	0,007	0,00	15	0
Dietil Benzene	4	0	0,002	0,00	4	0
Air	18	1	0,009	0,00	18	1
Total	18.292	56	1.828	8	16.464	48
Total Massa	18.292		18.292			

Tabel 20.3 neraca massa menara distilasi

Komponen	Masuk		Keluar			
	7		8		9	
	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam
Monomer stiren	1.273	12	1.273	12	0,161	0,002
Etilen Benzen	3.676	35	3.676	35	0,043	0,000
Polistiren	11.460	0,057	115	0,00	11.345	0,057
Toluene	18	0,200	18	0,20	0,000	0,000
Butil Benzene	15	0,110	0,000	0,000	14,699	0,110
Dietil Benzene	4	0,027	0,002	0,000	3,673	0,027
Air	18	1,021	18	1,02	0,000	0,000
Total	16.464	48	5.101	48	11.364	0
Total Massa	16.464		16.464			

Tabel 3.2 neraca massa extrude pelletizer

Komponen	Masuk				Keluar	
	9		11		10	
	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam
Monomer stiren	0,161	0,002	0,00	0,000	0,16	0,002
Etilen Benzen	0,043	0,000	0,00	0,000	0,04	0,000
Polistiren	11.345	0,057	114,60	0,474	11.459,60	0,057
Toluene	0,000	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000
Butil Benzene	14,699	0,110	0,15	0,002	14,85	0,111
Dietil Benzene	3,673	0,027	0,04	0,000	3,71	0,028
Air	0,000	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000
Total	11.364	0	115	0,475	11.478	0
Total Massa	11.478				11.478	

Tabel 22.3 neraca massa screen

Komponen	Masuk		Keluar		Keluar	
	10		11		12	
	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam
Monomer stiren	0,162	0,002	0,00	0,000	0,161	0,002
Etilen Benzen	0,043	0,000	0,00	0,000	0,043	0,000
Polistiren	11.460	0,057	114,60	0,474	11.345,005	0,057
Toluene	0,000	0,000	0,00	0,000	0,000	0,000

Butil Benzene	14,847	0,111	0,15	0,002	14,699	0,111
Dietil Benzene	3,710	0,028	0,04	0,000	3,673	0,028
Air	0,000	0,000	0,00	0,000	0,000	0,000
Total	11.478	0,198	115	0,475	11.364	0,198
Total Massa	11.478		11.478			

3.5 Neraca Panas

Tabel 23.3 neraca panas *mixer*

Komponen	masuk (kJ/jam)	keluar (kJ/jam)
C8H8	27415,70	106798,78
C8H10	7624,61	29702,71
(C6H5CO)2O2	2873,88	11121,66
(C8H8) _n	0,00	0,00
C7H8	37,67	146,81
C10H14 (butyl)	32,55	126,73
C10H14 (dietil)	8,25	32,14
H2O	92,08	355,71
Q kelarutan	110199,81	-
Total	148284,54	148284,543

Tabel 24.3 neraca panas *reaktor*

Komponen Energi	Masuk(kj/jam)	Keluar(kj/jam)
A6	620837,4568	-
A7	-	2127202,9069
ΔHR	9170403,645	-
Q pendingan	-	7664038,1949
Total	9791241,1018	9791241,1018

Tabel 25.3 neraca panas menara distilasi

Komponen	ΔH input (kJ/jam)	ΔH output (kJ/jam)	
	Feed	Top	Bottom
Monomer stiren	384329,2372	281243,1429	139,2661
Etilen Benzen	1079256,6615	786462,7553	198,4906
Polistiren	1989,8135	14,8885	3304,2570
Toluene	5389,0945	3914,0630	2,0057
Butil Benzene	4564,7241	3339,1247	1,6544
Dietil Benzene	1159,0429	847,7138	0,4190
Air	12132,5211	8982,9484	4,3126
Jumlah	1.488.821,0948	1.084.804,6365	3.650,4054
		1.088.455,0420	
Reboiler	12.292.904,1010		
Kondenser		12.693.270,1539	
Total	13.781.725,1958	13.781.725,1958	

Tabel 26.3 neraca panas *heat exchanger* 01

Komponen	masuk (kj/jam)	keluar (kj/jam)
H	38084,7374	508073,905
Qpemanasan	469989,168	-
Total	508.074	508.074

Tabel 3. 3 neraca panas *heat exchanger* 02

Komponen	masuk (kj/jam)	keluar (kj/jam)
H	374948,8146	915819,144
Qpemanasan	540870,330	-
Total	915.819	915.819

Tabel 28.3 neraca panas cooler

Komponen	masuk (kj/jam)	keluar (kj/jam)
H	81,7720894	15,493
Qpendinginan	-	66,279
Total	82	82

BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

4.1. Lokasi Pabrik

Dalam melakukan perancangan suatu pabrik, penentuan dalam lokasi pabrik merupakan hal yang sangat penting karena berhubungan langsung dengan nilai ekonomis pabrik yang akan didirikan. Pertimbangan dalam memilih lokasi pabrik diharapkan dapat memberikan keuntungan yang optimum. Lokasi yang dipilih harus memberikan biaya produksi dan distribusi yang minimum, dengan tetap memperhatikan ketersediaan tempat untuk pengembangan pabrik dan kondisi yang aman untuk operasi pabrik (Peter and timmerhaus, 2004).

Pabrik polistiren dari monomer stiren dengan kapasitas produksi sebesar 90.000 ton/tahun direncanakan akan didirikan di daerah Cilegon, Banten. Berikut adalah faktor – faktor yang mempengaruhi penentuan lokasi pabrik :

4.1.1 Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik

Faktor primer adalah faktor yang mempengaruhi produksi dan distribusi dari pabrik. Faktor ini berpengaruh terhadap kelancaran pabrik. Faktor primer meliputi

a. Letak Pabrik Terhadap Bahan Baku dan Daerah Pemasaran

Lokasi penyedia bahan baku menjadi pertimbangan penting dalam penentuan lokasi pabrik, karena jarak pabrik dengan lokasi penyedia bahan baku akan mempengaruhi biaya transportasi bahan baku. Dalam perancangan pabrik polistiren ini, bahan baku yang digunakan adalah monomer stiren yang dapat diperoleh dari PT Stryrindo Mono Indonesia (SMI) yang berlokasi di Puloampe Serang, Banten. Etil benzene sebagai pelarut diperoleh dari PT Chandra Asri Petrochemical (CAP)

yang berlokasi di Ciwadan, Cilegon, Banten. Lokasi pabrik ini juga dekat dengan Pelabuhan Merak, sehingga memudahkan proses transportasi apabila bahan baku berasal dari luar negeri. Pendirian pabrik dekat dengan bahan baku dapat mengurangi biaya transportasi sekaligus mengurangi investasi yang relatif besar untuk pembangunan fasilitas penyimpanan bahan baku.

b. Transportasi

Polistiren merupakan bahan yang sangat dibutuhkan oleh pasar dalam maupun luar negeri. Cilegon merupakan tempat yang dekat dengan ibu kota, sehingga akan memudahkan transportasi produk ke pasar. Lokasi pabrik yang berada dekat dengan pelabuhan merak akan menjadikan proses pemasaran lebih cepat dan efisien dan menguntungkan jika pabrik akan mengekspor produknya.

c. Pemasaran Produk

Produk polistiren adalah produk yang dibutuhkan untuk berbagai macam industri seperti pabrik pembungkus makanan, Styrofoam, dan industri plastik lainnya. Dengan didirikannya Pabrik ini di daerah Cilegon Banten, diharapkan dapat memenuhi kebutuhan polistiren didalam negeri maupun luar negeri.

d. Ketersediaan Energi dan Air

Kebutuhan energi dan air merupakan bagian vital dalam industri sehingga harus dipenuhi agar pabrik dapat terus beroperasi. Kebutuhan air untuk pabrik dapat dipenuhi dengan cukup mudah karena letaknya tidak jauh dari laut. Selain itu, ketersediaan air juga didukung oleh belasan daerah aliran sungai seperti Sungai Cibeber, Sungai Kedungingas, Sungai Cidanau, Sungai Teluklada, Sungai Ciliwung dan Waduk Nadra, Krenceng. Pasokan air juga dapat diperoleh dari

PDAM dan PT. Krakatau Tirta Industri yang merupakan anak perusahaan PT. Krakatau Steel. Untuk kebutuhan energi dapat dipenuhi dari PLTU Suralaya dan PLN untuk energy listrik dan Pertamina untuk bahan bakar minyak.

e. Ketersediaan Tenaga Kerja

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik Provinsi Banten, pada tahun 2017 terdapat 5.596.963 angkatan kerja, tetapi diantaranya hanya 5.077.400 yang bekerja, sedangkan 519.563 adalah pengangguran. Karena masih tingginya tingkat pengangguran di Provinsi Banten maka pendirian pabrik polistiren diharapkan dapat menurunkan angka pengangguran khususnya di Kota Cilegon.

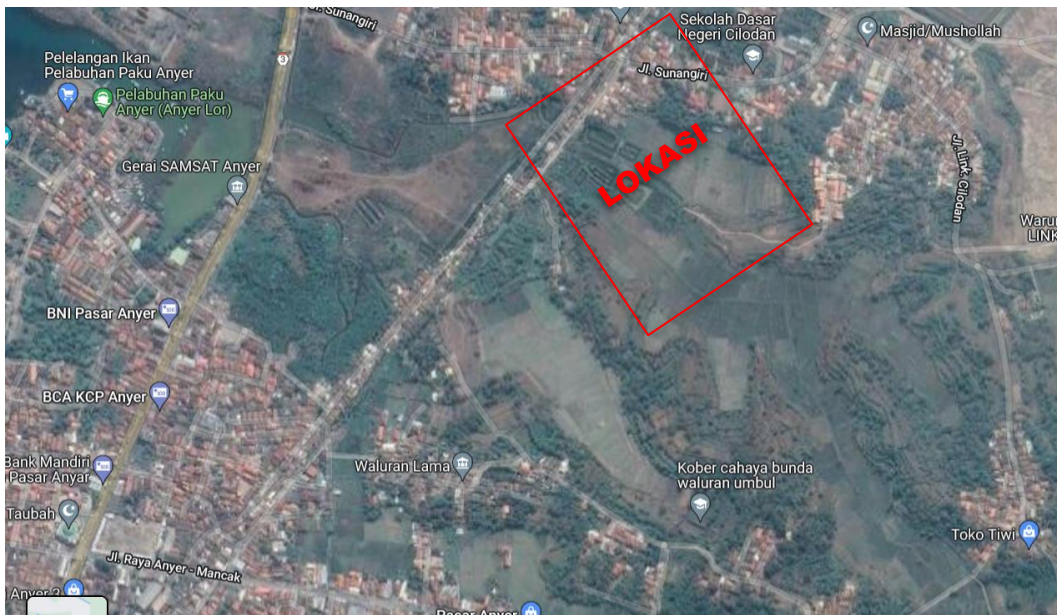
f. Kondisi Iklim dan Potensi Gempa

Iklim di Cilegon dapat dikatakan cukup stabil sepanjang tahun. Seperti daerah-daerah lain di Indonesia, kota Cilegon juga beriklim tropis yang memiliki suhu berkisar 25-35°C. Potensi gempa diseluruh daerah Jawa memang cukup besar terutama pada lokasi yang merupakan cincin api (ring of flame). Lokasi pabrik yang berada cukup jauh dari pantai selatan dapat dikatakan aman dari potensi gempa tersebut.

4.1.2. Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik

Faktor sekunder tidak secara langsung berperan dalam proses industri, akan tetapi sangat berpengaruh dalam kelancaran proses produksi dari pabrik itu sendiri.

Faktor - faktor sekunder meliputi:



Gambar 1.4 lokasi pendirian pabrik polistiren

a. Area Perluasan Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik yang berada di daerah Cilegon, Banten cukup strategis karena daerah tersebut masih memiliki lahan kosong yang cukup luas sehingga memungkinkan adanya perluasan areal pabrik.

b. Perizinan

Lokasi pabrik dipilih pada daerah khusus untuk kawasan industri, sehingga memudahkan untuk perizinan pendirian pabrik. Pengaturan tata letak pabrik merupakan bagian yang penting dalam proses pendirian pabrik, hal-hal yang perlu diperhatikan antara lain :

- Segi keamanan kerja terpenuhi.
- Pengoperasian, pengontrolan, pengangkutan, pemindahan maupun perbaikan semua peralatan proses dapat dilakukan dengan mudah dan aman.
- Pemanfaatan areal tanah seefisien mungkin.
- Transportasi baik dan efisien.

c. Prasarana dan Fasilitas Sosial

Prasarana seperti jalan dan transportasi lainnya harus tersedia, demikian juga fasilitas social lainnya seperti sarana ibadah, bank, pendidikan dan perumahan sehingga dapat meningkatkan kesejahteraan dan taraf hidup.

4.2. Tata Letak Pabrik (*Plant Layout*)

Tata letak pabrik adalah suatu perencanaan dan pengintegrasian aliran dari komponen-komponen produksi suatu pabrik, sehingga diperoleh suatu hubungan yang efisien dan efektif antara operator, peralatan, dan gerakan material dari bahan baku menjadi produk.

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 (Peter and Timmerhaus, 2004) :

- a) Urutan proses produksi.
- b) Pengembangan lokasi baru atau penambahan/perluasan 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.

Pengaturan tata letak pabrik yang baik akan memberikan beberapa keuntungan, seperti (Peter and timmerhaus, 2004) yaitu :

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

4.2.1 Area Administrasi dan Perkantoran

Area Administrasi dan Perkantoran merupakan area pusat dari berbagai macam kegiatan administrasi dalam mengatur operasi pabrik serta kegiatan-kegiatan lainnya

4.2.2. Area Proses dan Ruang Kontrol

Area ini merupakan tempat alat-alat proses diletakkan dan area proses produksi berlangsung. Ruang control sebagai pusat pengendalian berlangsungnya proses produksi.

4.2.3. Area Penyimpanan Bahan Baku dan Produk

Dalam area ini berfungsi untuk digunakan sebagai tempat penyimpanan bahan baku yang akan digunakan dalam proses produksi, dan juga digunakan sebagai tempat penyimpanan produksi yang pada umumnya dimasukkan ke dalam warehouse yang telah siap untuk dipasarkan. Area ini harus mudah dijangkau oleh alat pengangkutan.

4.2.4. Area Utilitas

Area ini digunakan sebagai tempat pendukung dalam penyediaan kebutuhan suatu pabrik yang erat hubungannya dengan utilitas, yakni seperti air, steam, bahan bakar, dan listrik.

4.2.5. Area Fasilitas Umum

Area Fasilitas Umum ini meliputi masjid/mushola, tempat parkir, toilet, bengkel, dan fasilitas kesehatan/poliklinik yang akan disediakan. Bangunan-bangunan ini harus disediakan sebaik mungkin, sehingga akan meningkatkan efisiensi dan efektifitas para pegawai yang bekerja.

4.2.6. Area Laboratorium

Area Laboratorium ini digunakan sebagai tempat pengecekan dan pengendalian suatu kualitas bahan baku yang akan masuk kedalam proses produksi, dan juga kualitas produk yang akan diperjualkan.

4.2.7. Area Perluasan

Area ini digunakan apabila pabrik akan mendirikan alat tambahan untuk proses produksi dimasa yang akan datang, sehingga diperlukan perluasan sebidang tanah disekitar pabrik. Daerah perluasan ini terletak dibagian belakang pabrik.

Tabel 1.4 perincian luas tanah sebagai bangunan pabrik

No.	Lokasi	Panjang (m)	Lebar (m)	Luas (m)
1	Pos Keamanan	3	3	9
2	Area Parkir Utama	17	15	255
3	Masjid	10	20	200
4	Gudang Peralatan	22	15	330
5	Kantin	15	10	150
6	Perkantoran	33	15	495
7	Gedung Serba Guna	20	10	200
8	Laboratorium	10	15	150
10	Area Parkir II	16	22	352
11	Area Timbang Truk	3	10	30
12	Area Utilitas	80	60	4800
13	Area Pembangkit Listrik	15	11	165
14	Perpustakaan	10	15	150
15	Poliklinik	15	10	150
16	Area Proses	100	70	7000
17	Control Room	20	10	200
18	Control Utilitas	20	10	200
19	Area Mess	20	20	400
20	Bengkel	22	10	220
21	Unit Pengolahan Limbah	20	20	400
22	Unit Pemadam Kebakaran	20	10	200
23	Taman	20	20	400
24	Daerah perluasan			5000
26	Jalan	900	8	7200
27	Area Rumah Dinas	50	30	1500

Luas Bangunan	17556
Luas Tanah	30156



Gambar 2.4 tata letak pabrik

4.3 Tata Letak Mesin/Alat Proses (*Machines Layout*)

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

a. Aliran bahan baku dan produk

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

b. Aliran Udara

Aliran udara di dalam dan sekitar area proses perlu diperhatikan kelancarannya. Hal ini bertujuan untuk menghindari terjadinya stagnasi udara pada suatu tempat

berupa penumpukan atau akumulasi bahan kimia berbahaya yang dapat membahayakan keselamatan pekerja, selain itu perlu memperhatikan arah hembusan angin.

c. Pencerahan

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

d. Lalu lintas manusia dan kendaraan

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

e. Pertimbangan Ekonomi

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

f. Jarak antar alat proses

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

g. *Maintenance*

Maintenance berguna untuk menjaga sarana atau fasilitas peralatan pabrik dengan cara pemeliharaan dan perbaikan alat agar produksi dapat berjalan dengan

lancar dan produktivitas menjadi tinggi sehingga akan tercapai target produksi dan spesifikasi 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 memproduksi secara kontinyu dan akan berhenti jika terjadi kerusakan.

Perawatan alat-alat proses dilakukan dengan prosedur yang tepat. Hal ini dilihat dari penjadwalan yang dilakukan pada tiap-tiap alat. Perawatan tiap-tiap alat meliputi :

a. Overhead 1 x 1 tahun

Merupakan perbaikan dan pengecekan serta levelling 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* :

➤ Umur alat

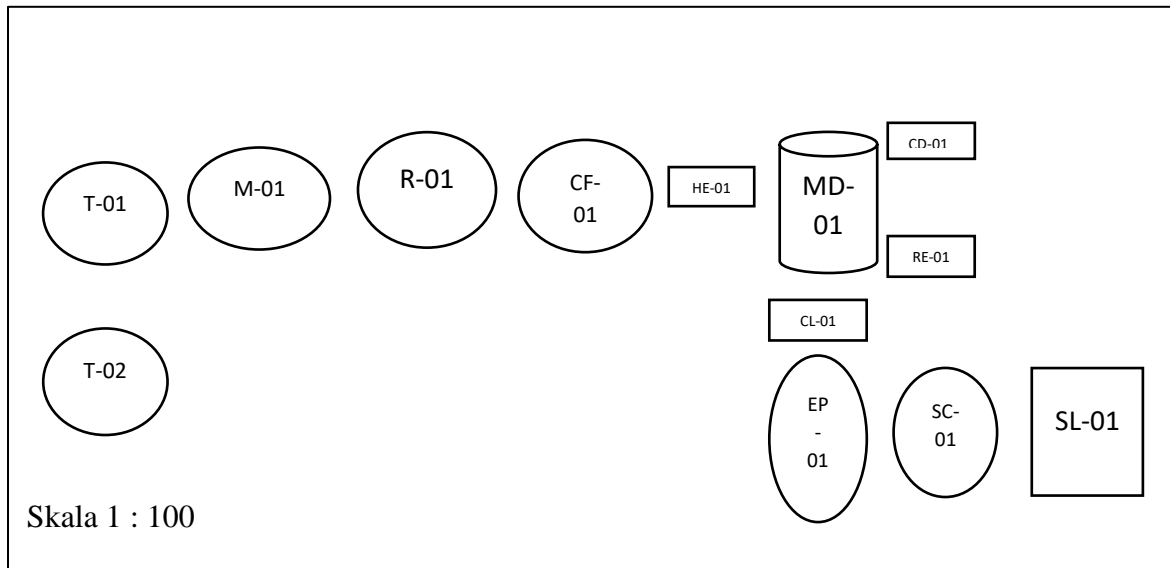
Semakin tua umur alat, maka semakin banyak pula perawatan yang harus diberikan yang menyebabkan bertambahnya biaya perawatan.

➤ Bahan baku

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

Tata letak alat-alat proses harus dirancang sedemikian rupa sehingga :

- Kelancaran proses produksi dapat terjamin.
- Dapat mengefektifkan penggunaan luas lantai.
- Biaya penanganan material menjadi rendah dan menyebabkan turunnya pengeluaran untuk *capital* yang tidak penting
- Karyawan mendapat kepuasan kerja.
- Jika karyawan mendapat kepuasan kerja, maka akan membawa dampak meningkatnya semangat kerja yang akhirnya meningkatkan produktivitas kerja.



Gambar 3.4 tata letak alat proses pabrik kimia polistiren

Keterangan Gambar :

T – 01 : Tangki 1

CL – 01 : Cooler 1

T – 02 : Tangki 2

CD – 01 : Condenser 1

G – 01 : Gudang 1	RB – 01 : Reboiler 1
M – 01 : Mixer 1	EP – 01 : Extruder and Pelletizer 1
R – 01 : Reaktor 1	SC-01 : Screen 1
HE – 01 : Heat Exchanger 1	SL – 01 : Silo 1
CF – 01 : Centrifuge 1	MD – 01 : Menara Distilasi 1

4.4 Organisasi Perusahaan

4.4.1. Bentuk Perusahaan

Dalam mendirikan suatu perusahaan yang dapat mencapai tujuan dari perusahaan itu secara terus-menerus, maka harus dipilih bentuk perusahaan apa yang harus didirikan agar tujuan itu tercapai. Ditinjau dari badan hukum, bentuk perusahaan dapat dibedakan menjadi empat bagian, yaitu :

- a. Perusahaan Perseorangan, modal hanya dimiliki oleh satu orang yang bertanggungjawab penuh terhadap keberhasilan perusahaan.
- b. Persekutuan Firma, modal dapat dikumpulkan dari dua orang bahkan lebih, tanggungjawab perusahaan didasari dengan perjanjian yang pendiriannya berdasarkan dengan akte notaris.
- c. Persekutuan Komanditer (Commanditaire Venootshaps) yang biasa disingkat dengan CV terdiri dari dua orang atau lebih yang masing-masingnya memiliki peran sebagai sekutu aktif (orang yang menjalankan perusahaan) dan sekutu pasif (orang yang hanya memasukkan modalnya dan bertanggungjawab sebatas dengan modal yang dimasukkan saja).

d. Perseroan Terbatas (PT), modal diperoleh dari penjualan saham untuk mendirikan perusahaan, pemegang saham bertanggungjawab sebesar modal yang dimiliki.

Dari pertimbangan diatas, pabrik polistiren yang akan didirikan berbentuk Perseroan Terbatas (PT). Perseroan Terbatas (PT) merupakan bentuk perusahaan yang mendapatkan modalnya dari penjualan saham dimana tiap sekutu turut mengambil bagian sebanyak satu saham atau lebih. Dalam Perseroan Terbatas (PT) pemegang saham hanya bertanggung jawab menyetor penuh jumlah yang disebutkan dalam tiap saham.

Untuk perusahaan-perusahaan yang mempunyai skala besar, biasanya perusahaan tersebut menggunakan Perseroan Terbatas(PT/korporasi). Perseroan Terbatas (PT) merupakan asosiasi pemegang saham yang diciptakan berdasarkan hukum dan dianggap sebagai badan hukum. Alasan dipilihnya bentuk perusahaan Perseroan Terbatas (PT) adalah didasarkan atas beberapa faktor sebagai berikut :

a. Tanggung jawab pemegang saham terbatas, sehingga kelancaran akan produksi hanya dipegang oleh pemimpin perusahaan.

b. Sistem kepemilikan yang jelas.

Sistem kepemilikan di Perseroan Terbatas (PT) disusun berdasarkan kepemilikan saham. Hal ini akan sangat membantu jika sewaktu-waktu pemilik saham ingin menjual saham kepemilikannya.

c. Efisiensi manajemen

Pemegang saham dapat memilih orang yang akan dijadikan sebagai dewan komisaris beserta direktur yang kompeten.

d. Akses bisnis yang lebih luas

Kebanyakan proyek tender dari pemerintah maupun swasta, hanya menerima partisipasi dari perusahaan yang berbentuk Perseroan Terbatas (PT). terutama untuk proyek yang cukup besar. Selain itu, perusahaan akan lebih mudah mendapatkan modal dari investor maupun bank. Hal ini dikarenakan kreditor lebih mempercayai perusahaan yang berbentuk Perseroan Terbatas (PT) untuk memberikan modal dalam jumlah yang besar.

e. Lapangan usaha lebih luas

Suatu PT dapat menarik modal yang sangat besar dari masyarakat dan pasar global sehingga modal ini dapat memperluas usahanya.

f. Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin, karena tidak terpengaruh berhentinya pemegang saham, direksi beserta staff atau karyawan perusahaan.

4.4.2. Struktur Organisasi

Struktur organisasi merupakan salah satu faktor penting yang dapat menunjang kemajuan perusahaan agar efisien dan efektif. Struktur organisasi penting bagi perusahaan agar para karyawan dapat memahami posisi masing-masing. Hal ini berhubungan dengan komunikasi yang terjadi di dalam perusahaan demi tercapainya keselarasan, keharmonisan dan keselamatan kerja antar karyawan. Dengan demikian, struktur organisasi di dalam suatu perusahaan dapat menggambarkan bagian, posisi, tugas, kedudukan, wewenang dan tanggung jawab dari masing-masing individu dalam perusahaan tersebut. Untuk mendapatkan suatu system organisasi yang terbaik, maka perlu diperhatikan beberapa azas yang dapat dijadikan pedoman antara lain (Zamani, 1998):

- a. Perumusan tujuan perusahaan dengan jelas
- b. Tujuan organisasi harus dipahami oleh setiap orang dalam organisasi
- c. Tujuan organisasi harus diterima oleh setiap orang dalam organisasi
- d. Adanya kesatuan arah (unity of direction)
- e. Adanya kesatuan perintah (unity of command)
- f. Adanya keseimbangan antara wewenang dan tanggung jawab
- g. Adanya pembagian tugas (distribution of work)
- h. Adanya koordinasi
- i. Struktur organisasi disusun sederhana
- j. Pola dasar organisasi harus relatif permanen
- k. Adanya jaminan batas (unity of tenure)
- l. Balas jasa yang diberikan kepada setiap orang harus setimpal dengan jasanya.
- m. Penempatan orang harus sesuai keahliannya

Dengan berpedoman terhadap azas-azas tersebut maka dapat diperoleh struktur organisasi yang baik yaitu sistem line dan staff. Pada sistem ini, garis kekuasaan lebih praktis dan efisien. Demikian pula kebaikan dalam pembagian tugas kerja seperti yang terdapat dalam sistem organisasi fungsional, sehingga seorang karyawan hanya bertanggung jawab pada seorang atasan saja. Dan untuk kelancaran produksi dapat dibentuk staff yang ahli dibidang tersebut. Staff ahli akan memberikan bantuan pemikiran dan nasehat kepada tingkat pengawas, demi tercapainya tujuan perusahaan. Ada dua kelompok orang-orang yang berpengaruh dalam menjalankan organisasi garis dan staff ini, yaitu :

- a. Sebagai garis atau line, yaitu orang-orang yang melaksanakan tugas pokok organisasi dalam rangka mencapai tujuan.
- b. Sebagai staff, yaitu orang-orang yang melakukan tugasnya dengan keahlian yang dimiliki, dalam hal ini berfungsi untuk memberikan saran-saran kepada unit operasional.

Dalam pelaksanaan tugas sehari-harinya pemegang saham sebagai pemilik perusahaan diwakili oleh Dewan Komisaris, sedangkan tugas untuk menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh Direktur Utama yang dibantu oleh Direktur Teknik dan Produksi serta Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum. Direktur Teknik dan Produksi membawahi bidang produksi, pengendalian, utilitas dan pemeliharaan. Sedangkan Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum membawahi bidang pemasaran dan pembelian, administrasi, keuangan dan umum, serta penelitian dan pengembangan.

Direktur ini membawahi beberapa kepala bagian yang bertanggung jawab atas bawahannya sebagai bagian daripada pendelegasian wewenang dan tanggung jawab. Masing-masing kepala bagian akan membawahi beberapa seksi dan setiap kepala seksi membawahi dan mengawasi para karyawan pada bidangnya masing-masing. Karyawan perusahaan akan dibagi dalam beberapa kelompok regu dan setiap regu akan dipimpin oleh kepala regu masing-masing. Setiap kepala regu akan bertanggung jawab kepada pengawas pada masing-masing seksi.

Untuk mencapai kelancaran dalam proses produksi, maka perlu dibentuk staff ahli yang ahli pada bidangnya. Staff ahli akan memberikan bantuan pemikiran dan

nasehat kepada tingkat pengawas, agar tujuan perusahaan dapat tercapai. Manfaat adanya struktur organisasi adalah sebagai berikut :

- Menjelaskan persoalan mengenai pembatasan tugas, tanggung jawab, wewenang dan lain-lain.
- Sebagai bahan orientasi untuk pejabat
- Penempatan pegawai yang lebih tepat
- Penyusunan program pengembangan manajemen
- Bila kurang lancar maka harus menyusun kembali langkah kerja dan prosedur kerja

4.4.3. Tugas dan Wewenang

a. Pemegang Saham

Pemegang saham merupakan pemilik perusahaan yang terdiri dari beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi perusahaan. Kekuasaan tertinggi pada perusahaan yang mempunyai bentuk perseroan terbatas terdapat pada Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS). Tugas dari Rapat Umum Pemegang Saham :

- a. Mengangkat dan memberhentikan Dewan Komisaris.
- b. Mengangkat dan memberhentikan direktur.
- c. Mengesahkan hasil-hasil usaha serta neraca perhitungan untung rugi tahunan dari perusahaan.

b. Dewan Komisaris

Dewan komisaris bertanggung jawab untuk melakukan pengawasan dan memberikan nasihat dan melaksanakan perintah kepada Direktur Utama (Pemilik Saham). Tugas-tugas Dewan Komisaris yaitu :

- a. Menilai dan menyetujui rencana direksi tentang kebijakan umum, target laba perusahaan, alokasi sumber-sumber dana, dan pengarahan target pemasaran.
- b. Mengawasi dan memberi nasihat kepada Direktur perusahaan
- c. Membantu direksi dalam hal tertentu apabila berhalangan hadir

c. Direktur Utama

Direktur utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan bertanggung jawab sepenuhnya atas perkembangan maju dan mundurnya perusahaan. Direktur Utama bertanggung jawab kepada Dewan Komisaris atas segala tindakan dan kebijaksanaan yang diambil dan dilakukan sebagai pimpinan perusahaan. Direktur Utama membawahi Direktur Produksi dan Teknik serta Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum.

d. Tugas Direktur Utama antara lain:

- a. Menjaga kestabilan manajemen perusahaan dan membuat kontinuitas hubungan yang baik antara pemilik saham, pimpinan, konsumen dan karyawan.
- b. Melaksanakan policy perusahaan dan mempertanggung-jawabkan pekerjaannya pada pemegang saham pada rapat umum pemegang saham.
- c. Mengangkat dan memberhentikan Kepala Bagian dengan persetujuan rapat umum pemegang saham.
- d. Mengkoordinir kerja sama dengan Direktur Produksi serta Direktur Keuangan dan Umum.

e. Tugas Direktur Produksi dan Teknik, antara lain:

- a. Bertanggung jawab kepada Direktur Utama dalam bidang produksi dan teknik.

- b. Mengkoordinir, mengatur serta mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala-kepala bagian yang menjadi bawahannya.

f. Tugas Direktur Administrasi, Keuangan, dan Umum antara lain:

- a. Bertanggung jawab kepada Direktur Utama dalam bidang administrasi, keuangan dan umum, pembelian dan pemasaran, serta penelitian dan pengembangan.
- b. Mengkoordinir, mengatur serta mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala-kepala bagian yang menjadi bawahannya.

g. Staff Ahli

Staff ahli merupakan tenaga-tenaga ahli yang bertugas membantu Dewan Direksi dalam menjalankan tugasnya baik yang berhubungan dengan teknik maupun administrasi. Staff ahli bertanggung jawab kepada Direktur Utama sesuai dengan bidang keahliannya masing-masing. Tugas dan wewenang staff ahli yaitu :

- a. Memberikan nasehat dan saran dalam perencanaan pengembangan perusahaan.
- b. Mengevaluasi proses dari pabrik atau perencanaan alat dan pengembangan produksi serta ekonomi perusahaan.
- c. Memberikan saran dan masukan dalam bidang hukum.
- d. Mempertinggi efisiensi kerja.

h. Kepala Bagian

Tugas Kepala Bagian adalah mengkoordinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan sesuai dengan kebijakan pimpinan perusahaan. Kepala bagian juga dapat bertindak sebagai staff direktur bersama dengan staff ahli. Kepala bagian bertanggung jawab kepada direktur masing-masing. Kepala bagian terdiri dari:

i. Kepala Bagian Produksi

Bertanggung jawab kepada Direktur Teknik dan Produksi dalam bidang mutu dan kelancaran produksi. Kepala Bagian Produksi membawahi:

Seksi Proses

Tugas Seksi Proses yaitu :

- a. Menjalankan tindakan sepenuhnya pada peralatan produksi yang mengalami kerusakan, sebelum diperbaiki oleh seksi dibidangnya.
- b. Mengawasi jalannya proses produksi.

Seksi Pengendalian

Tugas Seksi Pengendalian yaitu :

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

Seksi Laboratorium

Tugas Seksi Laboratorium yaitu :

- a. Mengawasi dan menganalisa mutu bahan baku dan bahan pembantu.
- b. Mengawasi dan menganalisa produk.
- c. Mengawasi kualitas limbah pabrik.

j. Kepala Bagian Teknik

Tugas Kepala Bagian Teknik antara lain:

- a. Bertanggung jawab kepada Direktur Produksi dan Teknik dalam bidang peralatan, proses dan utilitas dan pemeliharaannya.
- b. Mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya.

Kepala bagian Teknik membawahi :

Seksi Pemeliharaan

Tugas Seksi Pemeliharaan yaitu:

- a. Melaksanakan pemeliharaan fasilitas gedung dan peralatan table pabrik.
- b. Memperbaiki kerusakan pada peralatan pabrik.

Seksi Utilitas

Tugas Seksi Utilitas yaitu:

Mengatur sarana utilitas dalam pemenuhan kebutuhan proses, air, steam dan tenaga listrik.

k. Kepala Bagian Pembelian dan Pemasaran

Tugas Kepala Bagian Pembelian dan Pemasaran yaitu:

- a. Bertanggung jawab kepada Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum dalam bidang pengadaan bahan baku dan pemasaran hasil produksi.
- b. Mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya.

Kepala bagian Pembelian dan Pemasaran membawahi:

Seksi Pembelian

Tugas Seksi Pembelian yaitu:

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

Seksi Pemasaran

Tugas Seksi Pemasaran yaitu:

- a. Merencanakan strategi penjualan hasil produksi.
- b. Mengatur pendistribusian barang dari gudang.

I. Kepala Bagian Keuangan, Administrasi, dan Umum

Tugas Kepala Bagian Administrasi, Keuangan dan Umum yaitu:

- a. Bertanggung jawab kepada Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum dalam bidang administrasi dan keuangan, personalia, dan humas, serta keamanan.
- b. Mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya.

Kepala bagian administrasi, keuangan dan umum membawahi:

Seksi Administrasi dan Keuangan

Tugas Seksi Administrasi dan Keuangan yaitu:

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

Seksi Personalia

Tugas Seksi Personalia yaitu:

- a. Membina tenaga kerja dan menciptakan keharmonisan antara pekerja dan pekerjaannya serta lingkungannya agar tidak terjadi pemborosan waktu dan biaya.
- b. Menciptakan kondisi kerja yang dinamis dan mengefektifkan disiplin kerja yang tinggi.
- c. Melaksanakan kesejahteraan dikalangan karyawan.

Seksi Humas

Tugas Seksi Humas yaitu:

Menciptakan hubungan yang harmonis antara perusahaan dan masyarakat di luar lingkungan perusahaan.

Seksi Keamanan

Tugas Seksi Keamanan yaitu:

- a. Menjaga dan merawat semua bangunan pabrik dan fasilitas yang ada di perusahaan.
- b. Mengawasi orang keluar dan masuk baik karyawan maupun bukan ke area lingkungan perusahaan.
- c. Menjaga dan memelihara kerahasiaan yang berhubungan dengan intern perusahaan.

j. Kepala Bagian Penelitian dan Pengembangan

Tugas Kepala Bagian Penelitian dan Pengembangan antara lain:

- a. Bertanggung jawab kepada Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum dalam bidang penelitian dan pengembangan proses produksi.
- b. Mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bagian bawahannya.

Kepala Bagian Penelitian dan Pengembangan membawahi:

Seksi Penelitian

Seksi Pengembangan

k. Kepala Seksi

Kepala seksi adalah pelakana pekerjaan dalam lingkungan bidangnya sesuai dengan peraturan Kepala Bagian masing-masing agar diperoleh hasil yang maksimum dan efektif selama berlangsungnya proses produksi. Setiap kepala seksi bertanggung jawab terhadap kepala bagiannya masing-masing sesuai dengan bidangnya.

l. Pembagian Jam Kerja Karyawan

Pabrik Polistiren direncanakan beroperasi selama 330 hari dalam 1 tahun dan 24 jam sehari. Berdasarkan jam kerjanya, karyawan perusahaan dapat digolongkan menjadi 2 golongan yaitu : karyawan non-shift(harian) dan karyawan shift

a. Karyawan non-shift

Karyawan non shift adalah para karyawan yang tidak mengalami proses produksi secara langsung. Direktur utama, Direktur Teknik dan Produksi, Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum, Kepala Bagian serta bawahan yang berada di kantor. Karyawan non shift dalam satu minggu bekerja selama 5 hari dengan jam kerja sebagai berikut :

Senin – Kamis

Jam Kerja : 07.00 – 12.00 dan 13.00 – 16.00

Istirahat : 12.00 – 13.00

Jum'at

Jam Kerja : 07.00 – 11.30 dan 13.30 – 17.00

Istirahat : 11.30 – 13.30

Sabtu Minggu libur

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. Karyawan shift terdiri dari operator produksi, bagian teknik, bagian gudang dan bagian-bagian yang harus siaga untuk menjaga keselamatan serta keamanan pabrik. Para karyawan akan bekerja secara bergantian sehari semalam. Karyawan shift dibagi dalam 3 shift yaitu:

1) Shift Pagi : 07.00 – 15.00

2) Shift Sore : 15.00 – 23.00

3) Shift Malam : 23.00 – 07.00

Karyawan shift dibagi menjadi 4 regu, yaitu 3 regu bekerja dan 1 regu istirahat yang dilakukan secara bergantian. Setiap regu mendapatkan giliran 6 hari kerja dan satu hari libur untuk setiap shift dan masuk lagi untuk shift berikutnya. Untuk hari libur atau hari besar yang ditetapkan oleh pemerintah, regu yang bertugas tetap masuk, jadwal kerja masing-masing regu disajikan dalam tabel sebagai berikut: Jadwal Kerja Masing-masing Regu

Tabel 2.4 jadwal kerja

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

Keterangan :

P = Shift Pagi M = Shift Malam

S = Shift Siang L = Libur

Sistem upah karyawan dibuat berbeda-beda tergantung pada status karyawan, kedudukan, tanggung jawab dan keahlian, Menurut status karyawan ini dapat dibagi menjadi 3 golongan, sebagai berikut :

a. Karyawan tetap

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

b. Karyawan Harian

Karyawan harian adalah karyawan yang diangkat dan diberhentikan direksi tanpa surat keputusan (SK) direksi dan mendapat upah harian yang dibayar tiap akhir pekan.

c. Karyawan Borongan

Karyawan borongan adalah karyawan yang digunakan oleh pabrik bila diperlukan saja. Karyawan ini menerima upah borongan untuk suatu pekerjaan.

m. Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji

a. Penggolongan Jabatan

Pembagian gaji dilakukan setiap tanggal satu perbulan dan jumlah yang dibayar sesuai golongan ditambah tunjangan-tunjangan yang menjadi haknya. Perincian penggolongan jabatan dapat dilihat pada tabel berikut : Perincian Jabatan

Tabel 3.4 pengelolaan jabatan

No	Jabatan	Pendidikan Minimal
1	Direktur Utama	S2
2	Direktur Produksi & Teknik	S2
3	Direktur Keuangan & Umum	S2
4	Staff Ahli	S2
5	Ka. Bag. Produksi	S2
6	Ka. Bag. Teknik	S2
7	Ka. Bag. Pemasaran	S1
8	Ka. Bag. Keuangan dan administrasi	S1
9	Ka. Bag. Umum	S1
10	Ka. Bag. Litbang	S1
11	Ka. Bag. Humas dan Keamanan	S1
12	Ka. Bag. K3	S1
13	Ka. Sek. Proses	S1
14	Ka. Sek. Pengendalian	S1
15	Ka. Sek. Laboratorium	S1
16	Ka. Sek. Pemeliharaan	S1
17	Ka. Sek. Utilitas	S1
18	Ka. Sek. Pembelian	S1
19	Ka. Sek. Pemasaran	S1
20	Ka. Sek. Administrasi	S1
21	Ka. Sek. Kas	S1

No	Jabatan	Pendidikan Minimal
22	Ka. Sek. Personalia	S1
23	Ka. Sek. Humas	S1
24	Ka. Sek. Keamanan	S1
25	Ka. Sek. K3	S1
26	Ka. Sek. Litbang	S1
27	Karyawan Proses	D3
28	Karyawan Pengendalian	D3
29	Karyawan Laboratorium	D3
30	Karyawan Pemeliharaan	D3
31	Karyawan Utilitas	D3
32	Karyawan Pembelian	D3
33	Karyawan Pemasaran	D3
34	Karyawan Administrasi	D3
35	Karyawan Kas	D3
36	Karyawan Personalia	D3
37	Karyawan Humas	D3
38	Karyawan Keamanan	D3
39	Karyawan K3	D3
40	Karyawan Litbang	D3
41	Operator	D3
42	Supir	SMA/SMK
43	Librarian	SMA/SMK
44	Cleaning service	SMA/SMK
45	Dokter	S1
46	Perawat	D3

m. Jumlah Karyawan dan Gaji

.Jumlah karyawan harus ditentukan dengan tepat, sehingga semua pekerjaan yang ada dapat diselenggarakan dengan baik dan efektif. Perincian jumlah karyawan, golongan serta gaji dapat dilihat pada tabel : Perincian Gaji Karyawan

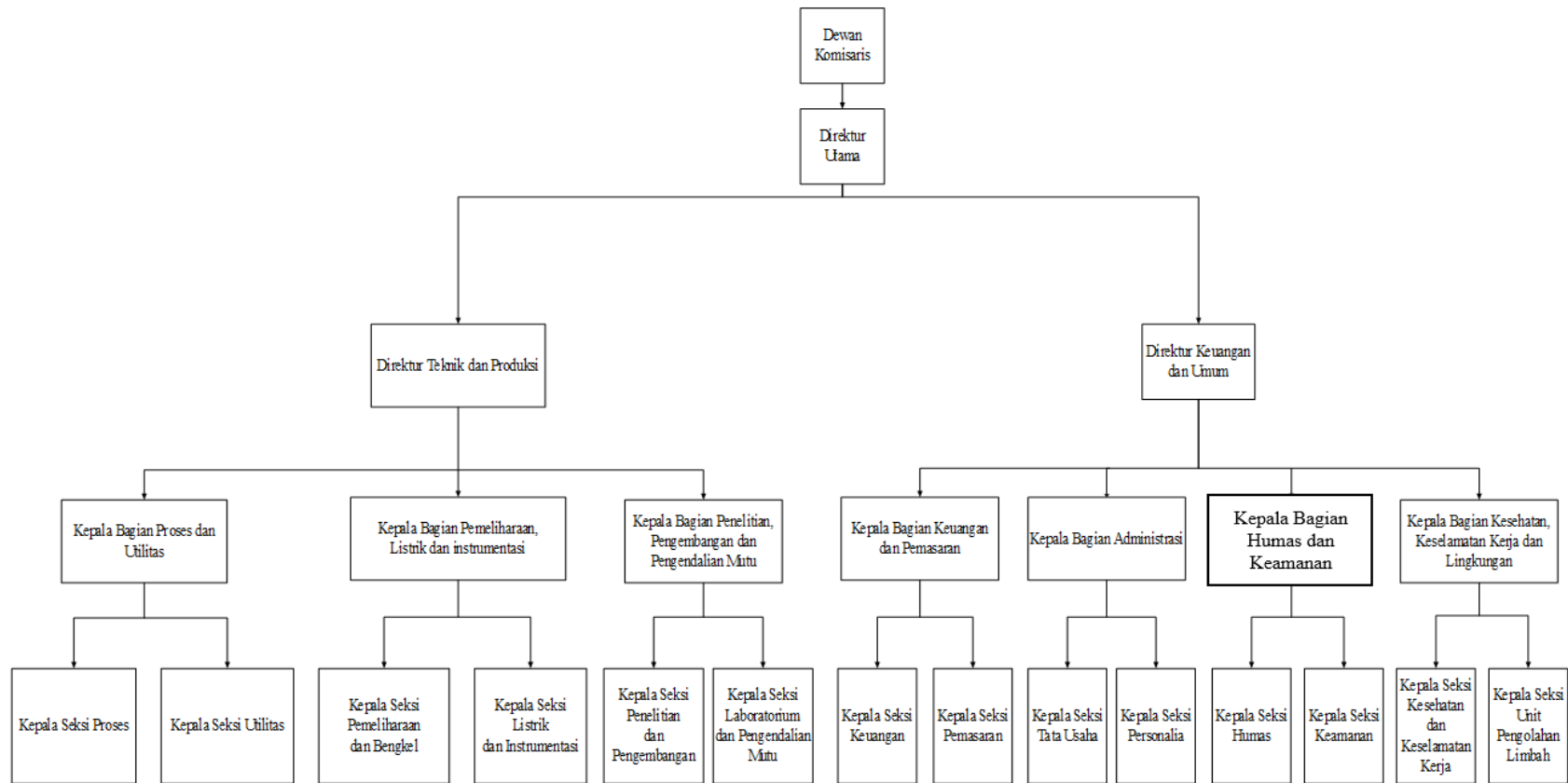
Tabel 4.4 perhitungan ekonomi

No	Jabatan	Gaji/Bulan	Total Gaji
1	Direktur Utama	Rp 50.000.000	Rp 50.000.000

2	Direktur Teknik dan Produksi	Rp 35.000.000	Rp 35.000.000
3	Direktur Keuangan dan Umum	Rp 35.000.000	Rp 35.000.000
4	Staff Ahli	Rp 30.000.000	Rp 30.000.000
5	Ka. Bag. Proses dan Utilitas	Rp 25.000.000	Rp 25.000.000
6	Ka. Bag. Perencanaan dan pemeliharaan	Rp 25.000.000	Rp 25.000.000
7	Ka. Bag. Mitra Bisnis	Rp 25.000.000	Rp 25.000.000
8	Ka. Bag. Teknologi	Rp 25.000.000	Rp 25.000.000
9	Ka. Bag. Litbang	Rp 25.000.000	Rp 25.000.000
10	Ka. Bag. Administrasi Keuangan	Rp 25.000.000	Rp 25.000.000
11	Ka. Bag. Pengembangan SDM	Rp 25.000.000	Rp 25.000.000
12	Ka. Bag. UMUM	Rp 25.000.000	Rp 25.000.000
13	Ka. Bag. IT	Rp 25.000.000	Rp 25.000.000
14	Ka. Sek. Utilitas	Rp 18.000.000	Rp 18.000.000
15	Ka. Sek. Proses	Rp 18.000.000	Rp 18.000.000
16	Ka. Sek. Bengkel dan Pemeliharaan	Rp 18.000.000	Rp 18.000.000
17	Ka. Sek. Operasi Pemeliharaan	Rp 18.000.000	Rp 18.000.000
18	Ka. Sek. Administrasi Pemasaran	Rp 18.000.000	Rp 18.000.000
19	Ka. Sek. Administrasi Penjualan	Rp 18.000.000	Rp 18.000.000
20	Ka. Sek. Pengelolaan Energi	Rp 18.000.000	Rp 18.000.000
21	Ka. Sek. Pengendalian Kualitas	Rp 18.000.000	Rp 18.000.000
22	Ka. Sek. K3	Rp 18.000.000	Rp 18.000.000
23	Ka. Sek. Keuangan	Rp 18.000.000	Rp 18.000.000

24	Ka. Sek. Pelaporan Keuangan dan Manajemen	Rp 18.000.000	Rp 18.000.000
25	Ka. Sek. Akutansi Biaya	Rp 18.000.000	Rp 18.000.000
26	Ka. Sek. Pelayanan UMUM	Rp 18.000.000	Rp 18.000.000
27	Ka. Sek. Keamanan	Rp 18.000.000	Rp 18.000.000
28	Karyawan Bengkel dan Pemeliharaan	Rp 8.000.000	Rp 32.000.000
29	Karyawan Operasi Pemeliharaan	Rp 8.000.000	Rp 32.000.000
30	Karyawan Administrasi Pemasaran	Rp 8.000.000	Rp 32.000.000
31	Karyawan Administrasi Penjualan	Rp 8.000.000	Rp 32.000.000
32	Karyawan Pengolahan Energi	Rp 8.000.000	Rp 32.000.000
33	Karyawan Pengendalian Kualitas	Rp 8.000.000	Rp 24.000.000
34	Karyawan K3	Rp 8.000.000	Rp 24.000.000
35	Karyawan Keuangan	Rp 8.000.000	Rp 24.000.000
36	Karyawan Pelaporan Keuangan	Rp 8.000.000	Rp 32.000.000
37	Karyawan Akutansi Biaya	Rp 8.000.000	Rp 32.000.000
38	Karyawan Pelayanan Umum	Rp 8.000.000	Rp 32.000.000
39	Karyawan SDM	Rp 8.000.000	Rp 32.000.000
40	Karyawan Operasi	Rp 8.000.000	Rp 112.000.000
41	Karyawan Utilitas	Rp 8.000.000	Rp 72.000.000
42	Karyawan IT	Rp 8.000.000	Rp 48.000.000
43	Operator proses	Rp 8.000.000	Rp 140.800.000
44	Operator Utilitas	Rp 8.000.000	Rp 70.400.000
45	Sekretaris	Rp 7.000.000	Rp 42.000.000

46	Dokter	Rp 20.000.000	Rp 40.000.000
47	Perawat	Rp 5.000.000	Rp 20.000.000
48	Satpam	Rp 3.500.000	Rp 17.500.000
49	Supir	Rp 3.500.000	Rp 24.500.000
50	Cleaning Service	Rp 3.300.000	Rp 23.100.000
Total		Rp 805.300.000	Rp 1.597.300.000



Gambar 4. 1 struktur organisasi

BAB V

UTILITAS

5.1 Pelayanan Teknik (Utilitas)

Dalam upaya untuk mendukung proses produksi dalam suatu pabrik diperlukan sarana penunjang yang penting demi kelancaran jalannya proses produksi. Sarana penunjang merupakan sarana lain yang diperlukan selain bahan baku dan bahan pembantu agar proses produksi dapat berjalan sesuai yang diinginkan.

Salah satu faktor yang menunjang kelancaran suatu proses produksi didalam pabrik yaitu penyediaan utilitas. Penyediaan utilitas untuk pabrik polistiren ini meliputi

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

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

5.2.1 Unit Penyediaan Air

Dalam memenuhi kebutuhan air suatu industri, pada umumnya menggunakan air sumur, air sungai, air danau maupun air laut sebagai sumber untuk mendapatkan air. Dalam perancangan pabrik Polistiren ini, sumber air yang digunakan berasal dari Laut. Laut ini terletak di daerah Laut Selat Sunda yang jaraknya tidak terlalu jauh dari

pabrik Polistiren ini. Pertimbangan menggunakan air laut sebagai sumber untuk mendapatkan air adalah sebagai berikut :

- a. Ketersediaan air laut yang sangat berlimpah dibandingkan dengan air sumur, maupun air sungai merupakan alasan digunakannya air laut sebagai bahan penyedia air dalam Utilitas pabrik Polistiren sehingga kendala akan kekurangan air dapat dihindari.
- b. Lokasi pendirian pabrik yang terletak tidak jauh dari pantai, dapat memudahkan akses pengangkutan dan penggunaan air sebagai kebutuhan pabrik. Hal ini juga dapat meminimalisir biaya transportasi.

Air di dalam lingkungan pabrik digunakan untuk :

5.2.2. Air Proses atau Air Pendingin

Sumber air yang akan diolah harus memenuhi syarat sebagai air yang digunakan dalam pabrik. Pada umumnya air digunakan sebagai media pendingin dan sistem pembangkit *steam* dipengaruhi oleh faktor faktor sebagai berikut :

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

5.2.3. Air Domestik

Air domestik atau air sanitasi yang digunakan untuk keperluan perkantoran dan rumah tangga. Air ini dapat digunakan untuk keperluan perumahan, kantor , laboratorium, masjid. Air domestic atau air sanitasi harus memenuhi kualitas tertentu yaitu :

Syarat fisika meliputi:

- a. Suhu : Dibawah suhu udara
- b. Warna : Jernih
- c. Rasa : Tidak berasa
- d. Bau : Tidak berbau

Syarat kimia meliputi :

- a. Tidak mengandung zat organik maupun zat anorganik
- b. Tidak beracun dan tidak mengandung bakteri

5.2.4 Air Umpan Boiler

Air umpan boiler dilakukan pengelolaan secara kimiawi meliputi :

- a. Zat yang dapat menyebabkan korosi karena air mengandung larutan-larutan asam, gas-gas terlarut seperti O_2 , CO_2 , H_2S dan NH_3 , O_2 masuk karena aerasi maupun kontak dengan udara luar.

b. Zat yang dapat menyebabkan kerak (*scale forming*) Pembentukan kerak disebabkan adanya kesadahan dan suhu tinggi, yang biasanya berupa garam-garam karbonat dan silika.

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

5.2.5. Unit Pengelolaan Air

Sumber air pabrik Polistiren berasal dari air laut. Untuk menghindari fouling yang terjadi pada alat-alat penukar panas, maka perlu diadakan pengolahan air laut. Pengolahan air untuk kebutuhan pabrik meliputi pengolahan secara fisik dan kimia, maupun penambahan desinfektan. Pengolahan secara fisis adalah dengan screening dan secara kimia adalah 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 discharge pompa diinjeksikan klorin sejumlah 1 ppm. Jumlah ini memenuhi untuk membunuh dan mencegah mikroorganisme perkembangbiakannya pada proses perkembangannya.

a. 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.

b. Demineralisasi

Air untuk umpan ketel pada reaktor harus murni dan bebas dari garam-garam terlarut yang terdapat didalamnya, Untuk itu perlu dilakukan proses demineralisasi. Alat demineralisasi terdiri atas penukar kation (*cation exchanger*) dan penukar anion (*anion exchanger*). Unit ini berfungsi untuk menghilangkan mineral-mineral yang terkandung dalam air seperti Ca^{2+} , Mg^{2+} , SO_4^{2-} , Cl^- dan lain-lain, dengan menggunakan resin. Air yang diperoleh adalah air bebas mineral yang akan diproses lebih lanjut menjadi air umpan boiler.

Proses *Cation Exchanger* dan *Anion Exchanger* berlangsung pada Resin *Mixed-Bed*. Resin *Mixed-Bed* adalah kolom resin campuran antara resin kation dan resin anion. Air yang mengandung kation dan anion bila dilewatkan ke Resin *Mixed-Bed* tersebut, kation akan terambil oleh resin kation dan anion akan terambil oleh resin

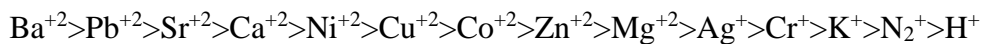
anion. Saat resin kation dan anion telah jenuh oleh ion-ion, resin penukar kation dan anion akan diregenerasi kembali.

c. *Cation Exchanger*

Cation Exchanger ini berisi resin penukar kation dengan formula RSO_3H , dimana pengganti kation – kation yang dikandung dalam air diganti dengan ion H^+ sehingga air yang akan keluar dari *Cation Exchanger* adalah air yang mengandung anion dan ion H^+ . Reaksi penukar kation :

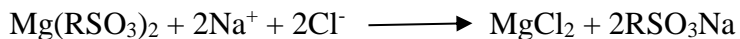


Ion Mg^{+2} dapat menggantikan ion H^+ yang ada dalam resin karena selektivitas Mg^{+2} lebih besar dari selektivitas H^+ . Urutan selektivitas kation adalah sebagai berikut :



Saat resin kation telah jenuh, maka resin penukar kation akan diregenerasi kembali.

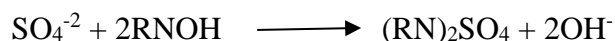
Larutan peregenerasi yang digunakan adalah NaCl . Reaksi Regenerasi :



d. *Anion Exchanger*

Anion Exchanger berfungsi untuk mengikat ion –ion negatif (anion) yang larut dalam air dengan resin yang bersifat basa, yang mempunyai formula RNOH , sehingga anion-anion seperti CO_3^{2-} , Cl^- , dan SO_4^{2-} akan membantu garam resin tersebut. Reaksi

Penukar Anion :

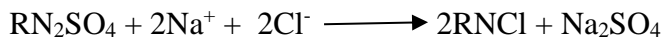


Ion SO_4^{2-} dapat menggantikan ion OH^- yang ada dalam resin karena selektivitas SO_4^{2-} lebih besar dari selektivitas OH^- . Urutan selektivitas anion adalah sebagai berikut:



Saat resin anion telah jenuh, maka resin penukar anion akan diregenerasi kembali.

Larutan peregenerasi yang digunakan adalah NaCl. Reaksi Regenerasi :



e. Deaerator

Air yang telah diproses dengan demineralisasi masih mengandung gas-gas terlarut seperti oksigen dan karbon dioksida. Gas-gas akan dihilangkan terlebih dahulu karena dapat menimbulkan korosi pada alat. Deaerator berfungsi untuk menghilangkan gas tersebut. Di dalam deaerator diinjeksikan bahan-bahan kimia, bahan tersebut adalah Hidrazin yang berfungsi untuk mengikat oksigen. Nitrogen yang terbentuk dari hasil reaksi bersama-sama dengan gas lainnya, dihilangkan dengan menggunakan stripping dengan steam bertekanan rendah. Larutan ammonia berfungsi untuk mengontrol pH. Air yang keluar deaerator pHnya 8,5-9,5. Kedalam air umpan boiler disuntikkan larutan Na_2HPO_4 untuk mencegah terbentuknya kerak silikat dan kalsium pada steam drum dan tube boiler. Sebelum diumpankan ke boiler air terlebih dahulu diberi dispersant.

f. Air Pendingin

Air pendingin yang digunakan dalam proses berasal dari air pendingin yang didinginkan dalam cooling tower, kehilangan air karena penguapan, terbawa tetesan udara maupun dilakukan blow down di cooling tower diganti dengan air yang disediakan di filtered water storage tank. Air pendingin harus mempunyai sifat yang

tidak korosif, tidak menimbulkan kerak, dan tidak menimbulkan lumut. Untuk menangani hal tersebut, air pendingin disuntikkan bahan-bahan kimia seperti :

- Klorin, untuk membunuh mikroorganisme.
- Fosfat, berguna untuk mencegah timbulnya kerak.
- Zat dispersant, untuk mencegah terbentuknya penggumpalan

g. Kebutuhan air

Air Proses

Kebutuhan air pembangkit *steam*

Tabel 1.5 air proses

Nama Alat	Kode	Jumlah (kg/jam)
Heater	HE-01	1664,62
Reboiler	RB-01	8323,79
Total		9988,41

Perancangan dibuat *over design* sebesar 20%

Kebutuhan *steam* = 20% x 9988,41Kg/jam = 11986,09544 Kg/jam

Blowdown = 15 % x kebutuhan *steam* = 15 % x 11986,09544 Kg/jam = 1797,914315

Kg/jam

Steam Trap = 5 % x kebutuhan *steam* = 5 % x 1797,914315 Kg/jam = 599,3047718

Kg/jam

Kebutuhan air *make up* untuk *steam*

= 1797,914315 Kg/jam + 599,3047718 Kg/jam = 2397,219087 Kg/jam kebutuhan air

pendingin

Tabel 2.5 kebutuhan air pendingin

Nama Alat	Kode	Jumlah (kg/jam)
Reaktor	R-01	121492,30
Cooler	CL-01	62262,74
Condenser	CD-01	5209,07
Total		188964,11

Perancangan dibuat *over design* sebesar 20 % , sehingga :

$$\text{Kebutuhan air pendingin} = 20 \% \times 188964,11 \text{Kg/jam} = 226756,932 \text{Kg/jam}$$

Make up air pendingin

$$W_m = W_e + W_d + W_b = 3276,637665 \text{ Kg/jam} + 45,35138636 \text{Kg/jam} + 1046,861168 \text{Kg/jam} = 4368,850219 \text{ Kg/jam}$$

h. Total Kebutuhan Air

- Kebutuhan air karyawan

- Menurut standar WHO, kebutuhan air untuk 1 orang adalah 100-120 liter per hari.

$$\text{Diambil kebutuhan air tiap orang} = 100 \text{ L/hari} = 4 \text{ Kg/jam}$$

- Jumlah karyawan = 180 orang

$$\text{Kebutuhan air untuk semua karyawan} = 750 \text{ Kg/jam}$$

- Kebutuhan air untuk mess

$$\text{Jumlah mess} = 24 \text{ rumah}$$

$$\text{Penghuni mess} = 72 \text{ orang}$$

$$\text{Kebutuhan air untuk mess} = 600 \text{ Kg/jam}$$

$$\text{Total kebutuhan air domestik} = (750 + 600) \text{ Kg/jam} = 1350 \text{Kg/jam}$$

- Kebutuhan service water

Perkiraan kebutuhan air untuk pemakaian layanan umum seperti bengkel, laboratorium, masjid, kantin, pemadam kebakaran, dll sebesar 1500 Kg/jam total kebutuhan air

Tabel 3.5 kebutuhan Air

No.	Keperluan	Jumlah (kg/jam)
1	<i>Domestik Water</i>	1350,00
2	<i>Service Water</i>	258,33
3	<i>Cooling Water</i>	226756,93
4	<i>Steam Water</i>	11986,10
	Total	240351,36

5.3 Unit Pembangkit Steam (Steam Generation System)

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

Kapasitas : 14.383,3145 kg/jam

Jenis : *fire tube boiler*

Jumlah : 1 buah

Boiler tersebut dilengkapi dengan sebuah unit *economizer safety valve sistem* dan pengaman-pengaman yang bekerja secara otomatis. Air dari *water treatment plant* yang akan digunakan sebagai umpan *boiler* terlebih dahulu diatur kadar silika, O₂, Ca, dan Mg yang mungkin masih terikut dengan jalan menambahkan bahan-bahan kimia ke dalam *boiler feed water tank*. Selain itu juga perlu diatur pH nya yaitu sekitar 10,5–11,5 karena pada pH yang terlalu tinggi korosivitasnya tinggi.

Sebelum masuk ke *boiler*, umpan dimasukkan dahulu ke dalam *economizer*, yaitu alat penukar panas yang memanfaatkan panas dari gas sisa pembakaran batubara yang

keluar dari *boiler*. Di dalam alat ini air dinaikkan temperaturnya hingga 170°C, kemudian diumpankan ke *boiler*.

Di dalam *boiler*, api yang keluar dari alat pembakaran (*burner*) bertugas untuk memanaskan lorong api dan pipa - pipa api. Gas sisa pembakaran ini masuk ke *economizer* sebelum dibuang melalui cerobong asap, sehingga air di dalam *boiler* menyerap panas dari dinding-dinding dan pipa-pipa api maka air menjadi mendidih, Uap air yang terbentuk terkumpul sampai mencapai tekanan 10 bar, baru kemudian dialirkan ke *steam header* untuk didistribusikan ke area-area proses.

5.4 Unit Pembangkit Listrik

Tabel 4.5 pembangkit listrik alat

Alat	Kode Alat	Daya	
		Hp	Watt
Mixer	M-01	300,0	223710,00
Reaktor	R-01	7,500	5592,750
Centrifuge	CF-01	6,000	4474,200
Pelletizer	PL-01	1,000	745,700
Screen	S-01	0,000	0,000
Belt Conveyor	BC-01	0,500	372,850
Belt Conveyor	BC-02	0,500	372,850
Belt Conveyor	BC-03	0,500	372,850
Bucket Elevator	BE-01	2,000	1491,400
Bucket Elevator	BE-02	2,000	1491,400
Bucket Elevator	BE-03	2,000	1491,400
Bucket Elevator	BE-04	2,000	1491,400
Screw Conveyor	SC-03	4,773	3559,152
Pump	P-01	2,000	1491,400
Pump	P-02	0,500	372,850
Pump	P-03	1,000	745,700
Pump	P-04	1,000	745,700

Pump	P-05	1,000	745,700
Pump	P-06	0,500	372,850
Total			249640,1521

Kebutuhan listrik pada pabrik Polistiren diperoleh melalui 2 sumber yaitu Perusahaan Listrik Negara (PLN) dan generator diesel. Generator diesel berfungsi sebagai tenaga cadangan ketika PLN terjadi gangguan.

Bahan bakar yang digunakan dalam menggunakan generator adalah solar dan udara yang ditekan untuk menghasilkan panas. Ketika panas sudah dihasilkan, panas tersebut digunakan sebagai pemutar poros engkol pada generator, sehingga generator dapat menghasilkan listrik.

Berikut adalah spesifikasi generator diesel yang digunakan:

Jenis = AC Generator

Kapasitas = 3.500 kW

Jumlah = 1

Kebutuhan listrik untuk proses kebutuhan Listrik Proses

Tabel 5.5 kebutuhan listrik pompa

Alat	Daya	
	Hp	Watt
Bak Penggumpal (Koagulasi dan Flokulasi)	2,00000	1491,4000
Blower Cooling Tower	20,00000	14914,0000
Kompresor Udara	7,00000	5219,9000
Pompa-01	15,00000	11185,5000
Pompa-02	15,00000	11185,5000
Pompa-03	15,00000	11185,5000
Pompa-04	15,00000	11185,5000
Pompa-05	10,00000	7457,0000

Alat	Daya	
	Hp	Watt
Pompa-06	10,00000	7457,0000
Pompa-07	10,00000	7457,0000
Pompa-08	15,00000	11185,5000
Pompa-09	15,00000	11185,5000
Pompa-10	1,50000	1118,5500
Pompa-11	5,00000	3728,5000
Pompa-12	3,00000	2237,1000
Pompa-13	2,61085	1946,9120
Pompa-14	2,61085	1946,9120
Pompa-15	0,35505	264,7601
Pompa-16	0,35505	264,7601
Pompa-17	0,35505	264,7601
Pompa-18	0,00001	0,0079
Pompa-19	0,35505	264,7601
Pompa-20	1,50000	1118,5500
Pompa-21	0,21704	161,8488
Total	147,0000	122.935,3213

a. Kebutuhan listrik untuk penerangan dan AC

Listrik untuk penerangan diperkirakan adalah sebesar 105,20 kW dan listrik untuk AC diperkirakan adalah sebesar 20 kW.

b. Kebutuhan listrik untuk laboratorium dan bengkel

Listrik untuk laboratorium dan bengkel diperkirakan adalah sebesar 16 kW.

c. Kebutuhan listrik untuk instrumentasi

Listrik untuk instrumentasi diperkirakan adalah sebesar 30 kW.

Total kebutuhan listrik pada pabrik Polistiren adalah sebesar :

Tabel 6.5 kebutuhan penerangan,ac

No	Keperluan	Kebutuhan (Kw)
1	Kebutuhan Plant	

	a. Proses	249,6402
	b. Utilitas	122,9353
2	a. Listrik Ac	20
	b. Listrik Penerangan	105
3	Laboratorium dan Bengkel	15
4	Instrumentasi	30
Total		542,7755

5.5 Unit Penyediaan Udara Tekan

Udara tekan diperlukan untuk pemakaian alat *pneumatic control*. Total kebutuhan udara tekan diperkirakan 50,0736 m³/jam.

5.6 Unit Penyedia Bahan Bakar

Unit ini bertujuan untuk menyediakan bahan bakar yang digunakan pada generator dan boiler. Bahan bakar yang digunakan untuk generator adalah solar (Industrial Diesel Oil) sebanyak 157,3207 kg/jam, sedangkan bahan bakar yang dipakai pada boiler adalah fuel oil sebanyak 1.093,6333 kg/jam.

5.7 Unit Pengolahan Limbah

Limbah yang dihasilkan oleh pabrik Polistiren ini adalah berupa limbah cair. Berikut adalah uraian dari treatment yang digunakan:

a. Pre – Treatment

Pre – Treatment yang dilakukan adalah pengendapan menggunakan bak pengendapan untuk menghilangkan padatan besar menggunakan gaya gravitasi.

b. Treatment Pertama

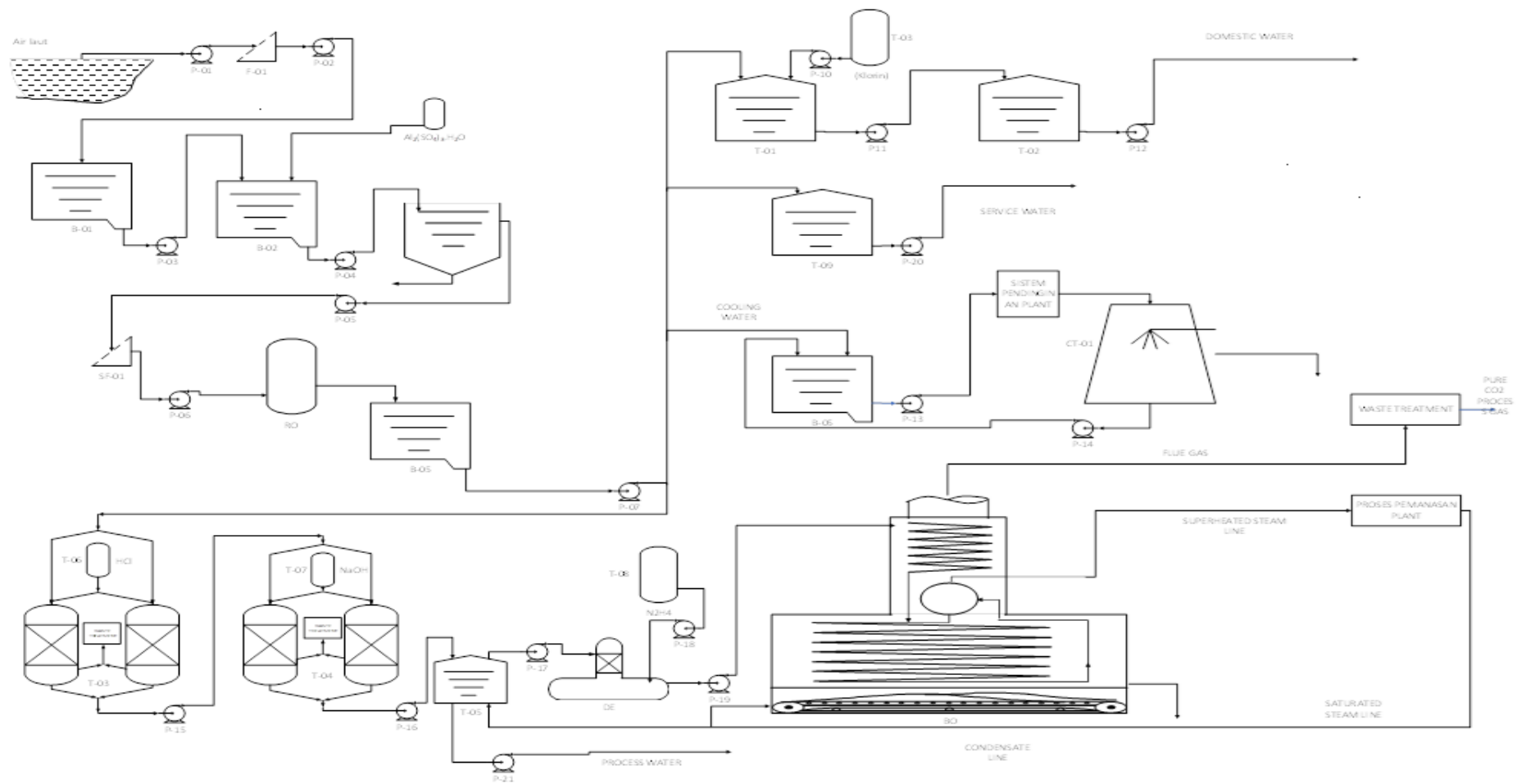
Treatment pertama berfungsi untuk meningkatkan kandungan oksigen dalam limbah cair. Pada *treatment* ini digunakan lumpur aktif organik yang dapat meningkatkan jumlah bakteri pengurai limbah organik. Proses aerasi dilakukan hingga nilai BOD, COD, dan DO standar diperoleh.

c. Treatment Kedua

Treatment kedua dilakukan jika limbah cair memiliki pH tidak netral. Proses penetralan dilakukan dengan cara menambahkan senyawa kimia yang dapat menetralkan atau dengan menambahkan air pada limbah cair tersebut.

d. Treatment Ketiga

Treatment ketiga berfungsi untuk membunuh mikroorganisme patogen yang terkandung di dalam air limbah. Desinfeksi mikroorganisme patogen dilakukan dengan cara meninjeksi gas Cl_2 pada limbah cair.



Gambar 1.5 diagram alir air utilitas

BAB VI

EVALUASI EKONOMI

Pada prarancangan pabrik polistiren diperlukan evaluasi ekonomi untuk memperkirakan apakah pabrik yang didirikan merupakan suatu investasi yang layak dan menguntungkan dari segi ekonomi atau tidak. Estimasi harga dari alat-alat merupakan bagian yang terpenting dalam prarancangan pabrik ini. Analisis ekonomi untuk mendapatkan perkiraan 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 terjadi titik impas atau titik dimana pabrik tidak untung dan tidak rugi. Dalam evaluasi ekonomi ini faktor-faktor yang ditinjau adalah sebagai berikut:

- a. *Return On Investment (ROI)*
- b. *Pay Out Time (POT)*
- c. *Discounted Cash Flow Rate Of Return (DCFR)*
- d. *Break Even Point (BEP)*
- e. *Shut Down Point (SDP)*

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

- a. Penentuan modal industry (*Total Capital Investment*)
- b. Modal tetap (*Fixed Capital Investment*)
- c. Modal kerja (*Working Capital Investment*)

- d. Penentuan biaya produksi total (*Total Production Cost*)
- e. Biaya pembuatan (*Manufacturing Cost*)
- f. Biaya pengeluaran umum (*General Expenses*)

Pendapatan Modal

Untuk mengetahui titik impas, maka perlu dilakukan perkiraan terhadap:

- a. Biaya tetap (*Fixed Cost*)
 - b. Biaya variable (*Variable Cost*)
 - c. Biaya mengambang (*Regulated Cost*)
1. Analisa Keuntungan
 2. Analisa Kelayakan

6.1 Perhitungan Biaya

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.

c. 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 :

d. Direct Cost

Direct Cost adalah pengeluaran yang berkaitan langsung dengan pembuatan produk.

e. Indirect Cost

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

f. Fixed Cost

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

g. General Expense

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

6.2 Analisa Kelayakan

Studi kelayakan dari pabrik polistiren dari monomer stiren dapat dilihat dari parameter-parameter ekonomi. Pabrik ini dikategorikan sebagai pabrik dengan resiko rendah (*low risk*) dengan pertimbangan bahwa teknologi yang digunakan sudah ada sebelumnya. Selain itu, temperature maksimum proses dalam pabrik ini sebesar 167°

C dan tekanan yang digunakan relatif rendah. Beberapa cara yang digunakan untuk menyatakan kelayakan adalah:

6.2.1. Percent Return On Investment (ROI)

Return On Investment digunakan sebagai sebuah pertimbangan penting karena ROI menunjukkan seberapa cepat pengembalian investasi berdasarkan pada keuntungan.

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

Keuntungan atau profit dihitung berdasarkan *annual sales* (Sa) dan *total manufacturing cost*. *Finance* akan dihitung sebagai komponen yang berisikan pengembalian utang selama pembangunan pabrik. *Finance* akan berkontribusi terhadap *cash flow* dari pabrik ini. Pabrik dengan resiko rendah mempunyai nilai minimum ROI *before tax* sebesar 11%, sedangkan pabrik dengan resiko tinggi mempunyai nilai minimum ROI *before tax* sebesar 44%.

6.2.2. 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.
- d. Pabrik dengan resiko rendah mempunyai nilai POT maksimal 5 tahun, sedangkan pabrik dengan resiko tinggi mempunyai nilai POT maksimal 2 tahun.

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

6.2.3. Break Even Point (BEP)

Break even Point (BEP) adalah:

- a. Titik impas produksi (suatu kondisi dimana pabrik tidak mendapatkan keuntungan maupun kerugian).
- b. Titik yang menunjukkan pada tingkat berapa biaya dan penghasilan jumlahnya sama. Dengan BEP kita dapat menentukan harga jual dan jumlah unit yang dijual secara minimum dan berapa harga serta unit penjualan yang harus dicapai agar mendapat keuntungan.
- c. Kapasitas produksi pada saat *sales* sama dengan *total cost*. Pabrik akan rugi jika beroperasi di bawah BEP dan akan untung jika beroperasi di atas BEP.
- d. Nilai BEP pada umumnya memiliki nilai berkisar 40% - 60%.

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

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

6.2.4. Shut Down Point (SDP)

Shut Down Point (SDP) adalah:

- a. Suatu titik atau saat penentuan suatu aktivitas produksi dihentikan. Penyebabnya antara lain *Variable Cost* yang terlalu tinggi, atau bisa juga karena keputusan manajemen akibat tidak ekonomisnya suatu aktivitas produksi (tidak menghasilkan *profit*).
- b. Persen kapasitas minimal suatu pabrik dapat mencapai kapasitas produk yang diharapkan dalam setahun. Apabila tidak mampu mencapai persen minimal kapasitas tersebut dalam satu tahun, maka pabrik harus berhenti beroperasi atau tutup.
- c. Level produksi dimana biaya untuk melanjutkan operasi pabrik akan lebih mahal daripada biaya untuk menutup pabrik dan membayar *Fixed Cost*.
- d. Merupakan titik produksi dimana pabrik mengalami kebangkrutan sehingga pabrik harus berhenti atau tutup.

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

6.2.5. Discounted Cash Flow Rate Of Return (DCFRR)

Discounted Cash Flow Rate Of Return (DCFRR) adalah

- a. Analisa kelayakan ekonomi dengan menggunakan DCFRR 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.
- d. Asumsi yang digunakan dalam perhitungan DCFRR adalah
 - Umur ekonomis pabrik yaitu 10 tahun
 - Annual *profit* dan *taxes* konstan setiap tahun
 - Depresiasi sama setiap tahun

Persamaan untuk menentukan DCFRR:

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

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 DCFRR

6.3 Hasil Perhitungan

Perhitungan rencana pendirian pabrik polistiren ini memerlukan rencana perhitungan analisis. Hasil rancangan masing – masing disajikan pada Tabel berikut:

Physical Plant Cost (PPC)

Tabel 1.6 perhitungan ekonomi

No	Jenis	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	Purchased Equipment cost	Rp 204.021.762.272	\$ 14.119.153
2	Delivered Equipment Cost	Rp 51.005.440.568	\$ 3.529.788
3	Instalasi cost	Rp 87.729.357.777	\$ 6.071.236
4	Pemipaan	Rp 73.447.834.418	\$ 5.082.895
5	Instrumentasi	Rp 61.206.528.682	\$ 4.235.746
6	Insulasi	Rp 16.321.740.982	\$ 1.129.532
7	Listrik	Rp 30.603.264.341	\$ 2.117.873
8	Bangunan	Rp 270.315.000.000	\$ 18.706.920
9	Land & Yard Improvement	Rp 538.090.000.000	\$ 37.238.062
Total		Rp1.332.740.929.039	\$ 92.231.206

Tabel 2.6 *direct plant cost (DPC)*

No	<i>Type of Capital Investment</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Teknik dan Konstruksi	Rp 266.548.185.808	\$ 18.446.241,23
Total (DPC + PPC)		Rp 804.638.185.808	\$ 55.684.303,52

Tabel 3.6 *fixed capital investment (FCI)*

No	<i>Type of Capital Investment</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Total DPC + PPC	Rp 804.638.185.808	\$ 55.684.303,52
2	Kontraktor	Rp 80.463.818.581	\$ 5.568.430,35
3	Biaya tak terduga	Rp 80.463.818.581	\$ 5.568.430,35
Fixed Capital Investment (FCI)		Rp 965.565.822.969	\$ 66.821.164,22

Tabel 4.6 *direct manufacturing cost (DMC)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Raw Material</i>	Rp 1.817.377.187.504	\$ 125.770.048
2	<i>Labor</i>	Rp 19.167.600.000	\$ 1.326.478
3	<i>Supervision</i>	Rp 2.300.112.000	\$ 159.177
4	<i>Maintenance</i>	Rp 19.311.316.459	\$ 1.336.423
5	<i>Plant Supplies</i>	Rp 2.896.697.469	\$ 200.463
6	<i>Royalty and Patents</i>	Rp 27.960.750.000	\$ 1.935.000
7	<i>Utilities</i>	Rp 79.911.925.416	\$ 5.530.237
Direct Manufacturing Cost (DMC)		Rp 1.968.925.588.848	\$ 136.257.826

Tabel 5.6 *indirect manufacturing cost (IMC)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
----	------------------------	------------	------------

1	<i>Payroll Overhead</i>	Rp 2.875.140.000	\$ 198.972
2	<i>Laboratory</i>	Rp 1.916.760.000	\$ 132.648
3	<i>Plant Overhead</i>	Rp 15.334.080.000	\$ 1.061.182
4	<i>Packaging and Shipping</i>	Rp 139.803.750.000	\$ 9.675.000
<i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>		Rp 159.929.730.000	\$ 11.067.801

Tabel 6. 6 *fixed manufacturing cost (FMC)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Depreciation</i>	Rp 96.556.582.297	\$ 6.682.116,42
2	<i>Propertu taxes</i>	Rp 19.311.316.459	\$ 1.336.423,28
3	<i>Insurance</i>	Rp 9.655.658.230	\$ 668.211,64
<i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>		Rp 125.523.556.986	\$ 8.686.751,35

Tabel 7.6 *manufacturing Cost (MC)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>	Rp 1.968.925.588.848	\$ 136.257.826,22
2	<i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>	Rp 159.929.730.000	\$ 11.067.801,38
3	<i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>	Rp 125.523.556.986	\$ 8.686.751,35
<i>Manufacturing Cost (MC)</i>		Rp 2.254.378.875.834	\$ 156.012.378,95

Tabel 8.6 *working capital (WC)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Raw Material Inventory</i>	Rp 165.216.107.955	\$ 11.433.640,69
2	<i>In Process Inventory</i>	Rp 102.471.767.083	\$ 7.091.471,77

3	<i>Product Inventory</i>	Rp 204.943.534.167	\$ 14.182.943,54
4	<i>Extended Credit</i>	Rp 254.188.636.364	\$ 17.590.909,09
5	<i>Available Cash</i>	Rp 204.943.534.167	\$ 14.182.943,54
<i>Working Capital (WC)</i>		Rp 931.763.579.735	\$ 64.481.908,63

Tabel 9.6 general expense (GE)

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Administration</i>	Rp 67.631.366.275	\$ 4.680.371,37
2	<i>Sales expense</i>	Rp 112.718.943.792	\$ 7.800.618,95
3	<i>Research</i>	Rp 67.631.366.275	\$ 4.680.371,37
4	<i>Finance</i>	Rp 37.946.588.054	\$ 2.626.061,46
<i>General Expense (GE)</i>		Rp 285.928.264.396	\$ 19.787.423,14

Tabel 10.6 total production cost (TPC)

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Manufacturing Cost (MC)</i>	Rp 2.254.378.875.834,000	\$ 156.012.378,95
2	<i>General Expense (GE)</i>	Rp 285.928.264.395,836	\$ 19.787.423,14
<i>Total Production Cost (TPC)</i>		Rp 2.540.307.140.229,830	\$ 175.799.802,09

Tabel 11.6 fixed cost (FA)

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Depreciation</i>	96.556.582.297	6.682.116
2	<i>Property taxes</i>	19.311.316.459	1.336.423
3	<i>Insurance</i>	9.655.658.230	668.212
<i>Fixed Cost (Fa)</i>		125.523.556.986	8.686.751

Tabel 12.6 *variable cost (Va)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Raw material</i>	1.817.377.187.504	125.770.048
2	<i>Packaging & shippig</i>	139.803.750.000	9.675.000
3	<i>Utilities</i>	79.911.925.416	5.530.237
4	<i>Royalties and Patents</i>	27.960.750.000	1.935.000
<i>Variable Cost (Va)</i>		2.065.053.612.920	142.910.285

Tabel 13.6 *regulated cost (Ra)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Labor cost</i>	19.167.600.000	1.326.478
2	<i>Plant overhead</i>	15.334.080.000	1.061.182
3	<i>Payroll overhead</i>	2.875.140.000	198.972
4	<i>Supervision</i>	2.300.112.000	159.177
5	<i>Laboratory</i>	1.916.760.000	132.648
6	<i>Administration</i>	67.631.366.275	4.680.371
7	<i>Finance</i>	37.946.588.054	2.626.061
8	<i>Sales expense</i>	112.718.943.792	7.800.619
9	<i>Research</i>	67.631.366.275	4.680.371
10	<i>Maintenance</i>	19.311.316.459	1.336.423
11	<i>Plant supplies</i>	2.896.697.469	200.463
<i>Regulated Cost (Ra)</i>		349.729.970.324	24.202.766

6.4 Resiko Pabrik Dan Hubungan Dengan Kelayakan Pabrik

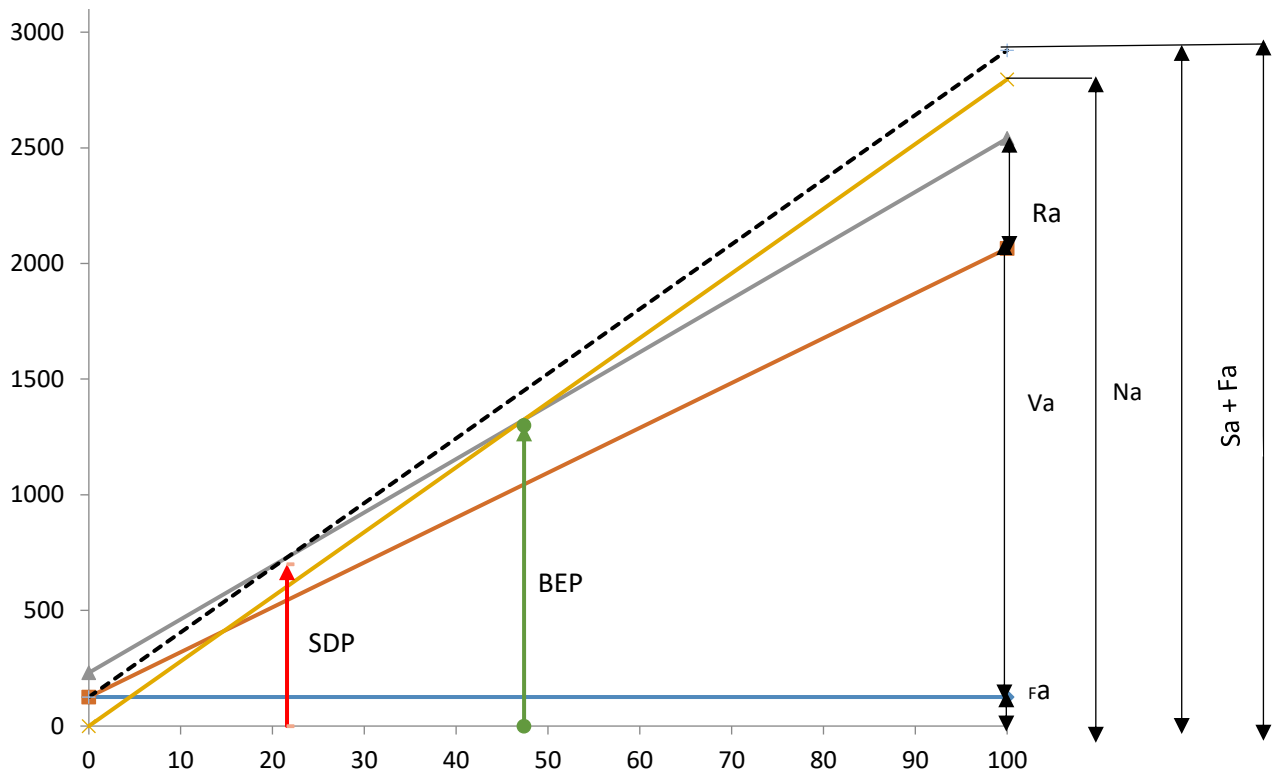
Dalam mekanisme pernjalana pabrik dengan kapasitas cukup besar, tentu memiliki ragam faktor resiko yang akan di hadapi, dikarenakan pabrik yang akan dijalankan beroperasi secara *continue* jadi selama 24 jam seluruh rangkaian pabrik harus beroperasi termasuk management sumber daya dan *maintance* alat proses. Dalam hal ini kami menganalisa dengan metode ekonomi maupun teknik yang dapat diambil penjelasan dari pabrik Polistiren yang akan kami dirikan ini :

- a. Pendirian pabrik Polistiren dari Monomerstiren dengan kapasitas 90.000 Ton/Tahun, sangat dibutuhkan untuk di dirikan karna kebutuhan konsumsi penggunaan *styroafoam* dan juga kapas putih sagat tinggi di Indonesia bahkan di tiap tahun nya.
- b. Ditinjau dari aspek bahan baku, pemasaran dan kawasan lingkungan pendirian pabrik yang berlokaso di daerah Provinsi Banten, sangat menguntungkan untuk pemasaran baik secara import ataupun local, karna akses jalan yang sangat mudah serta terletak dikawasan Industri dan juga dekat dengan pelabuhan merak.
- c. Pabrik polistiren dari monomerstiren dengan kapasitas 90.000 Ton/Tahun memiliki resiko pabrik dengan kategori rendah karna suhu oprasi masi tergolong normal, bahan baku yang digunakan hasil dari olahan limbah *styroafom* dan bahan baku bukan dalam golongan mudah terbakar.
- d. Pabrik yang akan dibangun ditinjau dari aspek kelayakan, tentu setelah melalui analisis ekonomi maka pabrk ini sangat layak untuk didirikan, bukan hanya sebagai pabrik yang membantu untuk produksi polistiren saja tetapi ada aspek pengolahan limbah dari sampah *styroafom* sebagai konsumsi rumah tangga. Serta membantu pemerintah untuk menekan jumlah *import* produk polistiren dari luar negri, karna bisa menghemat devisa negara.
- e. Bahkan pabrik yang akan didirikan ini memiliki kapasitas produksi yang cukup besar, jika demikian tentu diperlukan juga sumber daya yang cukup agar proses

berjalan nya pabrik dapat sesuai dengan yang sudah direncanakan sehingga produk yang dihasilkan pun akan mampu menjawab kebutuhan di pasaran.

f. Jika pabrik beresiko sangat tinggi untuk dioperasikan otomatis akan memiliki (ROI) sebelum pajak harus diatas 44% sedangkan pabrik yang akan didirikan ini memiliki (ROI) sebelum pajak masi diantar 11%-44% (Aries Newton,P.193)

g. maka jika pabrik beresiko tinggi (POT) sebelum pajak maksimal 2 tahun, sedangkan pabrik beresiko rendah yang akan didirikan (POT) sebelum pajak maksimal 5 tahun (Aries Newton,P.193)



Gambar 1.6 evaluasi ekonomi

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1. Kesimpulan

Hasil perancangan pada pabrik polistiren dari monomer stiren dengan kapasitas 90.000 ton/tahun ditinjau dari kondisi operasi, kondisi *social* dan budaya serta *factor* ekologis terhadap dampak lingkungan yang menjadi pertimbangan terberat, hasil perancangan yang telah dibuat ini secara *explisit* dapat kami Tarik benang merah nya sebagai berikut

a. *Return Of Investment* (ROI)

Presentasi ROI yang dihasilkan sebelum pajak sebesar 24% sedangkan ROI pajak sebesar 18%. Dan untuk ROI sebelum pajak untuk pabrik yang didirikan beresiko tinggi sekitar 44% dan resiko yang dihasilkan paling rendah adalah 11% (Aries dan Newton,1995)

b. *Pay Out Time* (POT)

Sedangkan untuk POT untuk pabrik yang didirikan dengan jangka resiko 2 tahun dan dengan resiko rendah jangka waktu 5 tahun. POT yang diperoleh sebelum pajak 4 tahun sedangkan POT sesudah pajak diperoleh dalam jangka waktu 5 tahun.

c. *Break Event Point* (BEP)

Diperoleh dengan besaran 48.38% sedangkan untuk *Shut Down Point* (SDP) dapat diperoleh sebesar 26.29%. Untuk kalkulasi pendirian pabrik kimia adalah sebesar 40% - 60% sedangkan SDP yang dihasilkan sebesar 20% - 30%.

- d. *Discount Cash Flow Rate* (DCFR) dapat diperoleh sebesar 7.13% dengan syarat untuk minimum DCFR adalah dengan kalkulasi diatas suku bunga pinjaman yang dilakukan bank, 1.5 x suku bunga pinjaman bank.

Berdasarkan analisa ekonomi yang dilakukan dengan point diatas maka dapat disimpulkan pabrik polistiren dari monmer stiren dengan kapasitas 90.000 Ton/Tahun. Sangat layak untuk didirikan sebagai bagian dari pelengkap kebutuhan polistiren dipasaran dan tentu perlu terus dikaji agar lebih akurat dalam pendirian nya.

7.2.SARAN

Perancangan pabrik kimia untuk memenuhi parameter idealitas maka perlu menggunakan beberapa konsep-konsep dasar yang akan meningkatkan kelayakan pada proses pendirian pabrik kimia, diantara konsep dasar itu adalah:

- a. Optimalisasi yang perlu diperhatikan adalah dalam pemilihan alat proses, alat penunjang, serta bahan baku yang digunakan dengan angka keuntungan yang perlu ditetapkan untuk menembus *profit* yang besar
- b. Dalam perjalanan pabrik kimia tidak pernah terlepas dari imbah sesuatu pabrik yang dihasilkan sehingga dalam proses sebelum pabrik didirikan ada yang namanya analisis dampak lingkungan (Amdal) yang mana metode pertimbangan ini digunakan dalam perndirian suatu pabrik agar tidak mencemari lingkungan dan merusak alam.
- c. Produk yang dihasilkan berupa polistiren yang dimana kegunaannya dapat memenuhi kebutuhan pasaran di nasional maupun internasional, oleh karna itu analisis, konsep, pertimbangan, serta tujuan pendirian pabrik perlu di lakukan bahasan yang serius agar jumlah produksi tiap tahun nya dapat memenuhi kebutuhan pasar.

DAFTAR PUSTAKA

- Aries, R.S., and N. (1955). Chemical Engineering Cost Estimation. *Mc Graw Hill Handbook Co., Inc. New York.*
- Austin, G. T. (1984). Shreve's Chemical Process Industries, 5th ed. *Mc Graw Hill Book Co., Inc. New York.*
- Billmeyer, F. W. (n.d.). Textbook of polymer Science, 3rd Edition. *John Willey and Sons, inc, Singapore.*
- Brandrup, J., Immergut, E. H. (n.d.). NoPolymer Handbook, 2ed. Title. *John Wiley and Sons, Inc., New York.*
- Brown, G. G. (n.d.). Unit Operations. *John Wiley and Sons Inc. New York.*
- Brownell, L. E. and Y. E. H. (1979). Process Equipment Design. *And, John Wiley York., Sons Inc. New.*
- Carey, Francis A. & Giuliano, R. M. (n.d.). Organic Chemistry, 9th edition. *New York: McGraw-Hill Education.*
- Coulson, J. M. and Richardson, J. F. (n.d.). Chemical Engineering, 1st edition., *Pergason Press. Oxford., Volume 6.*
- <https://sipsn.menlhk.go.id/sipsn/public/data/komposisi>. (2021). Data Pengolahan Sampah Dan Rth. *Kementrian Lingkungan Hidup Republik Indonesia.*
- Ii, B. A. B., & Pustaka, T. (1977). (*Sumber: Pudjanarso dan Nursuhud, 2006*). 5–34.
- Kern, D. Q. (1950). Process Heat Transfer. *Mc. Graw-Hill International Book Company Inc. New York.*
- Kirk, R. E., and O. D. F. (n.d.). Encyclopedia of Chemical Technology, 4th ed. *The*

Interscience Encyclopedia Inc. New York.

- Maulana, Y. S. (2018). *PEMILIHAN LOKASI PABRIK PT SUNG CHANG INDONESIA* Yogi Sugiarto Maulana Sung Chang Indonesia memilih Kota diantaranya menurut Richard L Daft. 2(2), 211–222.
- Mohseni, G. (2013). *Simulation , Optimization & Control of Styrene Bulk Polymerization in a Tubular Reactor*. 32(4), 69–79.
- Murray, R.K., Granner, D.K., Mayes, P.A., dan Rodwell, V. W. (n.d.). Biokimia Harper, Edisi 25. *Jakarta : Penerbit Buku Kedokteran EGC.*
- Newton, A., & Newton, A. (n.d.). *BAB V*. 93–95.
- Perry, R. H., and Green, D. W. (2004). *Perry’s Chemical Engineers, 7th ed. McGraw Hill Companies Inc. USA.*
- Perry, R. H., and G. (1978). *Perry’s Chemical Engineers, 7th ed. McGraw Hill Companies Inc. USA., 34.*
- Peters, M.S., and Timmerhaus, K.D. (n.d.). *Plant Design and Economics for Chemical Engineers, 5th ed. Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York.*
- R.K.Sinnot. (183M). *An Introduction to Chemical Engineering Design. Pergamon Press. Oxford.*
- Schwarz, R. A. (1983). *Expandable polystyrene composition and process. US Patent 4446208A.*
- Springer Berlin Heilderberg Ulrich, G. D. (1984). *A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics. John Wiley and Sons, Inc., New York.*
- Strobl G. (2007). *The Physics of Polymer: Concepts for Understanding Their*

Structures and Behavior. *New York:*

Wallas, S. M. (1999). *Chemical Process Equipment. Mc. Graw Hill Book*

Koagakusha Company. Tokyo.

Yaws, C. L. (1999). *Chemical Properties Handbook. Mc Graw Hill Handbooks. New*

York.

(<https://sipsn.menlhk.go.id/sipsn/public/data/komposisi>, 2021) diakses pada tanggal

15 November, 2021 pukul 14.25 wib.

LAMPIRAN

LAMPIRAN

REAKTOR POLIMERISASI

Fungsi : Tempat terjadinya polimerisasi stiren menjadi polistiren

Jenis : Reaktor alir tangki berpengaduk

Fasa : Cair

Jumlah : 1 unit

Kondisi operasi : Eksotermis

$$T = 90^{\circ}\text{C}$$

$$P = 1 \text{ atm}$$

Reaksi polimerisasi monomer stiren menjadi polistiren merupakan reaksi polimerisasi adisi (chain-reaction polymerization) di mana reaksi ini terdiri dari 3 (tiga) tahapan, yaitu tahapan inisiasi, tahap propagasi, dan tahap terminasi. Penentuan kinetika reaksi setiap tahap dijabarkan sebagai berikut:

a. Tahap inisiasi

Tahap inisiasi merupakan langkah pembentukan radikal bebas. Tahap ini terdiri penguraian inisiator dan adisi molekul monomer pada salah satu radikal bebas. Reaksi yang terjadi pada tahap ini adalah :

Reaksi pembentukan radikal bebas : $I \rightarrow 2R^{\bullet}$

Reaksi adisi dari radikal bebas ke monomer : $R^{\bullet} + M \rightarrow RM^{\bullet}$

Kecepatan reaksi pada tahap inisiasi adalah :

$$r_I = -k_d[I] \quad (1a)$$

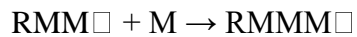
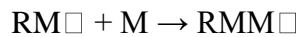
$$r_d = 2 \cdot f \cdot [I] \quad (1b)$$

Keterangan : r_i = Kecepatan pengurangan inisiator tiap waktu, mol/(L.jam) r_d = Kecepatan pembentukan radikal bebas, mol/(L.jam) k_d = Konstanta kecepatan reaksi tahap inisiasi, /jam f = Faktor efisiensi, %

$[I]$ = Konsentrasi inisiator sisa, mol/L

b. Tahap propagasi

Tahap propagasi merupakan langkah pembentukan rantai polimer. Pada tahap ini terjadi reaksi adisi molekul monomer dengan radikal monomer yang terbentuk dalam tahap inisiasi. Reaksi yang terjadi pada tahap ini adalah :



Dst

Kecepatan reaksi pada tahap propagasi adalah :

$$r_p = k_p [RM\cdot] [M]$$

Keterangan :

r_p = Kecepatan reaksi tahap propagasi, mol/(L.jam)

k_p = Konstanta kecepatan reaksi tahap propagasi, L/mol/jam

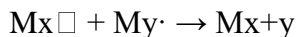
$[RM\cdot]$ = Konsentrasi radikal monomer, mol/L

$[M]$ = Konsentrasi monomer sisa, mol/L

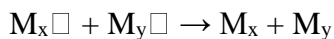
c. Tahap terminasi

Tahap terminasi terjadi reaksi antara radikal polimer yang sedang tumbuh dengan radikal mula-mula yang terbentuk dari inisiator atau antara radikal polimer yang sedang tumbuh dengan radikal polimer yang tinggi. Reaksi pada tahap ini dapat terjadi melalui 2 (dua) cara, yaitu :

- a. Reaksi secara coupling (tumbukan menyambung atau lengket)



- b. Reaksi secara disproporsionasi (setelah bertumbukan tidak aktif lagi)



Kecepatan reaksi pada tahap terminasi adalah :

$$r_t = 2 \cdot [M\cdot]^2$$

Keterangan :

r_t = Kecepatan reaksi terhadap terminasi, mol/(L.jam) kt

Konstanta kecepatan reaksi tahap terminasi, L/mol/jam

$[M\cdot]$ = Konsentrasi radikal monomer, mol/L

Apabila di asumsikan bahwa konsentrasi radikal bebas tetap, maka kecepatan reaksi sama dengan kecepatan reaksi terminasi.

$$r_d = r_t \rightarrow 2 \cdot f \cdot k_d[I] = 2k_t[M\cdot]^2$$

$$[M\cdot] = \left[\frac{f \cdot k_d[I]}{k_t} \right]^{0,5}$$

Persamaan (4) disubstitusikan ke persamaan (2) menjadi :

$$r_p = k_p \left[\frac{f \cdot k_d}{k_t} \right]^{0,5} [I]^{0,5} [M]$$

jika K merupakan konstanta kecepatan reaksi overall

$$k_p \left[\frac{f \cdot k_d}{k_t} \right]^{0,5}$$

Maka :

$$r_p = k[M][I]^{0,5}$$

Persamaan (6) ini merupakan kecepatan reaksi polimerisasi yang akan digunakan untuk merancang reaktor.

Penentuan nilai konstanta reaksi k_d , k_p , k_t dan K

Nilai konstanta reaksi dapat dihitung dengan mengikuti persamaan Arrhenius

$$k = A \cdot \exp\left(\frac{-E}{RT}\right)$$

Keterangan :

k = Konstanta kecepatan reaksi A = Faktor tumbukan

E = Energi aktivasi, kal/mol

R = Konstanta (1,987 kal/mol/K)

T = Suhu, K

Reaksi polimerisasi stiren monomer menjadi polistiren membutuhkan inisiator dan pelarut, di mana pada perancangan pabrik kali ini digunakan benzoil peroksida sebagai inisiator dan etil benzen sebagai pelarut. Isisiator benzoil peroksida ini bekerja pada suhu 90°C (Flory, 1969). Untuk menjaga distribusi berat molekul sempit, maka

reaksi harus dijalankan dalam kondisi isothermal agar nilai konstanta kecepatan reaksi bernilai konstan.

a. Konstanta kecepatan reaksi terhadap inisiasi (k_d)

Reaksi polimerisasi stiren monomer yang dijalankan pada suhu 90°C dengan benzoil peroksida sebagai inisiator dan etil benzen sebagai pelarut memiliki konstanta kecepatan reaksi tahap inisiasi (k_d) sebesar $0,00011/\text{s}$ atau $0,3960/\text{jam}$

(Brandrup, 1975)

$$K_d = 0,00011/\text{s}$$

$$K_d = 0,396/\text{jam}$$

b. Konstanta kecepatan reaksi tahap propagasi (k_p)

$$E_p/R = -2,6 \text{ kal}/(\text{mol}\cdot\text{K})$$

$$A_p = 1,1645 \text{ (Estenoz, 1996)}$$

Bila data-data di atas dimasukkan ke persamaan (7), maka :

$$k_p = 1502,41 \text{ L}/(\text{mol}\cdot\text{s}) \quad k_p = 5408676 \text{ L}/(\text{mol}\cdot\text{jam})$$

c. Konstanta kecepatan reaksi tahap terminasi (k_t)

$$E_t = 1900 \text{ kal/mol}$$

$$A_t = 58000000$$

$$R = 1,987 \text{ (Flory, 1996)}$$

Bila data-data di atas dimasukkan ke persamaan (7), maka :

$$k_t = 4160000 \text{ L}/(\text{mol}\cdot\text{s}) \quad k_t = 14976000000 \text{ L}/(\text{mol}\cdot\text{jam})$$

d. Konstanta kecepatan reaksi overall

Nilai faktor efisiensi (f) berkisar antara 0,6-1. Untuk inisiator benzoin peroksida, nilai faktor efisiensi (f) sebesar 0,8 (flory, 1996). Nilai konstanta kecepatan reaksi overall dapat dicari dengan menggunakan persamaan (5) dan diperoleh hasil sebagai berikut :

$$K = 24,87 \text{ (L}^{0,5}\text{/mol}^{0,5}\text{)jam}$$

Penentuan derajat polimerisasi

Derajat polimerisasi merupakan faktor yang menentukan panjang rantai hasil produk polimerisasi. Derajat polimerisasi ini yang menentukan kualitas polimer yang terbentuk, sehingga nilai derajat polimerisasi ini diharapkan konstan.

Pada tahap terminasi, dapat terjadi melalui 2 (dua) cara, yaitu terminasi coupling dan terminasi disproporsionasi. Apabila terminasi terjadi akibat saling bertumbuknya monomer sehingga tidak aktif lagi, maka laju reaksi sebanding dengan derajat polimerisasi.

$$v = X_n$$

$$v = \frac{r_p}{r_t}$$

$$X_n = \frac{r_p}{r_t} = \frac{k_p[M\bullet][M]}{2k_t[M\bullet]^2} = \frac{k_p[M]}{2k_t[M\bullet]}$$

Persamaan (4) disubstitusikan ke persamaan (8), maka :

$$X_n \approx \frac{k_p[M]}{2[f.k_t.k_d.[I]]^{0,5}}$$

$$X_n = \frac{k_p[M]}{2[f.k_t.k_d.[I]]^{0,5}}$$

Persamaan (8a) dimodifikasi menjadi :

$$[I] = \frac{k_p^2 [M]^2}{4 X_n^2 f k_t k_d}$$

dengan, X_n = derajat polimerisasi

Perancangan reaktor

1. Menentukan volume reaktor

Neraca massa stiren monomer di reaktor pada keadaan steady state :

$$\left(\begin{array}{c} \text{Laju massa} \\ \text{stiren monomer} \\ \text{masuk reaktor} \end{array} \right) - \left(\begin{array}{c} \text{Laju massa} \\ \text{stiren monomer} \\ \text{keluar reaktor} \end{array} \right) - \left(\begin{array}{c} \text{laju massa} \\ \text{berkurangnya} \\ \text{stiren monomer} \end{array} \right) = \left(\begin{array}{c} \text{Laju massa} \\ \text{stiren monomer} \\ \text{yang terakumulasi} \end{array} \right)$$

$$F_{s0} - F_s - \int (-r_p) V = 0$$

Apabila diasumsikan pengadukan sempurna, maka $\int (-r_p) \cdot V = (-r_p) \cdot V$

Sehingga :

$F_{s0} - F_s - (-r_p) V = 0$ dengan $F_s = F_{s0} \cdot (1 - X_s)$, maka :

$$F_{s0} - F_s - (1 - X_s) = (-r_p) V$$

$$V = \frac{F_{s0} X_s}{(-r_p)}$$

dengan $F_{s0} = F_{v0} [M_0]$, maka :

$$V = \frac{F_{v0} [M_0] X_s}{(-r_p)}$$

Kecepatan reaksi mengikuti persamaan (6), sehingga persamaan (11) menjadi :

$$V = \frac{F_{v0} [M_0] X_s}{K \cdot [M] [I]^{0,5}}$$

dengan $[M] = [M_0] \cdot (1 - X_s)$, maka :

$$V = \frac{F_{v0} [M_0] X_s}{K \cdot [M] (1 - X_s) [I]^{0,5}}$$

$$V = \frac{F_{V0} X_s}{K \cdot (1-X_s)[I]^{0,5}}$$

Neraca massa inisiator benzoil peroksida di reaktor pada keadaan *steady state* :

$$\left(\begin{array}{c} \text{Laju massa} \\ \text{inisiator} \\ \text{masuk reaktor} \end{array} \right) - \left(\begin{array}{c} \text{Laju massa} \\ \text{inisiator} \\ \text{keluar reaktor} \end{array} \right) - \left(\begin{array}{c} \text{laju massa} \\ \text{berkurangnya} \\ \text{inisiator} \end{array} \right) = \left(\begin{array}{c} \text{Laju massa} \\ \text{inisiator} \\ \text{yang terakumulasi} \end{array} \right)$$

$$F_{I0} - F_I - \int(-r_I) V = 0 \quad (12)$$

Apabila diasumsikan pengadukan sempurna, maka $\int(-r_I) \cdot V = (-r_I) \cdot V$

Sehingga :

$$F_{I0} - F_I - (-r_I) V = 0$$

$$F_{V0} - [I_0] - F_V[I] = (-r_I) V$$

$$V = \frac{F_{V0}[I_0] - F_V[I]}{(-r_I)}$$

Bila diambil asumsi bahwa tidak terjadi perubahan flow rate volumetrik umpan masuk dan hasil keluaran reaktor ($F_{V0} - F_V$), maka :

$$V = \frac{F_{V0}[I_0] - [I]}{(-r_I)}$$

Kecepatan reaksi mengikuti persamaan (1a), sehingga persamaan menjadi

$$V = \frac{F_{V0}[I_0] - [I]}{k_d(-r_I)}$$

Persamaan (11a) disubstitusikan ke persamaan (13a), sehingga :

$$\frac{F_{V0}X_s}{K(1-X_s)[I]^{0,5}} = \frac{F_{V0}([I_0] - [I])}{k_d[I]}$$

dengan penyelesaian matematis, maka diperoleh persamaan :

$$[I] = [I_0] - \frac{X_s k_d}{K(1-X_s)} [I]^{0,5}$$

$$[I]^2 + \left[\frac{X_s k_d}{K(1-X_s)} \right]^2 [I] - [I_0]^2 = 0$$

Algoritma :

- a. Menentukan konsentrasi stiren monomer masuk reaktor (M_0)
- b. Menebak konsentrasi inisiator benzoil masuk reaktor $[I_0]$
- c. Menentukan konsentrasi inisiator benzoil keluar reaktor $[I]$ 4. Menentukan konsentrasi monomer stiren keluar reaktor $[M]$
- d. Menentukan konversi reaksi dengan persamaan :

$$[M] = [M_0](1 - X_s)$$

- e. Membuat tabel stoikiometri reaksi sehingga diperoleh flowrate stiren monomer mula-mula dalam 1 jam ($F_{Ao} = \text{mol/jam}$)

Mencari flowrate volumetrik F_{v0} dengan persamaan :

$$[M_0] = \frac{F_{Ao}}{F_{v0}} \rightarrow F_{v0} = \frac{F_{Ao}}{[M_0]}$$

- g. Dengan mangansumsikan $F_{v0} = F_v$ maka akan diperoleh nilai flowrate masing-masing komponen yang masuk dan keluar reaktor
- h. Mencari selisih antara volume reaktor untuk stiren monomer dan inisiator. Bila nilai selisihnya tidak sama dengan 0 (nol) maka perhitungan diulangi dari langkah 2 sampai selisih perhitungan sama dengan 0 atau sesuai toleransi yang diinginkan
- i. Dengan menggunakan *goal seek* maka diperoleh hasil sebagai berikut :

$$[M_0] = 5 \text{ mol/L}$$

$$[I_0] = 0,164 \text{ mol/L}$$

$$[I] = 0,116 \text{ mol/L}$$

$$[M] = 1,682 \text{ mol/L}$$

Sehingga diperoleh :

$$F_{vo} = 20,386 \text{ L/jam}$$

Menentukan volume reaktor

$$V = \frac{F_v}{k} \cdot \frac{X}{(1-X)}$$

Keterangan :

k = Konstanta kecepatan reaksi overall

F_v = Laju volmetrik reaktan

V = Volume Reaktor

X = Konversi

$$\text{Volume reaktor} = \frac{F_v}{k} \cdot \frac{X}{(1-X)}$$

$$\text{Volume reaktor} = \frac{20}{24,87} \cdot \frac{0,9}{(1 - 0,9)}$$

$$\text{Volume reaktor} = 7,378 \text{ m}^3$$

Menentukan dimensi reaktor

Reaktor yang digunakan adalah reaktor alir tangki berpengaduk, sehingga dimensi alat yang ditentukan adalah dimensi reaktor dan pengaduk yang digunakan. Sebelum menghitung dimensi alat, ditentukan terlebih dahulu sifat fisis campuran

a. Rapat massa campuran

Komponen	A	B	n	Tc	r (Kg/m ³)
Monomer stiren	0,2938	0,2632	0,2857	648	844,3971
Etilen Benzen	0,2889	0,2644	0,2921	617,17	806,3678
Benzoil Peroksida	0,33374	0,2253	0,2857	884	1215,1899
Polistiren					1040

Komponen	Massa (Kg/jam)	r (Kg/m ³)	Fraksi Massa	Xi/PI (kg/L)
Monomer stiren	0,038	844,397	0,002	0,000
Etilen Benzen	17,914	806,368	0,879	0,001
Benzoil Peroksida	2,434	1215,190	0,119	0,000
Polistiren		1040	0,000	0,000
Total	20,387	3905,955	1,000	0,001

Jadi rapat massa campuran dalam reaktor adalah 840,188 Kg/m³

b. Viskositas campuran

Komponen	A	B	C	D	Log μ	μ Cp
Monomer stiren	-8,0291	1266,6	0,016127	- 0,000013475	-0,461	0,346
Etilen Benzen	-5,2585	830,65	0,010784	- 0,000010618	-0,455	0,351
Benzoil Peroksida	-9,3105	1902,7	0,015899	- 0,000010487	0,321	2,092
Polistiren	0	0	0	0	0	778,642

Komponen	Massa Kg/jam	BM gram/mol	Massa Kmol/jam	Fraksi Massa (xi)	Xi. μ
Monomer stiren	34.933	104,144	335	0,575	0,199
Etilen Benzen	23.288	106,16	219	0,383	0,135
Benzoil Peroksida	2.531	242,22	10	0,042	0,087
Polistiren	0	200000	0	0,000	0,000
Total	60.753	200.453	565	1	0,420

Jadi viskositas campuran = 0,420 cp

d. Kapasitas Panas Campuran

Komponen	Fi (kg/jam)	ni (kmol)	$\int C_p dT$ (Kkal/kmol)	$\int C_p dT$ (KJ/kmol)
Monomer stiren	34.933	302	2.991	12.524
Etilen Benzen	23.288	302	2.941	12.315
Benzoil Peroksida	2.531	302	4.968	20.800
Polistiren	0	302	3.466	14.510

Komponen	Cp (KJ/kmol)	Xi	Cp (kj/kg.K)	Cp (btu/lbF)	Xi.Cp
Monomer stiren	12.524	0,208	120	28,74	5,984
Etilen Benzen	12.315	0,205	116	27,72	5,676
Benzoil Peroksida	20.800	0,346	86	20,52	7,097
Polistiren	14.510	0,241	0,073	0,02	0,004
Total	60.148	1,000	322	77	18,762

Jadi kapasitas panas campuran = 18,762 btu/lb.F

e. Menentukan Konduktivitas panas campuran (k)

Komponen	A	B	C	k.btu/ft.jam.F
Monomer stiren	-1,7023	1,0002	648,0000	0,0708
Etilen Benzen	-1,7498	1,0437	617,1700	0,0664
Benzoil Peroksida				0,0582
Polistiren				0,074

Komponen	Fraksi Massa	Xi.k
Monomer stiren	0,575	0,041
Etilen Benzen	0,383	0,025
Benzoil Peroksida	0,042	0,002
Polistiren	0,000	0
Total	1,000	0,069

Jadi k campuran = 0,069 btu/ft.jam.F

Sehingga diperoleh :

$$\text{Volume reaktor} = 7,377 \text{ m}^3$$

$$\text{Over design} = 20\%$$

$$\text{Volume design} = 8,853 \text{ m}^3$$

Reaktor berbentuk silinder vertical terdiri dari dinding (*shell*) dan tutup atas serta bawah (*head*) yang berbentuk torispherical. Volume shell < 71534Ft³ maka digunakan tangki Small closed tank dengan D = H (brownell, 1979). Volume reaktor design = volume silinder + (2 x Volume Head)

$$\text{Volume reaktor design} = \frac{\pi}{4} D^2 H + (2 \times 0,000049 D^3)$$

$$\text{Volume reaktor design} = \frac{\pi}{4} D^3 + (2 \times 0,000049 D^3)$$

$$8,853 = 0,7851 D^3$$

Sehingga diperoleh :

$$D = 2,242 \text{ m}$$

$$H = 2,242 \text{ m}$$

Menghitung volume head

$$\text{Volume head} = 0,000049 D^3$$

$$= 0,000049 \times (2,42)^3$$

$$= 0,0005 \text{ m}^3$$

Mencari ketinggian cairan dalam reaktor

$$\text{Volume cairan} = \text{Volume reaktor sebelum over design}$$

$$\text{Volume cairan} = 7,377 \text{ m}^3$$

Volume cairan dalam shell = Volume cairan - volume head

Volume cairan dalam shell = 7,377 m³

Tinggi cairan dalam shell = $\frac{4 \times \text{Volume cairan}}{\pi \times D^2}$

Tinggi cairan dalam shell = 1,869 m

Menghitung Tebal Dinding Reaktor

$$ts = \frac{p \times ri}{F.E - 0,6.P} + C$$

Keterangan :

ts = Tebal Shell, in

E = Efisiensi pengelasan, in

C = Faktor korosi, in

ri = Jari-jari dalam shell, in

P = Tekanan perancangan, psi

Bahan yang digunakan adalah carbon steel SA-285 Grade C (brownell,1959)

Allowable stress (f) = 13750 psi

Corroton Allowance (C) = 0,8 in

Efisiensi pengelasan (E) = 0,125 in

$$ri = \frac{D}{2}$$

$$ri = \frac{88,286}{2} = 44,143 \text{ in}$$

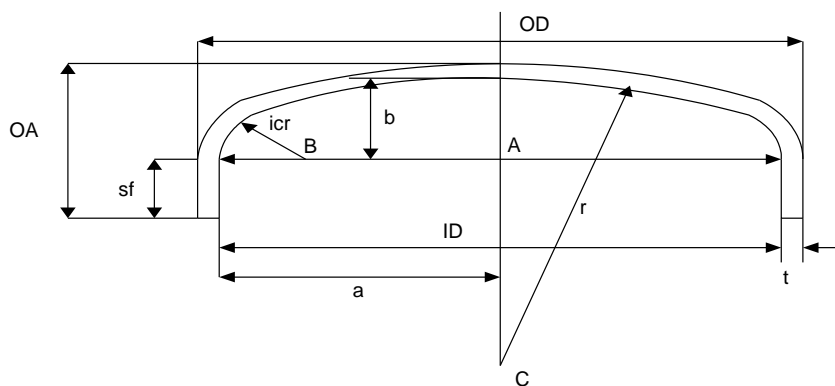
Sehingga :

$$t_s = \frac{20,321 \times 44,143}{13750 \times 0,125 - 0,6 \times 20,321} + 0,8$$

$$t_s = 0,21 \text{ in}$$

Digunakan tebal shell standar yang mendekati yaitu = 0,313 in (brownell, 1979)

6. Menghitung tebal head



$$OD = ID + 2 \times \frac{5}{6}$$

$$OD = 88,911$$

Dipilih OD standar 132 in. Dari (Tabel 5.7, halaman 90; brownell, 1979) untuk OD

$$= 132 \text{ in dan } t_s = 5/16$$

$$r = 130$$

$$icr = 8$$

Faktor (W) untuk tipe torispherical, dihitung dengan rumus :

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

$$W = 1,758$$

$$th = \frac{p \times r_i \times W}{2.f.E - 0,2.P} + C$$

$$th = \left(\frac{20,321 \times 130 \times 1,758}{(2 \times 0,1375 \times 0,0,125) - (0,2 \times 20,321)} \right) + 0,8$$

$$th = 0,336 \text{ in}$$

Dipilih tebal head standar = 0,38 (brownell,1979)

Menentukan tinggi head

$$Ds = 88,286 \text{ in}$$

$$th = 0,38 \text{ in}$$

didapat :

$$irc = 8$$

$$r = 130$$

$$a = Ds/2 = 44,143 \text{ in}$$

$$AB = a - irc = 36,143 \text{ in}$$

$$BC = r - irc = 122 \text{ in}$$

$$AC = (BC^2 - AB^2)^{1/2} = 116,523 \text{ in}$$

$$b = r - AC = 13,477 \text{ in}$$

Dari tabel 5.6 Brownell dengan th 0,38 in didapat sf = 1,5 – 3 in dipilih sf = 2 in Tinggi

head reaktor dapat dihitung dengan persamaan :

$$\text{Tinggi head} = th + b + sf$$

$$= (0,38 + 13,477 + 2) \text{ in}$$

$$= 15,852 \text{ in}$$

Tinggi total reaktor dapat dihitung dengan persamaan :

Tinggi reaktor = panjang tube + (2 x tinggi head)

$$= 2,242 \text{ m} + (2 \times 0,403 \text{ m})$$

$$= 3,048 \text{ m}$$

Perancangan pengaduk

Pengadukan dimasukan agar reaktan tercampur sempurna dan suhu dalam reaktor dapat homogen, sehingga kontak masing-masing bahan dapat lebih baik, sehingga reaksi berjalan baik. Dari data viskositas cairan dalam reaktor, maka dari gb.

8.4 rase dipilih jenis pengaduk turbin dengan flat blade. Dari fig 477. Brown halaman 507 didapatkan :

$$DR = 2,24 \text{ m}$$

$$Di = \frac{Di}{DR} = \frac{1}{3} = 0,727 \text{ m}$$

$$W = \frac{Di}{5} = 0,149 \text{ m}$$

$$E = 1 \times Di = 0,727 \text{ m}$$

$$L = \frac{Di}{4} = 0,187 \text{ m}$$

$$B = \frac{D}{10} = 0,224 \text{ m}$$

1. Kecepatan pengaduk

$$\text{Jumlah pengaduk} = \frac{WELH}{D} = \frac{Z_L \cdot Sg}{D}$$

Keterangan :

Z_L = Tinggi cairan dalam reaktor

Sg = *Specific gravity*

D = Diameter *shell*

$$\begin{aligned} \text{Jumlah pengaduk} &= \frac{1,869 \times 1}{2,242} \\ &= 0,833 \end{aligned}$$

a. Kecepatan putar pengaduk

$$N = \frac{600}{\pi D_i} \sqrt{\frac{WELH}{2D_i}} = \frac{600}{\pi D_i} \sqrt{\frac{Z_L \times Sg}{2D_i}}$$

Keterangan :

Z_L = Tinggi cairan dalam reaktor

Sg = *Specific gravity*

D_i = Diameter pengaduk

$$N = \frac{600}{\pi D_i} \sqrt{\frac{Z_L \times Sg}{2D_i}}$$

21

$$N = \frac{600}{3,14 \times 2,452} \sqrt{\frac{6,299 \times 1}{2 \times 2,452}}$$

$N = 68$ rpm

b. Daya pengadukan

$$Nre = \frac{N \cdot \rho \cdot D^2}{\mu}$$

Keterangan :

Nre = Bilangan reynold

D = Diameter pengaduk = 2,452 ft

N = Kecepatan pemutar = 1,133 rps

ρ = Densitas campuran = 52,450 lbm/ft³

μ = Viskositas campuran = 0,00028 lbm/ft.s

$$Nre = \frac{N \cdot \rho \cdot D^2}{\mu}$$

$$Nre = \frac{1,133 \times 52,450 \times 2,452^2}{0,00028}$$

$$Nre = 1265250,867$$

Dipilih dari tabel 3.4-5, geankoplis, 1993 diperoleh nilai Np sebesar 4.

Tenaga pengadukan :

$$P = Np \cdot N^3 \cdot D a^5 \cdot \rho$$

$$P = 4 \times 1,13^3 \cdot 0,747^5 \times 840,188$$

$$p = 1,530$$

22

Jika efesiensi motor sebesar 85% (Stanley M. Walas) maka :

$$p = 1,530$$

$$\mu = 85\%$$

Daya motor yang diperoleh sebesar 2 Hp

Sistem pendingin reaktor

Pendingin yang digunakan : Air pendingin jenis cooling water 30°C - 55°C

Suhu masuk : 30 °C

Suhu keluar : 45 °C

Jumlah panas yang diambil : 22600472,547 kJ/jam

a. Luas selimut

$$OD = 88,911 \text{ in}$$

$$\text{luas selimut} = \pi \times OD \times H$$

$$\text{luas selimut} = 3,14 \times 88,911 \times 88,286$$

$$\text{Luas selimut} = 24647,4950 \text{ in}^2$$

b. Luas permukaan transfer panas Fluida dingin :

$$\text{Suhu masuk} = 30 \text{ °C}$$

$$\text{Suhu keluar} = 45 \text{ °C}$$

Fluida panas :

$$\text{Suhu masuk} = 90 \text{ °C}$$

$$\text{Suhu keluar} = 90 \text{ °C}$$

Dari (Tabel 8; kern, 1950) kern nilai $U_d = 5 - 75 \text{ btu/jam.ft}^2 \cdot \text{F}$ dipilih $U_d =$

$60 \text{ btu/jam.ft}^2 \cdot \text{F}$.

$$\Delta T_{LMTD} = \frac{(194 - 31) - (194 - 86)}{\ln \left[\frac{194 - 31}{194 - 86} \right]}$$

$$\Delta T_{LMTD} = 133,180 \text{ F}$$

$$\text{Luas permukaan transfer panas} = \text{_____}^Q$$

$$Ud \times \Delta T_{LMTD}$$

$$\text{Luas permukaan transfer panas} = \frac{21425247,975}{60 \times 133,180}$$

$$\text{Luas permukaan transfer panas} = 386097,3549 \text{ in}^2$$

c. Sistem pendingin

$$\text{Luas selimut reaktor} = 24647,495 \text{ in}^2$$

$$\text{Luas permukaan transfer panas} = 386097,355 \text{ in}^2$$

Luas selimut < Luas permukaan transfer panas Jacket pendingin tidak dapat digunakan sehingga sistem pendingin yang digunakan adalah koil.

$$Q_{\text{serap}} = 22600472,547 \text{ kJ/jam Sifat fisik air pendingin} :$$

$$T_1 = 30 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_2 = 45 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\rho = 1009,118 \text{ kg/m}^3$$

$$\mu = 0,605 \text{ cp}$$

$$c_p = 4,178 \text{ kJ/kg.K}$$

$$k = 0,365 \text{ btu/jam.ft.F}$$

$$\text{Massa air pendingin yang dibutuhkan} = 358268,498 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Debit air pendingin yang dibutuhkan} = 22600472,547 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Batasan kecepatan aliran air dalam pipa (Coulson, 1983) diperoleh 1,5 - 2,5 m/s dipilih

2,5 m/s

$$\text{Luas permukaan aliran pipa} = \frac{Q}{v}$$

$$\text{Luas permukaan aliran pipa} = \frac{22600472,547}{9000}$$

$$\text{Luas permukaan aliran pipa} = 2511,164 \text{ m}^2$$

$$\text{Diameter dalam pipa} = \sqrt{\frac{4A}{\pi}}$$

$$\text{Diameter dalam pipa} = \sqrt{\frac{2511,164 \times 4}{3,14}}$$

$$\text{Diameter dalam pipa} = 56,559 \text{ m}$$

Dari Tabel 11 (Kern,1983), diambil ukuran pipa standar adalah :

IPS : 18 in

Sch : 20

OD : 18 in

ID : 17,25 in

A' : 234 in²

a'' : 4,52 ft²/lin.ft

Kecepatan alir massa air :

$$G_t = \frac{m}{A'}$$

$$G_t = \frac{789846,972}{1,650 \cdot 3600}$$

$$G_t = 135,017 \text{ lb/ft}^2\text{s}$$

Koreksi kecepatan alir air :

$$v = \frac{G_t}{\rho}$$

$$v = \frac{135,017}{62,997}$$

$$v = 2,143 \text{ ft/s}$$

Bilangan Reynold fluida dalam pipa :

$$\text{NRe} = \frac{D_i G_t}{\mu}$$

$$\text{NRe} = \frac{1,437 \times 135,017}{0,00041}$$

$$\text{NRe} = 477,321$$

Dari grafik 26, Kern 1983, untuk $\text{Nre} = 238935,0083$ maka nilai $f = 0,00008$ Dari grafik

28, Kern 1983, untuk $\text{Nre} = 238935,0083$ maka nilai $J_h = 445$

$$h_i = 1,388 \text{ btu/ft}^2\text{.jam.F}$$

$$h_{io \text{ koil}} = 1,331 \text{ btu/ft}^2\text{.jam.F}$$

Dari Rase 1977, untuk diameter spiral atau heliks koil = 0,7-0,8 D_t sehingga diperoleh

diameter spiral koil = 1,790 m

$$\text{hio pipa} = 1,463 \text{ btu/ft}^2 \cdot \text{jam} \cdot \text{F}$$

$$= 1264,900$$

$$\text{hc} = 1,463 \text{ btu/ft}^2 \cdot \text{jam} \cdot \text{F}$$

$$\text{Uc} = 1,4680$$

$$\text{Panjang koil} = \frac{A}{at} = 7458,885 \text{ m}$$

$$\text{Volume koil} = \frac{\pi}{4 \cdot OD^2 L} = 43222,586 \text{ ft}^3$$

$$\text{Luas koil} = \pi \times Dk \times a'' = 85,535 \text{ Jumlah lilitan} = \frac{A}{Ak} = 1324,131 \text{ ft}^2$$

Nilai pressure drop dalam koil :

$$\Delta P_t = \frac{f G t^2 L n}{5,22 \times 10^{10} D \cdot s \cdot \Phi t}$$

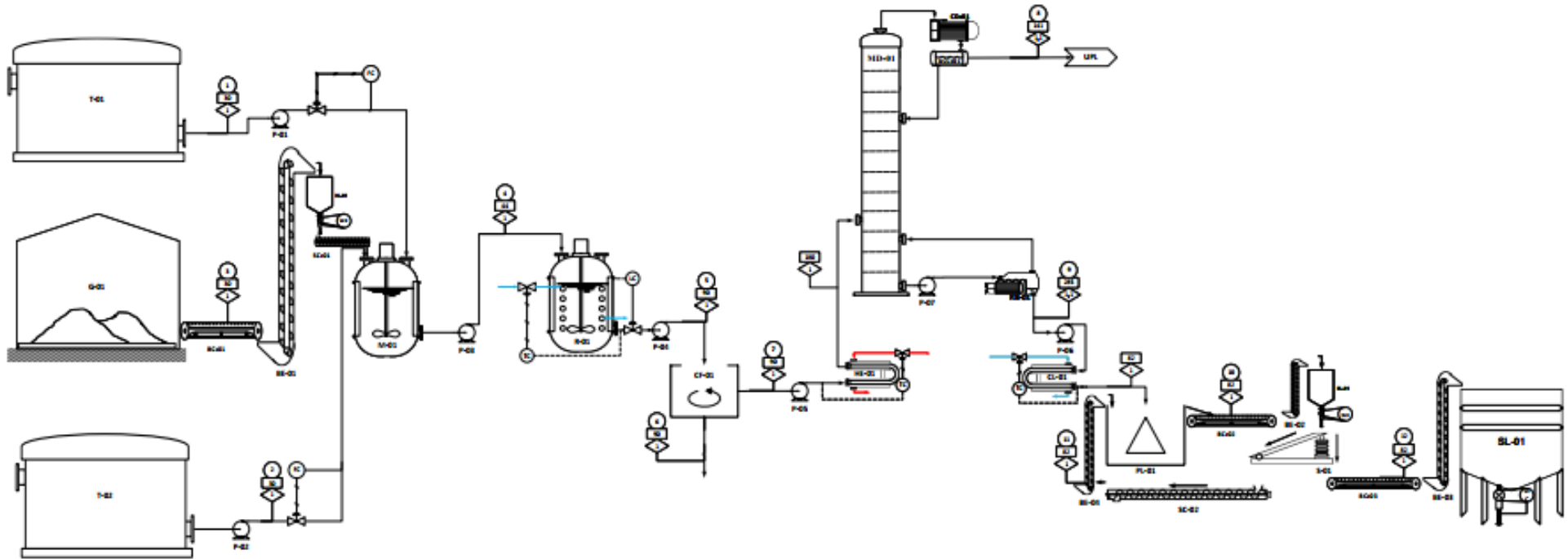
$$\Delta P_t = \frac{0,00008 \times 486059,986^2 \times 24471,406}{(5,22 \times 10^{10}) \times 1,4375 \times 0,993 \times 1}$$

$$\Delta P_t = 6,206 \text{ psia}$$

Batasan pressure drop yang diizinkan untuk air yang mengalir dalam tube atau koil adalah 10 psia sehingga delta P memenuhi (Kern,1983)

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM PRARANCANGAN PABRIK POLISTIREN DARI MONOMER STIREN

KAPASITAS PRODUKSI : 90.000 TON / TAHUN



Komponen	KG/JAM												KETERANGAN			
	Arus 1	Arus 2	Arus 3	Arus 4	Arus 5	Arus 6	Arus 7	Arus 8	Arus 9	Arus 10	Arus 11	Arus 12				
Monomer stiren	12739,259			12739,259	12739,259	0,637	1273,289	1273,128	0,161	0,162	0,002	0,161	M	Mixer	FC	Flow Controller
Etilen Benzen	38,333	3639,788		3678,121	3678,121	1,839	3676,282	3676,239	0,043	0,043	0,00043	0,043	MD	Menara Destilasi	LC	Level Controller
Benzil Peroksida			1819,894	1819,894	1819,894	1819,894							BC	Belt Conveyor	LI	Level Indicator
Polistiren						5,733	11459,601	114,596	11345,005	11459,601	114,596	11345,005	BE	Bucket Elevator	WC	Weight Controller
Toluene		18,383		18,383	18,383	0,009	18,374	18,374					H	Hopper	TC	Temp. Controller
Butil Benzene		14,706		14,706	14,706	0,007	14,699		14,699	14,847	0,148	14,699	R	Reactor		
Diethyl Benzene		3,677		3,677	3,677	0,002	3,675	0,002	3,673	3,710	0,037	3,673	CF	Centrifuge		
Air			18,383	18,383	18,383	0,009	18,374	18,374					SL	Silo		Nomor Arus
JUMLAH	12777,592	3676,554	1838,277	18292,423	18292,423	1828,130	16464,293	5100,713	11363,580	11478,364	114,784	11363,580	SC	Screw Conveyor		Temperatur (°C)
													S	Screen		Tekanan (Atm.)
													HE	Heater		Pipa
													T	Tangki		Udara Tekan
													CL	Cooler		Sambungan Listrik
													CD	Condenser	ACC	Accumulator
													RB	Reboiler		
													P	Pompa	PL	Pelletizer

JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Y O G Y A K A R T A

**PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM
PRARANCANGAN PABRIK POLISTIREN DARI MONOMER STIREN
KAPASITAS PRODUKSI : 90.000 TON / TAHUN**

Dibuat oleh :

N A M A : 1. Dova Pata Sandika Syah (17521948)
: 2. Nur Indiyasap (17521151)

DOSEN PEMBIMBING : 1. Drs. Ir. Fakal RM, MT, Ph.D.
: 2. Ajeng Yulianti Dwi Lestari, ST., MT

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN

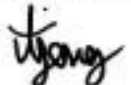
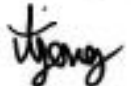

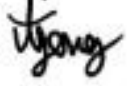
1. Nama Mahasiswa : Nur Fadli Yusup
No. MHS : 17521151
2. Nama Mahasiswa : Dewa Putu Suandikasyah
No. MHS : 17521048
- Judul Prarancangan *) : **Pra Rancangan Pabrik Kimia Polistiren Dari Monomer Stiren**
- Mulai Masa Bimbingan : 14 April 2021
Batas Akhir Bimbingan : 11 Oktober 2021

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1	13 Agustus 2021	Pengenalan Dasar Pra Rancangan Pabrik Kimia	
2	25 Agustus 2021	Laporan Diagram Alir Kualitatif Dan Kuantitatif	
3	15 September 2021	Pembahasan Diagram dan Pembahasan Kapasitas Pabrik Yang Akan Didirikan Di Lokasi	
4	24 September 2021	Fixsasi Kapasitas Pabrik Dan Penyusunan Neraca Massa Serta Viskositas dan Densitasnya.	
5	7 Oktober 2021	Pembahasan Dan Fixsasi Neraca Massa Serta Revisi Arus Keluar Masuk dan Tekanan untuk Setiap Tahapan Proses	
6	20 Oktober 2021	Fixsasi Neraca Massa Serta Pembuatan Neraca Panas Komponen	
7	29 November 2021	Pembahasan Neraca Panas revisi serta masuk ke perancangan alat besar	

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN

1. Nama Mahasiswa : Nur Fadli Yusup
No. MHS : 17521151
2. Nama Mahasiswa : Dewa Putu Suandikasyah
No. MHS : 17521048

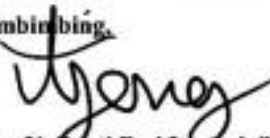
Judul Prarancangan *) : **Pra Rancangan Pabrik Kimia Polistiren Dari Monomer Stiren**

8	2 Desember 2021	Perancangan alat besar pembahasan revisi mengukur efektivitas setiap alat serta kegunaan setiap alat untuk menghasilkan produk yang sempurna	
9	27 Desember 2021	Fixsasi perancangan alat besar dan alat kecil serta menambahkan belt conveyot sebagai alat pengangkut bahan baku	
10	5 Januari 2022	Pembahasan utiitas dan kapasitas listrik air yang akan digunakan	
11	22 Januari 2022	Fixsasi utilitas dan fixasai ekonomi dengan kapasitas dan cost ekonomi yang sudah ditentukan.	

Disetujui Draft Penulisan:

Yogyakarta, _____

Pembimbing,






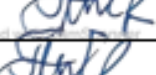

Ajeng Yufanti Dwi Lestari, S.T.,M.T

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN

1. Nama Mahasiswa : Nur Fadli Yusup
No MHS : 17521151
2. Nama Mahasiswa : Dewa Putu Suandikasyah
No. MHS : 17521048
- Judul Prarancangan *) : PRARANCANGAN PABRIK KIMIA POLISTIREN DARI MONOMER STIREN

Mulai Masa Bimbingan : 14 April 2021

Batas Akhir Bimbingan : 11 Oktober 2021

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1	Senin 24 Januari 2022	Konsultasi format penulisan naskah	
2	Senin 31 Januari 2022	Konsultasi format penulisan grafik & tabel	
3	Kamis 10 Februari 2022	Konsultasi format penulisan daftar isi	
4	Selasa 15 Februari 2022	Konsultasi penomoran naskah	
5	Minggu 20 Februari 2022	Konsultasi penambaha daftar pustaka	

Disetujui Draft Penulisan:

Yogyakarta, 20 Februari 2022

Pembimbing,



Faizal R. M., Ir. Drs., M.T., Ph.D.

*)

-

Judul PraRancangan Ditulis dengan Huruf Balok

Kartu Konsultasi Bimbingan dilampirkan pada Laporan PraRancangan Kartu Konsultasi Bimbingan dapat difotocopy