

PRA RANCANGAN PABRIK
POLIETILEN TEREFTALAT DENGAN KAPASITAS
100.000 TON/TAHUN

PERANCANGAN PABRIK

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



Oleh :

Nama	: Chanda Febriyanti	Nama	: Muhammad Rizky
NIM	: 14521012	NIM	: 14521238

TEKNIK KIMIA
PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2018

**PRA RANCANGAN PABRIK
POLIETILEN TEREFTALAT DENGAN KAPASITAS
100.000 TON/TAHUN**

PERANCANGAN PABRIK

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



Oleh :

Nama	: Chanda Febriyanti	Nama	: Muhammad Rizky
NIM	: 14521012	NIM	: 14521238

**TEKNIK KIMIA
PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2018**

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL

PERANCANGAN PABRIK

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Chanda Febriyanti Nama : Muhammad Rizky

NIM : 1521012 NIM : 14521238

Yogyakarta, 9 Mei 2018

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

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

Chanda Febriyanti

Muhammad Rizky M

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

PRA RANCANGAN PABRIK POLYETHYLENE TEREPHTALATE DENGAN KAPASITAS 100.000 TON/TAHUN

PERANCANGAN PABRIK



Oleh :

Nama : Chanda Febriyanti Nama : Muhammad Rizky
NIM : 14521012 NIM : 14521238

Yogyakarta, 9 Mei 2018

Pembimbing

Dr. Farham HM Shaleh, MSIE

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PRA RANCANGAN PABRIK POLYETHYLENE TEREPHTALATE DENGAN KAPASITAS 100.000 TON/TAHUN

PERANCANGAN PABRIK

Oleh :

Nama	: Chanda Febriyanti	Nama	: Muhammad Rizky
NIM	: 14521012	NIM	: 14521238

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

Yogyakarta, 9 Mei 2018

Tim Penguji,
Dr Farham HM Shaleh, MSIE
Ketua
Sholeh Ma'mun, S.T, M.T, Ph.d
Anggota I
Ahmad Chafidz Mas Sahid, S.T, M.Sc
Anggota II

Mengetahui:

Ketua Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr., Wb.

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

Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik yang berjudul **“PRA RANCANGAN PABRIK POLIETILEN TEREFTALAT DENGAN KAPASITAS 100.000 TON PER TAHUN”**, disusun sebagai penerapan dari ilmu teknik kimia yang telah diperoleh selama dibangku kuliah, dan merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

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

1. Allah SWT yang selalu melimpahkan Hidayah dan Inayahnya.
2. Bapak Dr. Drs. Imam Djati Widodo, M.Eng.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Ir. Drs. Faisal RM, MSIE., Ph.D, selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

4. Bapak Dr Farham HM Shaleh,MSIE. selaku Dosen Pembimbing selaku Tugas Akhir yang telah memberikan pengarahannya dan bimbingan dalam penyusunan dan penulisan Tugas Akhir ini.
5. Kedua orang tua dan keluarga yang selalu memberikan dorongan semangat, motivasi, dan kasih sayang yang tak terbatas.
6. Seluruh civitas akademika di lingkungan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
7. Teman – teman Teknik Kimia 2014 dan kakak-kakak angkatan yang selalu memberikan dukungan, semangat, dan doa.
8. Semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu per satu yang telah membantu penyusunan Tugas Akhir ini.

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

Wassalamu'alaikum Wr., Wb.

Yogyakarta,9 Mei 2018

Penyusun

LEMBAR MOTTO

Man Jadda wajada, Man shabara zhafira, man saara ala darbi washala

"Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan." (QS. Al-Mujadalah: 11)

"Pelajarilah ilmu karena sesungguhnya belajar semata-mata bagi Allah itu merupakan kebaikan, dan mempelajari ilmu merupakan tasbih, dan membahasnya merupakan jihad, dan mencarinya merupakan ibadah, dan mengajarkannya merupakan sedekah sedangkan menggunakannya bagi orang yang membutuhkannya merupakan Qurbah (pedekatan diri kepada Allah).

(Muhammad saw)

If you can't explain it simply, you don't understand it well enough

(Albert Einstein)

A winner is someone who recognizes his God-given talents, works his tail off to develop them into skills, and uses these skills to accomplish his goals.

(Larry bird)

Successful people keep taking action .. they make mistakes, but they don't quit

(Anonymous)

HALAMAN PERSEMBAHAN



Hasil karya ini saya persembahkan kepada:

Mama, Papa, Kakak_tercinta, terimakasih atas doa, dukungan, dan motivasi setiap hari yang tak pernah putus dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

Special thanks to teman teman tersayang atas hiburan, dukungan, canda tawa, kekonyolan ,dan telah menerima segala kekuranganku, sangat mengerti aku ,dan selalu menemaniku disaat masa sulitku...Semoga Allah swt membalas segala kebaikan.Aamiin ya Allah...

Partner perjuangan Tugas Akhir Chanda Febriyanti. dan teman - teman satu pembimbing atas kerjasamanya. Terima kasih sudah menemani hari-hariku dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

Seluruh saudara seperjuangan Teknik Kimia angkatan 2014 yang tidak bisa disebut satu per satu, terima kasih banyak atas kebersamaannya selama masa perkuliahan..

(Muhammad Rizky Mubaroq)

4.3	Tata Letak Alat Proses	45
4.4	Aliran Proses dan Mterial	48
4.4.1	Neraca Massa.....	48
4.4.1.1	Neraca Massa Total	48
4.4.1.2.	Neraca Massa Setiap Alat.....	49
4.4.1.2.1	Neraca Massa Reaktor 1	49
4.4.1.2.2	Neraca Massa Reaktor 2	49
4.4.1.2.3	Neraca Massa Reaktor 3	49
4.4.1.2.4	Neraca Massa Centrifuge 1.....	50
4.4.1.2.5	Neraca Massa Dekanter 1	50
4.4.1.2.6	Neraca Massa Kristalizer.....	51
4.4.2	Neraca Panas.....	51
4.4.2.1	Neraca Panas Reaktor 1	51
4.4.2.2	Neraca Panas Reaktor 2	52
4.4.2.3	Neraca Panas Reaktor 3	52
4.4.2.4	Neraca Panas Centrifuge	53
4.4.2.5	Neraca Panas Dekanter	53
4.4.2.6	Neraca Panas Kristalizer.....	54
4.5	Pelayanan Teknik (Utilitas)	58
4.5.1	Unit Pengolahan dan Penyediaan Air	59
4.5.1.1	Unit Pengolahan Air	59
4.5.1.2	Unit Penyediaan Air	67
4.5.1.3	Air Pendingin.....	69
4.5.1.4	Penyediaan air Domestik	71
4.5.2	Penyediaan steam.....	72
4.5.2.1	Unit Pembangkit Steam	73
4.5.3	Unit Pembangkit Listrik	73
4.5.4	Unit Penyedia Bahan Bakar.....	74
4.5.5	Unit Pengolahan Limbah	75
4.6	Perawatan (<i>Maintenance</i>).....	76
4.7	Struktur Organisasi.....	77
4.7.1	Bentuk Organisasi Perusahaan.....	77
4.7.2	Struktur Organisasi	80
4.7.3	Deskripsi Kerja	83
4.7.3.1	Rapat Umum Pemegang Saham	83

4.7.3.2 Dewan Komisaris.....	84
4.7.3.3 Direktur Utama	84
4.7.4 Sistem Kepegawaian.....	90
4.7.4.1 Sistem Kerja.....	90
4.7.5 Perincian Jumlah Tenaga Kerja.....	92
4.7.6 Sistem Pengupahan.....	94
4.7.7 Jaminan Sosial dan Kesejahteraan.....	98
4.8 Evaluasi Ekonomi	98
4.8.1 Penaksiran Harga Peralatan	100
4.8.2 Dasar Perhitungan	103
4.8.3 Perhitungan Biaya	103
4.8.3.1 <i>Capital Investment</i>	103
4.8.3.2 <i>Manufacturing Cost</i>.....	104
4.8.3.3 <i>General Expense</i>	105
4.8.4 Analisa Kelayakan	105
4.8.4.1 <i>Percent Return On Investment</i>.....	105
4.8.4.2 <i>Pay Out Time (POT)</i>	106
4.8.4.3 <i>Break Even Point (BEP)</i>	107
4.8.4.4 <i>Shut Down Point (SDP)</i>.....	108
4.8.4.5 <i>Discounted Cash Flow Rate Of Return (DCFR)</i>.....	108
4.8.5 Hasil Perhitungan	110
4.8.6 Analisa Keuntungan	116
4.8.7 Hasil Kelayakan Ekonomi.....	117
4.8.7.1 <i>Percent Return On Investment (ROI)</i>.....	117
BAB V.....	120
5.1 Kesimpulan	120
5.2 Saran.....	121
DAFTAR PUSTAKA	123

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Rumus Struktur PET	2
Gambar 1. 2 Grafik Data Kebutuhan Impor PET	4

Gambar 4.3 Denah Lokasi Pabrik	37
Gambar 4. 4 Denah Perancangan Bangunan Pabrik	44
Gambar 4. 5 Tata Letak Alat Proses	47
Gambar 4. 6 Grafik Proses Kualitatif.....	56
Gambar 4.7 Grafik Proses Kuantitatif.....	57
Gambar 4. 8 Diagram Alir Proses Utilitas	66
Gambar 4.9 Ststruktur Organisasi.....	81
Gambar 4. 10 Grafik Hubungan % Kapasitas Vs Rupiah.....	119

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Data Kebutuhan Impor PET (<i>Sumber : Badan Pusat Statistika Yogyakarta</i>)	4
Tabel 1. 2 Data Perkembangan Ekspor dan Konsumsi PET Resin di Indonesia (<i>Sumber: Departemen Perindustrian RI 2007</i>)	5
Tabel 1.3 Produsen PTA di Indonesia	6
Tabel 4. 1 Perincian Luas Tanah.....	42
Tabel 4. 2 Neraca Massa Total.....	48
Tabel 4. 3 Kebutuhan Air Pendingin.....	69
Tabel 4. 4 (Lanjutan) Kebutuhan Air Pendingin.....	70
Tabel 4. 5 Kebutuhan Air Domestik	71
Tabel 4.6 Penyediaan Panas Steam	72
Tabel 4.7 Tabel Jadwal Kerja Shift.....	90
Tabel 4. 8 Pengaturan Grup	91
Tabel 4. 9 Tabel Shift Kerja Unit Keamanan.....	91
Tabel 4. 10 Hari Kerja.....	92
Tabel 4. 11 Penggolongan Tenaga Kerja	92
Tabel 4. 12 (Lanjutan) Penggolongan Tenaga Kerja	93
Tabel 4. 13 Rekapitulasi Jumlah Tenaga Kerja	93
Tabel 4. 14 (Lanjutan) Rekapitulasi Jumlah Tenaga Kerja.....	94
Tabel 4. 15 Penggolongan Gaji Karyawan	97
Tabel 4. 17 Harga Indeks Sumber : (Peter Timmerhaus,1990)	101
Tabel 4. 18 (Lanjutan) Harga Indeks Sumber : (Peter Timmerhaus,1990).....	101
Tabel 4. 19 <i>Physical Plant Cost (PPC)</i>	110
Tabel 4. 20 <i>Direct Plant Cost (DPC)</i>	111
Tabel 4. 21 <i>Fixed Capital Investment (FCI)</i>	111
Tabel 4. 22 <i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>	111
Tabel 4. 23 (Lanjutan) <i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>	112
Tabel 4. 24 <i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>	112
Tabel 4. 25 <i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>	113
Tabel 4. 26 <i>Total Manufacturing Cost (MC)</i>	113
Tabel 4. 27 <i>Working Capital (WC)</i>	113
Tabel 4. 28 (Lanjutan) <i>Working Capital (WC)</i>	114
Tabel 4. 29 <i>General Expense (GE)</i>	114
Tabel 4. 30 Total Biaya Produksi.....	114
Tabel 4. 31 <i>Fixed cost (Fa)</i>	115
Tabel 4.32 <i>Variable cost (Va)</i>	115
Tabel 4.33 <i>Regulated cost (Ra)</i>	116

ABSTRAK

Produksi Polietilen Tereftalat memiliki prospek yang baik untuk dikembangkan, bila ditinjau dari potensi bahan baku maupun industri pemakainya, namun hingga saat ini sektor ini belum dikembangkan secara maksimal. Melihat prospek pasar dan perkembangan konsumsi PET di Indonesia untuk berbagai sektor industri terutama industri minuman yang terus meningkat setiap tahunnya, maka perlu dilakukan kajian pasar untuk mengetahui prospek pendirian pabrik baru dalam bentuk pra perancangan pabrik.

Pabrik ini direncanakan didirikan di Karawang, Jawa Barat dengan kapasitas produksi 100.000 ton pertahun. Adapun pendiriannya dimulai pada awal tahun 2021 dan akan mulai beroperasi pada awal tahun 2022. Proses yang digunakan pada pabrik PET ini adalah Proses pembuatan PET melalui reaksi esterifikasi. Bahan baku PTA dan Etilen glycol diesterifikasi kemudian di polimerisasi dalam reaktor polimerisasi rendah (prepolikondensasi) dan reaktor polikondensasi.

Perusahaan ini berbadan hukum Perseroan Terbatas (PT) dimana struktur organisasi yang dipakai adalah garis dan staf. Perusahaan ini dipimpin oleh seorang manager dengan jumlah karyawan 156 orang.

Dari hasil analisa ekonomi yang dilakukan, diperoleh Pembangunan konstruksi dan instalasi pabrik dilakukan selama satu tahun sehingga pabrik dapat beroperasi mulai tahun 2022. Keuntungan sebelum pajak Rp 98.269.089.030 /tahun, dan keuntungan setelah pajak 20% sebesar Rp 78.615.217.244 /tahun. Presentase ROI sebelum pajak sebesar 43% dan ROI setelah pajak sebesar 34%. Syarat ROI sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan resiko rendah minimum adalah 11% (Aries & Newton, 1955). POT sebelum pajak selama 1,9 tahun dan POT setelah pajak selama 3,28 tahun. Syarat POT sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan resiko rendah maksimum adalah 5 tahun (Aries & Newton, 1955). *Break Event Point* (BEP) pada 48%, dan *Shut Down Point* (SDP) pada 33%. BEP untuk pabrik kimia pada umumnya adalah 40–60%.

Dari hasil analisa ekonomi di atas dan jika ditunjang dengan perekonomian Indonesia yang stabil, maka pabrik PET dengan kapasitas 100.000 ton pertahun layak (*feasible*) didirikan.

Kata-kata kunci : Polietilen Tereftalat, Polimer, Industri, Reaksi.

ABSTRACT

Production of Polietilen Tereftalat has good prospects for development, when viewed from the potential of raw materials and industrial users, but until now this sector has not developed optimally. Seeing the market prospects and development of PET consumption in Indonesia for various industrial sectors, especially the beverage industry continues to increase each year, then it is necessary to study the market to see the prospect of the establishment of a new plant in the form of pre-plant design.

This factory is planned in Karawang, West Java, production capacity of 100,000 tons per year. The establishment started in early 2021 and will be start operating in early 2022. The process used in PET plant is the process of making PET by esterification. Raw materials PTA and Ethylene glycol esterified later in the polymerization in the polymerization reactor is low prepolycondensation and polycondensation reactor.

The company incorporated Limited Liability Company (PT) where the organizational structure used is a line and staff. The company is led by a manager with a number of employees 156 people.

From the results of the economic analysis, the result construction and installation of the plant is done for one year so that the plant can be operational starting in 2022. Profit before tax of Rp 98,269,089,030 / year, and a profit after tax 20% of Rp 78,615,217,244 / year. Percentage ROI before taxes by 43% and the ROI after tax of 34%. Requirement ROI before tax for the chemical plant with a low risk of age is 11% (Aries & Newton, 1955). POT before tax for 1.9 years and 3.28 POT after tax during the year. Requirement POT before tax for low-risk chemical plants maximum is 5 year (Aries & Newton, 1955). Break Event Point (BEP) at 48%, and Shut Down Point (SDP) at 33%. BEP for chemical plants is generally 40-60%.

From the results of economic analysis and if supported with Indonesia's economy stable, the PET plant with a capacity of 100.000 tons per annum feasible (feasible) established.

Key words: Polyethylene Terephthalate, Polymers, Industrial, Worth.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik

Sebagai negara berkembang, Indonesia melaksanakan pembangunan dan pengembangan di berbagai sektor, salah satunya adalah sektor industri. Dengan kemajuan dalam sektor industri diharapkan akan meningkatkan kesejahteraan rakyat. Dalam pembangunannya, sektor industri ini dikembangkan dalam beberapa tahap dan secara terpadu melalui peningkatan hubungan antara sektor industri dengan sektor lainnya.

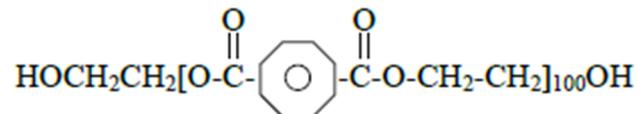
Industri kimia merupakan salah satu contoh sektor industri yang sedang dikembangkan di Indonesia dan diharapkan dapat memberikan kontribusi yang besar bagi pendapatan negara. Dalam mengembangkan dan meningkatkan industri ini diperlukan ilmu pengetahuan dan teknologi. Untuk itu Indonesia harus mampu memanfaatkan potensi yang ada, karena industri kimia membutuhkan perangkat-perangkat yang memang dibutuhkan dan juga membutuhkan sumber daya alam seefisien mungkin.

Disamping itu perlu juga penguasaan teknologi baik yang sederhana maupun yang canggih, sehingga bangsa Indonesia dapat meningkatkan eksistensinya dan kredibilitasnya sejajar dengan bangsa-bangsa lain yang telah maju.

Kebutuhan industri-industri kimia saat ini, maka kebutuhan akan bahan baku industri kimia tersebut pun semakin meningkat. Bahan baku industri ada yang

berasal dari dalam negeri dan ada juga yang masih di impor. Salah satu bahan baku yang masih diimpor adalah *Polyethylene Terephthalate* (PET).

Polyethylene Terephthalate (PET) ini sering dikenal dengan nama *polyester* memiliki rumus struktur sebagai berikut :



Gambar 1.1 Rumus Struktur PET

PET dengan berat molekul yang besar banyak digunakan untuk membuat serat sintetis, resin, pembungkus makanan dan minuman, dan lain-lain. Penyimpanan PET dalam wujud cair membutuhkan temperatur yang tinggi sehingga peralatan yang digunakan akan lebih mahal. Selain itu PET dalam wujud cair akan menyulitkan pengiriman. Oleh karena itu lebih efektif bila PET cair diubah menjadi padatan dengan proses kristalisasi.

1.2 Kegunaan Produk

PET banyak diproduksi dalam industri kimia dan digunakan dalam serat sintetis, botol minuman (botol plastik yang jernih atau transparan) seperti botol mineral, botol jus, dan hampir semua botol minuman lainnya, wadah makanan, aplikasi *thermoforming*, dan dikombinasikan dengan serat kaca dalam resin teknik.

PET juga merupakan salah satu bahan mentah terpenting dalam kerajinan tekstil dalam pembuatan kain. Selain itu juga PET digunakan dalam pembuatan film fotografi dan juga kaset audio maupun kaset video.

Namun penggunaan PET dalam pembuatan botol yang berkode “1” direkomendasikan hanya untuk sekali pakai, bukan untuk dipakai berkali-kali dan jangan dipakai untuk air hangat apalagi panas.

1.3 Penentuan Kapasitas Rancangan

Penentuan kapasitas produksi suatu industri senantiasa diupayakan dengan memperhatikan segi teknis, *financial*, ekonomis dan kapasitas minimal. Dari segi teknis, *industry* PET yang direncanakan memperhatikan peluang pasar, segi ketersediaan dan *kontinuitas* bahan baku.

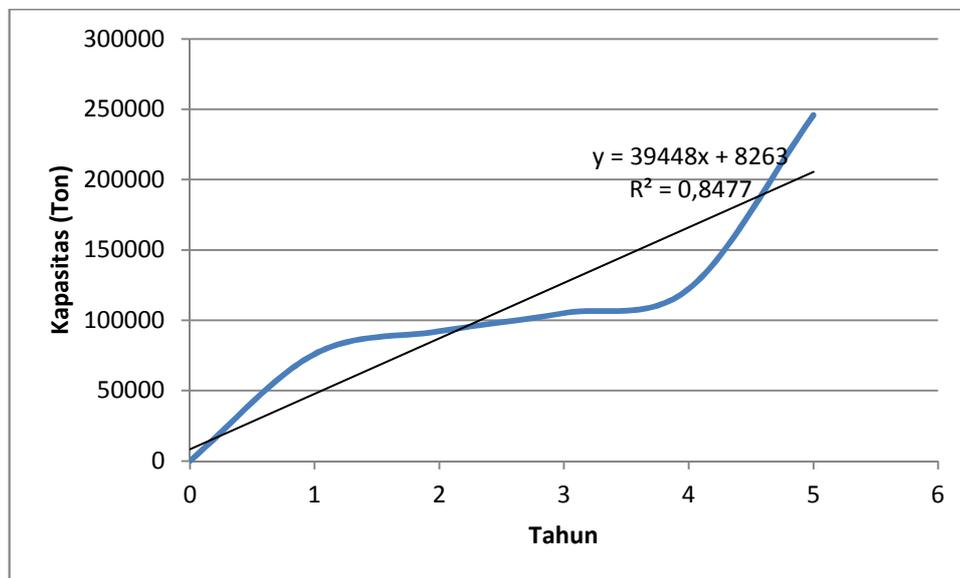
Selain itu penentuan kapasitas rancangan pabrik yang akan didirikan harus berada diatas kapasitas minimum atau sama dengan kapasitas pabrik yang sudah berjalan. Adapun faktor - faktor yang perlu dipertimbangkan dalam menentukan kapasitas pabrik PET yaitu :

1. Perkiraan kebutuhan PET di Indonesia

Berdasarkan data import statistika tahun 2012-2016, kebutuhan PET di Indonesia adalah sebagai berikut:

Tabel 1.1 Data Kebutuhan Impor PET (Sumber : Badan Pusat Statistika Yogyakarta)

Tahun	Berat (ton)
2012	75.987
2013	92.168
2014	105.076
2015	122.300
2016	245.766



Gambar 1. 2 Grafik Data Kebutuhan Impor PET

Berdasarkan grafik kebutuhan impor PET di Indonesia pada tahun 2022 sebesar 481.639 ton/tahun. Kapasitas rancangan pendirian pabrik direncanakan 100.000 ton/tahun, yaitu 25% dari kebutuhan impor PET.

Impor PET terutama berasal dari Cina. Impor lainnya berasal dari Malaysia dan Korea Selatan.

Dari Tabel 1.1. tersebut dapat dilihat bahwa kebutuhan PET di Indonesia terjadi naik turun, hal ini dikarenakan lebih banyak PET yang diekspor oleh Indonesia dibandingkan PET yang dikonsumsi sendiri, maka untuk memenuhi kebutuhan Indonesia dalam pra rancangan pabrik pembuatan PET ini diambil kapasitas sebesar 100.000 ton/tahun.

Tabel 1. 2 Data Perkembangan Ekspor dan Konsumsi PET Resin di Indonesia
(Sumber: Departemen Perindustrian RI 2007)

Tahun	Ekspor (Ton)	Pertumbuhan (%)	Konsumsi (Ton)	Pertumbuhan (%)
2007	280.965	-	96.458	-
2008	299.459	6,58	65.684	-31,59
2009	291.474	-2,67	60.901	-7,70
2010	312.824	7,33	34.066	-44,06
2011	286.452	-8,43	80.343	135,84
Rata rata (%) per tahun		0,7		13,12

2. Ketersediaan bahan baku

Bahan baku pembuatan PET terdiri dari bahan baku utama yaitu asam tereftalat (PTA) dan etilen glikol (EG). Selain itu pra rancangan pabrik pembuatan PET ini juga menggunakan antimoni trioksida (Sb_2O_3) sebagai katalisnya.

Saat ini terdapat lima perusahaan yang memproduksi PTA di Indonesia dengan kapasitas total 2.015.000 juta ton per tahun seperti terlihat pada Tabel 1.3.

Tabel 1.3 Produsen TPA di Indonesia

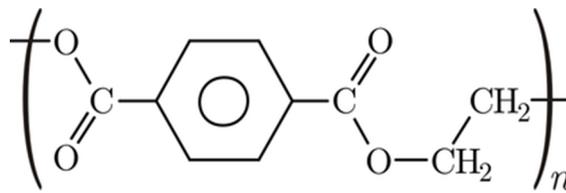
Nama Perusahaan	Lokasi	Kapasitas rata rata (Ton)
Pertamina	Plaju	225.000
PT Mitsubishi Chemical	Serang	600.000
PT Polysindo Eka Perkasa	Karawang	340.000
PT Amoco Mitsui PTA Indonesia	Merak	450.000
PT Polyprima Karyareksa	Serang	400.000
Total Kapasitas produksi		2.015.000

1.4 Tinjauan pustaka

1.4.1 Poliethylene Terephthalate (PET)

Polietilena tereftalat (disingkat PET, PETE atau dulu PETP, PET-P) adalah suatu resin polimer plastik termoplas dari kelompok poliester. PET banyak diproduksi dalam industri kimia dan digunakan dalam serat sintetis, botol minuman dan wadah makanan, aplikasi *thermoforming*, dan dikombinasikan dengan serat kaca dalam resin teknik.

PET merupakan salah satu bahan mentah terpenting dalam kerajinan tekstil.



Gambar 1. 3 Struktur Monomer Etilen Tereftalat

PET dapat berwujud padatan amorf (transparan) atau sebagai bahan semi-kristal yang putih dan tidak transparan tergantung kepada proses dan riwayat termalnya. Monomernya dapat diproduksi melalui esterifikasi asam tereftalat dengan etilen glikol, dengan air sebagai produk sampingnya.

Monomer PET juga dapat dihasilkan melalui reaksi transesterifikasi etilen glikol dengan dimetil tereftalat dengan metanol sebagai hasil samping. Polimer PET dihasilkan melalui reaksi polimerasi kondensasi dari monomernya. Reaksi ini terjadi sesaat setelah esterifikasi/transesterifikasinya dengan etilen glikol sebagai produk samping (dan etilen glikol ini biasanya didaur ulang).

Kebanyakan (sekitar 60%) dari produksi PET dunia digunakan dalam serat sintetis dan produksi botol mencapai 30% dari permintaan dunia. Dalam penggunaannya di bidang tekstil, PET biasanya disebut dengan *polyester* saja.

Plastik PET merupakan serat sintesis poliester (darkon) yang transparan dengan daya tahan kuat, tahan terhadap asam, kedap udara, fleksibel, dan tidak rapuh. Dalam hal penggunaannya, plastik PET menempati urutan pertama .

Penggunaannya sekitar 72 % sebagai kemasan minuman dengan kualitas yang baik. Plastik PET merupakan poliester yang dapat dicampur dengan polimer

alam seperti : sutera , wol dan katun untuk menghasilkan bahan pakaian yang bersifat tahan lama dan mudah perawatannya.

PET merupakan jenis 1, tanda ini biasanya tertera logo daur ulang dengan angka 1 di tengahnya serta tulisan PETE atau PET di bawah segitiga. Biasa dipakai untuk botol plastik, berwarna jernih/ transparan/tembus pandang seperti botol air mineral, botol jus, dan hampir semua botol minuman lainnya. Botol jenis PETE/PET ini direkomendasikan hanya sekali pakai.

Bila terlalu sering dipakai, apalagi digunakan untuk menyimpan air hangat apalagi panas, akan mengakibatkan lapisan polimer pada botol tersebut akan meleleh dan mengeluarkan zat karsinogenik (dapat menyebabkan kanker) dalam jangka panjang.

Perkembangan ilmu dan teknologi mengenai PET dimulai dengan penelitian yang dilakukan oleh Krenle dan Carothers pada akhir tahun 1930. Adapun penelitian Krenle mengenai hal tersebut di atas berdasarkan pada teknik alkil resin yaitu reaksi antara *glycerol* dengan *phtalic acid anhydrid*. Sedangkan penelitian lain , yaitu Carothers mempelajari persiapan dan hal-hal lain yang berkenaan dengan kelinieran PET. Dari percobaannya telah ditemukan beberapa sifat pembentukan fiber. Hasil percobaan ini merupakan kemajuan tentang struktur bebas dari polimer.

Penemuan ini mendasari pola pikir lebih lanjut, yaitu dengan adanya penemuan *polyamide*, *nylon 66* pada tahun 1935, sehingga menuju ke arah pendirian industri tekstil sintetis yang modern. Penemuan Carothers masih

memiliki kekurangan yaitu *fiber* yang dihasilkan memiliki titik leleh yang sangat rendah. (Kirk Othmer, 1981)

Pada tahun 1942, Rex Whinfield dan W Dickson yang bekerja pada perusahaan Calico Printers Association di Inggris menemukan sintesis polimer linier yang dapat diproduksi melalui *Ester Exchange* antara *Ethylene Glycol (EG)* dan *Dimethyl terephthalate (DMT)* yang menghasilkan *polyethylene terephthalate*.

Pada perkembangan selanjutnya produksi *polyester* untuk serat-serat sintesis menggunakan bahan baku *Terephthalate Acid (TPA)* dan *Ethylene Glycol (EG)*. Produksi serat *polyester (polyethylene terephthalate)* secara komersial dimulai pada tahun 1944 di Inggris dengan nama dagang "*Terylene*" dan pada tahun 1953 di Amerika Serikat (*Dupont*) dengan nama dagang "*Dacron*" (Kirk Othmer, 1981).

BAB II

PERANCANGAN PRODUK

2.1. dan 2.2 Spesifikasi Produk dan Spesifikasi Bahan Baku

2.3 Pengendalian Kualitas

Penyimpangan kualitas terjadi karena mutu bahan baku tidak baik, kesalahan operasi dan kerusakan alat. Penyimpangan dapat diketahui dari hasil monitor atau analisa pada bagian Laboratorium Pemeriksaan. Pengendalian Proses (*Process Control*) pada pabrik PET ini meliputi:

a. Pengawasan mutu bahan baku

Pengawasan mutu bahan baku adalah pengawasan yang dilakukan pada bahan dasar dan bahan tambahan pembuatan PET yang bertujuan untuk memantau atau monitoring kualitas bahan baku dari mulai bahan baku tersebut datang dari supplier hingga bahan baku tersebut siap untuk digunakan pada proses produksi sewaktu - waktu.

b. Pengawasan mutu selama proses produksi

Pengawasan mutu total proses adalah pengawasan dan pengendalian mutu saat berlangsungnya proses produksi. Pengawasan dalam proses produksi yang paling utama adalah pengendalian alat –alat proses yang digunakan mulai dari mengkontrol suhu, tekanan, volume cairan, aliran cairan serta kondisi alat yang digunakan.

Selain itu aspek pengawasan yang perlu diamati adalah keadaan bahan dan reaksi yang ditimbulkan, standar operasional mesin produksi dan keadaan produk akhir sebelum finished good disimpan di gudang maupun kelayakan pemasaran atau konsumsi.

c. Pengawasan mutu barang jadi

Pengawasan mutu barang jadi adalah pengendalian kualitas finished good pada akhir proses dimana barang masih didalam gudang maupun yang telah dipasarkan. Pengendalian mutu ini terus dilaksanakan hingga produk habis masa kadaluarsa.

BAB III

PERANCANGAN PROSES

3.1 Uraian Proses

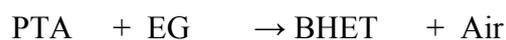
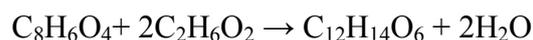
3.1.1 Tahap Persiapan Bahan Baku

PTA yang berbentuk bubuk diangkut dari silo penyimpanan terephthalate acid (SL-01) dengan menggunakan bucket elevator (BE-01) untuk dimasukkan ke dalam tangki pencampur (M-01). Bersamaan dengan itu dimasukkan juga (EG) dari tangki penyimpanan EG (T-01) yang dialirkan dengan menggunakan pompa.

Rasio molar antara PTA dengan EG yang akan masuk ke dalam mixer (M-01) adalah 1:2. Proses pencampuran dilakukan dengan menggunakan pengaduk dan berlangsung selama 10 menit pada temperatur 80⁰C serta tekanan 1 atm. Campuran yang dihasilkan berupa *slurry*.

3.1.2 Tahap Reaksi

1) Reaksi Pembentukan



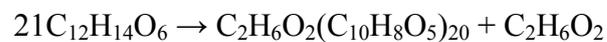
Dalam reaktor esterifikasi yang dilengkapi dengan pengaduk ini berlangsung proses esterifikasi langsung yaitu terbentuknya gugus isomer dari reaksi antara PTA dan EG dengan konversi terephthalate acid

sebesar 90 %. Hasil yang diperoleh dari reaksi tersebut adalah *bishydroxyethyl terephthalate* (BHET), air (H₂O) dan PTA yang tidak bereaksi.

Pada reaktor ini, reaksi berjalan secara eksotermis. Kondisi operasi reaktor esterifikasi ini pada temperatur 250 °C dan tekanan 1 atm selama ±100 menit. Uap air dan EG yang keluar dari reaktor esterifikasi mempunyai temperatur 250 °C dialirkan menuju unit pengolahan lanjut (UPL).

BHET yang terbentuk dan PTA yang tidak bereaksi dan katalis dialirkan dari bagian bawah reaktor esterifikasi (R-01) ke reaktor prepolimerisasi (R-02) dengan menggunakan pompa (P-05).

2) Proses Polimerisasi

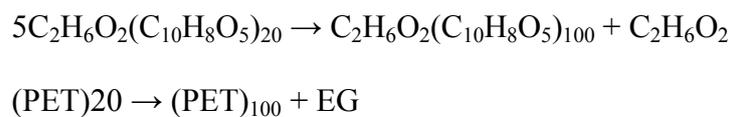


Proses prepolimerisasi berlangsung dalam reaktor prepolimerisasi (R-02) yang dilengkapi dengan pengaduk pada suhu 270 °C dan tekanan 1 atm dengan konversi *bishydroxyethyl terephthalate* (BHET) sebesar 95 % . Proses ini menghasilkan monomer dengan derajat polimerisasi 20 (PET₂₀), EG dan BHET yang tidak bereaksi.

Sebagian uap EG dan air yang tidak bereaksi akan menguap dan dialirkan ke unit pengolahan lanjut. Selanjutnya monomer dari reaktor

prepolimerisasi (R-02) yang terbentuk dialirkan ke reaktor polikondensasi (R-03) dengan menggunakan pompa (P-08).

3) Proses Polikondensasi



Pada proses polikondensasi akan terbentuk ikatan monomer - monomer menjadi polimer yang panjang dengan derajat polimerisasi yang semakin bertambah besar. Proses polikondensasi berlangsung pada temperatur 290⁰C dan tekanan 1atm dengan konversi prepolimer sebesar 99 % dalam reaktor polikondensasi. Pada proses ini uap *ethylene glycol* yang tidak bereaksi akan dialirkan ke unit pengolahan lanjut.

3.1.3 Tahap Pemisahan Produk

Cairan PET yang dihasilkan dari reaktor polikondensasi dialirkan menggunakan pompa ke cooler (CL-01) untuk menurunkan suhu dari 290⁰C menjadi 190⁰C. Cairan dari cooler (CL-01) di pompa ke cooler (CL-02) untuk menurunkan suhu dari 190⁰C ke suhu 90⁰C.

Cairan yang suhunya sudah diturunkan menjadi 90⁰C dipompa ke dalam dekanter (DK-01) untuk dipisahkan dari katalis Sb₂O₃ dan sisa PTA. Cairan kental PET yang keluar dari dekanter (DK-01) dipompa ke

dekanter (DK-02) untuk dipisahkan dari BHET dan PET 20. Kemudian cairan (PET 100) yang keluar dari dekanter (DK-02) tersebut dipompakan (P-13) dan selanjutnya diturunkan temperaturnya menjadi 30 °C dengan menggunakan cooler (3).

Terakhir cairan PET 100 dialirkan menuju kristaliser (K-01) untuk mengkristalkan produk PET 100. Setelah keluar dari kristaliser, PET kristal diangkut menuju ke tangki penyimpanan dengan menggunakan belt conveyer (BC-02).

3.2 Pembuatan PET dengan proses Transesterifikasi Dimetyl Tereptalate

Proses Pembuatan PET Melalui Reaksi Transesterifikasi *Dimetyl Terephtalate* (DMT)

Proses pembuatan PET melalui reaksi transesterifikasi dilakukan dengan cara mereaksikan *Dimetil Terephtalate* (DMT) dan *Ethylen Glycol* dalam reaktor transesterifikasi secara batch. DMT dan EG dicampur dalam suatu tangki untuk mendapatkan campuran yang homogen dengan rasio molar EG/DMT sebesar 2.1 – 2.2 , setelah itu campuran dialirkan ke reaktor transesterifikasi pada kondisi 140 – 260 °C untuk membentuk monoester *Bis-Hidroxyethylene Terephtalate* (BHET). Hasil samping berupa metanol harus dipisahkan melalui kolom destilasi. Dibutuhkan katalis untuk mempercepat reaksi. Katalis yang biasa digunakan untuk mempercepat reaksi ialah mangan acetat atau zinc acetat.

Reaksi selanjutnya ialah polymerisasi dalam pase lelehan dimana monomer ester hasil transesterifikasi direaksikan menjadi polymer melalui reaksi polikondensasi, diperlukan katalis antimony acetate atau antimony oksida untuk mempercepat reaksi. Biasanya terdapat dua tahap reaksi polymerisasi yaitu polymerisasi rendah pada suhu 270 – 280 °C dan polymerisasi tinggi 280 – 290 °C pada tekanan vaccum kemudian didinginkan melalui proses *quenching* sehingga menjadi chips PET dengan derajat polymerisasi yang diinginkan. Chips PET dapat digunakan menjadi bahan baku untuk industri serat sintesis. Apabila akan digunakan untuk pembuatan botol minuman maka chips PET tersebut harus direaksikan kembali dalam pase padat melalui reaksi solid state polikondensasi dalam reaktor fludezed bed.

Perbandingan Proses :

Proses 1 : Polietilen Tereftalat dari asam tereftalat dan etilen glikol

Proses 2 : Polietilen Tereftalat dari Transesterifikasi Dimethyl

Tereftalat

Parameter	Proses 1	Proses 2
Pressure	1 atm	10 atm
Temperature	200-290 C	270-290
Konversi	0,99	0,95
Limbah	EG + H2O	Metanol

3.3 Spesifikasi Alat Proses

1) Silo Penyimpanan PTA (SL-01)

Tugas : Menyimpan bahan baku Asam Tereftalat
selama 1 minggu sebanyak 3.351.498 Kg/1
minggu

Kondisi penyimpanan : Atmosferik, suhu perancangan 30 °C

Jenis : Tangki silinder tegak dengan bagian bawah
berbentuk cone 60°

Ukuran : Volume : 837.768,6 m³

Tinggi : 6 m

Diameter : 4 m

Bahan : *Carbon Steel & API*

Tebal shell : 3/8 in

Tebal head : 7/16 in

Jumlah : 3 buah

Harga : \$ 6,075

2) Tangki Penyimpan EG (TK-01)

Fungsi : Menyimpan bahan baku Etilen Glikol dengan
kadar Etilen Glikol 99,5%

Kondisi operasi : P : 1 atm

T : 30°C

Jenis : Tangki Silinder Tegak berbentuk Conical

Ukuran : Volume : 1.140.823 m³

Tinggi : 6,7 m

Diameter : 4,48 m

Bahan : *Stainless steel*

Tebal shell : 5/8, 1/2, 7/16, 3/8, 1/4, 3/16 in

Tebal head : 5/8 in

Harga : \$ 1.620,70

3) Silo Penyimpanan Katalis (Sb₂O₃) (SL-02)

Tugas : Menyimpan bahan baku bubuk Antimoni

Trioksida sebanyak 170.367 kg/Hari

Kondisi Penyimpanan : Atmosferik, suhu perancangan 30 °C

Jenis : Carbon steel dan API

Ukuran : Volume : 38.274.422 m³

Tinggi : 4,5 m

Diameter : 3,0 m

Bahan : *Carbon Steel & API*

Tebal shell : 3/16 in

Tebal head : 3/16 in

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 6,075 (murah)

4) Silo Penyimpanan PET (SL-03)

Tugas : Menyimpan bahan baku padatan kristal
Polietilen Tereftalat sebanyak 2.121.212 kg/7
hari

Kondisi Penyimpanan : Atmosferik, suhu perancangan 30 °C

Jenis : Carbon steel SA 283 D

Ukuran : Volume : 557.480 m³

Tinggi : 5,3 m

Diameter : 3,5 m

Bahan : *Carbon Steel SA 283 Grade D*

Tebal shell : 3/8 in

Tebal head : 7/16 in

Jumlah : 3 buah

Harga : \$ 120,804

6) Heater (HE-01)

Tugas : Menaikan suhu campuran hasil keluar dari R-01
sebelum masuk ke Reaktor-01 dari 90°C
menjadi 147 °C dengan kebutuhan steam
1992.313 Kg/Jam

Jenis : *Shell and Tube Heat Exchanger*

Luas perpindahan panas: 1483,3041 ft²

Ukuran alat	: Tube	: OD	= 3/4in
		BWG	= 18
		Jumlah pipa	= 160
		Panjang	= 60 in
		Passes	= 2
	Shell	: ID	= 15 ¼ in
		Passes	= 1

Bahan : *Carbon steel SA 283 Grade C*

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 10,136

7) Heater (HE-02)

Tugas : Menaikkan suhu larutan campuran PTA ,EG dan air keluar dari HE-01 sebelum masuk ke Reaktor-01 147°C menjadi 200°C dengan kebutuhan steam 2000.000 kg/jam

Jenis : *Shell and Tube Heat Exchanger*

Luas perpindahan panas: 1804,8498 ft²

Ukuran alat : Tube : OD = 3/4in
BWG = 18
Jumlah pipa = 160
Panjang = 60 in
Passes = 2
Shell : ID = 15 ¼ in
Passes = 1

Bahan : *Carbon steel SA 283 Grade C*

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 10,136

8) Reaktor Esterifikasi (R-01)

Tujuan : Mereaksikan PTA dan EG dengan katalis Antimoni Trioksida

Jenis	: CSTR
Diameter	: 4,06 m
Tinggi	: 7,11 m
Tebal shell	: 3/16 in
Tebal Head	: 3/16 in
Katalis	: Antimoni Trioksida (Sb ₂ O ₃)
Suhu Reaktor	: 250 °C
Tekanan	: 1 atm
Bahan	: <i>Carbon Steel</i>
Harga	: \$ 102,100

9) Reaktor Prepolikondensasi (R-02)

Tujuan	: Mereaksikan BHET dengan PTA dengan katalis Antimoni Trioksida
Jenis	: CSTR
Diameter	: 9,14 m
Tinggi	: 9,61 m
Tebal shell	: 3/16 in
Tebal Head	: 3/16 in
Katalis	: Antimoni Trioksida (Sb ₂ O ₃)

Suhu Reaktor : 270 °C
Tekanan : 1 atm
Bahan : *Carbon Steel*
Harga : \$ 733,600

10) Reaktor Polikondensasi (R-03)

Tujuan : Mereaksikan PET20 dengan BHET dan PTA
Jenis : CSTR
Diameter : 10,19 m
Tinggi : 10,5 m
Tebal shell : 3/16 in
Tebal Head : 3/16 in
Katalis : Antimoni Trioksida (Sb₂O₃)
Suhu Reaktor : 290°C
Tekanan : 1 atm
Bahan : *Carbon Steel*
Harga : \$ 2,017,500

11) Cooler (CL-01)

Tugas : Mendinginkan fluida keluaran Reaktor 3 dari suhu 290°C menjadi 190 ° C

Jenis : *Double Pipe*

Luas perpindahan panas: 103,704 ft²

Ukuran alat : Inner : OD = 3/4 in

BWG = 18

Jumlah pipa = 160

Panjang = 16 in

Passes = 2

Anulus : ID = 15 1/4 in

Passes = 1

Bahan : *Carbon stell*

Harga : \$ 1,548

12) Cooler (CL-02)

Tugas : Mendinginka fluida keluaran dari Cooler 1 dari suhu 190°C menjadi 90°C

Beban panas : 2.785.591,71 kJ/jam

Jenis : *Shell and Tube Heat Exchanger*

Luas perpindahan panas: 215,799 ft²

Ukuran alat : Tube : OD = 3/4 in

BWG = 18

Jumlah pipa = 160

Panjang = 16 in

Passes = 2

Shell : ID = 15 ¼ in

Passes = 1

Bahan : *Carbon stell*

Harga : \$ 1,906

13) Cooler (CL-03)

Tugas : Mendinginkan fluida keluaran dari Dekanter 2
dari suhu 80°C menjadi 30°C

Jenis : *Shell and Tube*

Luas perpindahan panas: 1.349.672,42 ft²

Ukuran alat : Tube : OD = ¾ in

BWG = 18

Jumlah pipa = 160

Panjang = 16 in

Passes = 2

Shell : ID = ¾

Passes = 1

Bahan : *Carbon stell*

Harga : \$ 1,667

14) Bucket Elevator (BE-01)

Tugas : Memindahkan PTA dari Silo 1 menuju ke
Reaktor Esterifikasi

Panjang Elevasi : 49,21ft

Jenis : Bucket 6x4

Harga : \$ 18,227

15) Belt Conveyor (BC-01)

Tugas : Memindahkan Katalis dari Silo menuju ke
Reaktor Esterifikasi

Jenis : Belt closed

Panjang : 8,9 ft

Harga : \$ 3,913

16) Belt Conveyor (BC-02)

Tugas : Memindahkan PET100 dari Kristalizer 1
menuju ke Silo 3

Jenis : Belt closed

Panjang : 67,3 ft

Harga : \$ 27,401

17) Dekanter (DK)

Tugas : Memisahkan PTA,BHET,EG,PET20 dari katalis serta slurry

Jenis : Countinuous Gravity horizontal

Bahan Konstruksi : Stainless steell

Ukuran Alat : Diameter : 4,345 m

Panjang : 13,03 m

Tebal : 0,19 in

Tebal : 1,5 in

Harga : \$ 50,000

19) Centrifuge (CE)

Tugas : Memisahkan Katalis dengan PET
100.

Jenis : Countinuous Gravity horizontal.

Bahan Dekanter : Stainless steell

Ukuran Alat : Diameter : 2,85 m

Panjang : 8,55 m

Tebal : 0,19 in

Tebal : 0,19 in

Harga : \$ 50,000

20) Kristalizer (KR-01)

Tugas : Mengkristalkan PET100 dari Centrifuge
sebanyak 12626,26263 kg/jam

Jenis : Quinching

Volume : 1.183,43 gal

Harga : \$ 122,472

BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

Tata letak peralatan dan fasilitas dalam suatu rancangan pabrik merupakan syarat penting untuk memperkirakan biaya secara akurat sebelum mendirikan pabrik yang meliputi desain sarana pemipaan, fasilitas bangunan, jenis dan jumlah peralatan dan kelistrikan.

Hal ini secara khusus akan memberikan informasi yang dapat diandalkan terhadap biaya bangunan dan tempat sehingga dapat diperoleh perhitungan biaya yang terperinci sebelum pendirian.

Lokasi suatu pabrik merupakan bagian penting untuk mempengaruhi kedudukan pabrik dalam persaingan. Penentuan lokasi pabrik yang tepat tidak semudah yang diperkirakan, banyak faktor yang dapat mempengaruhinya. Idealnya, lokasi yang dipilih harus memberikan keuntungan untuk jangka panjang dan dapat memberikan kemungkinan untuk memperluas pabrik.

Lokasi yang baik akan menentukan hal-hal sebagai berikut :

- Kemampuan untuk melayani konsumen dengan memuaskan.
- Kemampuan untuk mendapatkan bahan mentah yang berkesinambungan dan harganya sampai ditempat cukup murah.
- Kemudahan untuk mendapatkan tenaga karyawan.

Oleh karena itu, pemilihan tempat bagi berdirinya suatu pabrik harus memperhatikan beberapa faktor yang berperan yaitu faktor primer dan faktor sekunder.

a. Faktor Primer

Faktor ini secara langsung mempengaruhi tujuan utama dari usaha pabrik yang meliputi produksi dan distribusi produk yang diatur menurut macam dan kualitasnya. Yang termasuk dalam faktor utama adalah (Bernasconi, 1995) :

1. Letak pasar

Pabrik yang letaknya dekat dengan pasar dapat lebih cepat melayani konsumen, sedangkan biayanya juga lebih terutama biaya angkutan.

2. Letak sumber bahan baku

Idealnya, sumber bahan baku tersedia dekat dengan lokasi pabrik. Hal ini lebih menjamin penyediaan bahan baku, setidaknya dapat mengurangi keterlambatan penyediaan bahan baku, terutama untuk bahan baku yang berat. Hal-hal yang perlu diperhatikan mengenai bahan baku adalah :

- Lokasi sumber bahan baku
- Besarnya kapasitas bahan baku dan berapa lama sumber tersebut dapat diandalkan pengadaannya
- Cara mendapatkan bahan baku dan cara transportasinya
- Harga bahan baku serta biaya pengangkutan
- Kemungkinan mendapatkan sumber bahan baku yang lain

3. Fasilitas pengangkutan

Pertimbangan-pertimbangan kemungkinan pengangkutan bahan baku dan produk menggunakan angkutan gerbong kereta api, truk, angkutan melalui sungai dan laut dan juga angkutan melalui udara yang sangat mahal.

4. Tenaga Kerja

Tersedianya tenaga kerja menurut kualifikasi tertentu merupakan faktor pertimbangan pada penetapan lokasi pabrik tetapi tenaga terlatih atau *skilled labor* di daerah setempat tidak selalu tersedia. Jika didatangkan dari daerah lain diperlukan peningkatan upah atau penyediaan fasilitas lainnya sebagai daya tarik.

5. Pembangkit tenaga listrik

Pabrik yang menggunakan tenaga listrik yang besar akan memilih lokasi yang dekat dengan sumber tenaga listrik.

b. Faktor Sekunder

Yang termasuk ke dalam faktor sekunder antara lain adalah :

1. Harga tanah dan gedung

Harga tanah dan gedung yang murah merupakan daya tarik tersendiri. Perlu dikaitkan dengan rencana jangka panjang. Jika harga tanah mahal mungkin hanya dapat diperoleh luas tanah

yang terbatas, sehingga perlu dipikirkan untuk membuat bangunan walaupun pembangunan gedungnya lebih mahal.

2. Kemungkinan perluasan

Perlu diperhatikan apakah perluasan dimasa yang akan datang dapat dikerjakan di satu tempat atau perlu lokasi lain, apakah di sekitar sudah banyak pabrik lain. Hal ini menjadi masalah tersendiri dalam hal perluasan pabrik di masa mendatang.

3. Fasilitas servis

Terutama untuk pabrik yang relatif kecil yang tidak memiliki bengkel sendiri. Perlu dipelajari adanya bengkel-bengkel di sekitar daerah tersebut yang mungkin diperlukan untuk perbaikan alat-alat pabrik. Perlu juga dipelajari adanya fasilitas layanan masyarakat, misalnya rumah sakit umum, sekolah-sekolah, tempat-tempat ibadah, tempat-tempat kegiatan olahraga, tempat-tempat rekreasi, dan sebagainya.

Untuk pabrik yang besar, mungkin beberapa fasilitas tersebut dapat dilayani sendiri walaupun merupakan beban tambahan. Keuntungannya selain merupakan daya tarik bagi pekerja, juga membantu penjagaan kesehatan fisik dan mental sehingga efisiensi kerja dapat tetap dipertahankan.

4. Fasilitas finansial

Perkembangan perusahaan dibantu oleh fasilitas finansial, misalnya adanya pasar modal, bursa, sumber-sumber modal, bank, koperasi simpan pinjam, dan lembaga keuangan lainnya. Fasilitas tersebut akan lebih membantu untuk memberikan kemudahan bagi suksesnya dalam usaha pengembangan pabrik.

5. Persediaan air

Industri kimia memerlukan unit pendukung yaitu air untuk kebutuhan steam. Karena itu, di daerah lokasi diperlukan adanya sumber air yang kemungkinan diperoleh dari air sungai, danau, sumur, laut.

6. Peraturan daerah setempat

Peraturan daerah setempat perlu dipelajari terlebih dahulu mungkin terdapat beberapa persyaratan atau aturan yang berbeda dengan daerah lain.

7. Masyarakat daerah

Sikap, tanggapan dari masyarakat daerah terhadap pembangunan pabrik perlu diperhatikan dengan seksama, karena hal ini akan menentukan perkembangan pabrik di masa yang akan datang. Keselamatan dan keamanan masyarakat perlu dijaga dengan baik. Hal ini merupakan suatu keharusan sebagai sumbangan kepada masyarakat.

8. Iklim di daerah lokasi

Suatu pabrik ditinjau dari segi teknik, adakalanya membutuhkan kondisi operasi misalnya kelembaban, udara, panas matahari, dan sebagainya. Hal ini berhubungan dengan kegiatan pengolahan, penyimpanan bahan baku atau produk. Di samping itu, iklim juga mempengaruhi gairah kerja dan moral para karyawan. Keaktifan kerja karyawan dapat meningkatkan hasil produksi.

9. Keadaan tanah

Sifat-sifat mekanika tanah dan tempat pembangunan pabrik harus diketahui. Hal ini berhubungan dengan rencana pondasi untuk alat-alat, bangunan gedung, dan bangunan pabrik.

10. Perumahan

Bila di sekitar daerah lokasi pabrik telah banyak perumahan, selain lebih membuat kerasan para karyawan juga dapat meringankan investasi perumahan karyawan.

11. Daerah pinggiran kota

Daerah pinggiran kota dapat menjadi lebih menarik untuk pembangunan pabrik. Akibatnya dapat timbul aspek desentralisasi industri. Alasan pemilihan daerah lokasi di pinggiran kota antara lain :

- Upah buruh relatif rendah
- Harga tanah lebih murah
- Servis industri tidak terlalu jauh dari kota

4.1 Lokasi Pabrik

Secara geografis, penentuan lokasi pabrik sangat menentukan kemajuan serta kelangsungan dari suatu industri kini dan pada masa yang akan datang karena berpengaruh terhadap faktor produksi dan distribusi dari pabrik yang didirikan. Pemilihan lokasi pabrik harus tepat berdasarkan perhitungan biaya produksi dan distribusi yang minimal serta pertimbangan sosiologi dan budaya masyarakat di sekitar lokasi pabrik (Timmerhause, 2004). Berdasarkan faktor-faktor tersebut, maka Pabrik PET ini direncanakan berlokasi di daerah Lahan Kosong di dekat Sungai Citarum, Karawang, Jawa Barat.



Gambar 4.1 Denah Lokasi Pabrik

Dasar pertimbangan dalam pemilihan lokasi pabrik adalah :

a. Bahan baku

Bahan baku direncanakan diperoleh dari pabrik sekitarnya di Karawang. Misalnya PTA diperoleh dari PT. Amoco Mitsui Indonesia yang ada di daerah Subang dan EG diperoleh dari PT. Glorindo yang ada di Karawang, untuk katalis Antimon Trioksida diimpor dari Amerika Serikat.

b. Transportasi

Pembelian bahan baku dan penjualan produk dapat dilakukan melalui jalan darat maupun laut. Lokasi yang dipilih dalam rencana pendirian pabrik ini merupakan kawasan industri, yang telah memiliki sarana pelabuhan dan pengangkutan darat sehingga pembelian bahan baku dan pelepasan produk dapat dilakukan melalui jalan darat maupun laut.

c. Pemasaran

Kebutuhan PET terus menunjukkan peningkatan dari tahun ke tahun dengan semakin banyaknya industri kimia berbasis PET sehingga pemasarannya tidak akan mengalami hambatan. Selain itu Karawang merupakan daerah industri sehingga produknya dapat dipasarkan kepada pabrik yang membutuhkan di kawasan industri tersebut atau diekspor ke manca negara.

d. Kebutuhan air

Air yang dibutuhkan dalam proses diperoleh dari sungai yang ada di Karawang yang mengalir di sekitar pabrik untuk proses, sarana utilitas dan keperluan rumah tangga.

e. Kebutuhan tenaga listrik dan bahan bakar

Dalam pendirian suatu pabrik, tenaga listrik dan bahan bakar adalah faktor penunjang yang paling penting. Pembangkit listrik utama untuk pabrik adalah menggunakan generator diesel yang bahan bakarnya diperoleh dari Pertamina. Selain itu, kebutuhan tenaga listrik juga dapat diperoleh Perusahaan Listrik Negara (PLN) Jawa Barat.

f. Tenaga kerja

Sebagai kawasan industri, daerah ini merupakan salah satu tujuan para pencari kerja. Tenaga kerja ini merupakan tenaga kerja yang produktif dari berbagai tingkatan yang terdidik maupun belum terdidik.

g. Biaya untuk lahan pabrik

Lahan yang tersedia untuk lokasi pabrik masih cukup luas dan dalam harga yang terjangkau.

h. Kondisi iklim dan cuaca

Seperti daerah lain di Indonesia, maka iklim di sekitar lokasi pabrik relatif stabil. Pada setengah tahun pertama musim kemarau dan setengah tahun kedua musim hujan. Walaupun demikian perbedaan suhu yang terjadi relatif kecil.

i. Limbah

Satu hal lagi yang menjadi pertimbangan lokasi pabrik adalah limbah yang dibuang. Pabrik PET mempunyai limbah organik yang mudah diolah.

j. Kemungkinan perluasan dan ekspansi

Ekspansi pabrik dimungkinkan karena tanah sekitar memang dikhususkan untuk daerah pembangunan industri.

k. Sosial masyarakat

Sikap masyarakat diperkirakan akan mendukung pendirian pabrik pembuatan PET karena akan menjamin tersedianya lapangan kerja bagi mereka. Selain itu pendirian pabrik ini diperkirakan tidak akan mengganggu keselamatan dan keamanan masyarakat di sekitarnya.

4.2 Tata Letak Pabrik

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

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

- a. Urutan proses produksi.
- b. Pengembangan lokasi baru atau penambahan perluasan lokasi yang belum dikembangkan pada masa yang akan datang.
- c. Distribusi ekonomis 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 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 :

1. Mengurangi jarak transportasi bahan baku dan produksi, sehingga mengurangi material handling.

2. Memberikan ruang gerak yang lebih leluasa sehingga mempermudah perbaikan mesin dan peralatan yang rusak atau di-blowdown.
3. Mengurangi ongkos produksi.
4. Meningkatkan keselamatan kerja.
5. Mengurangi kerja seminimum mungkin.
6. Meningkatkan pengawasan operasi dan proses agar lebih baik.

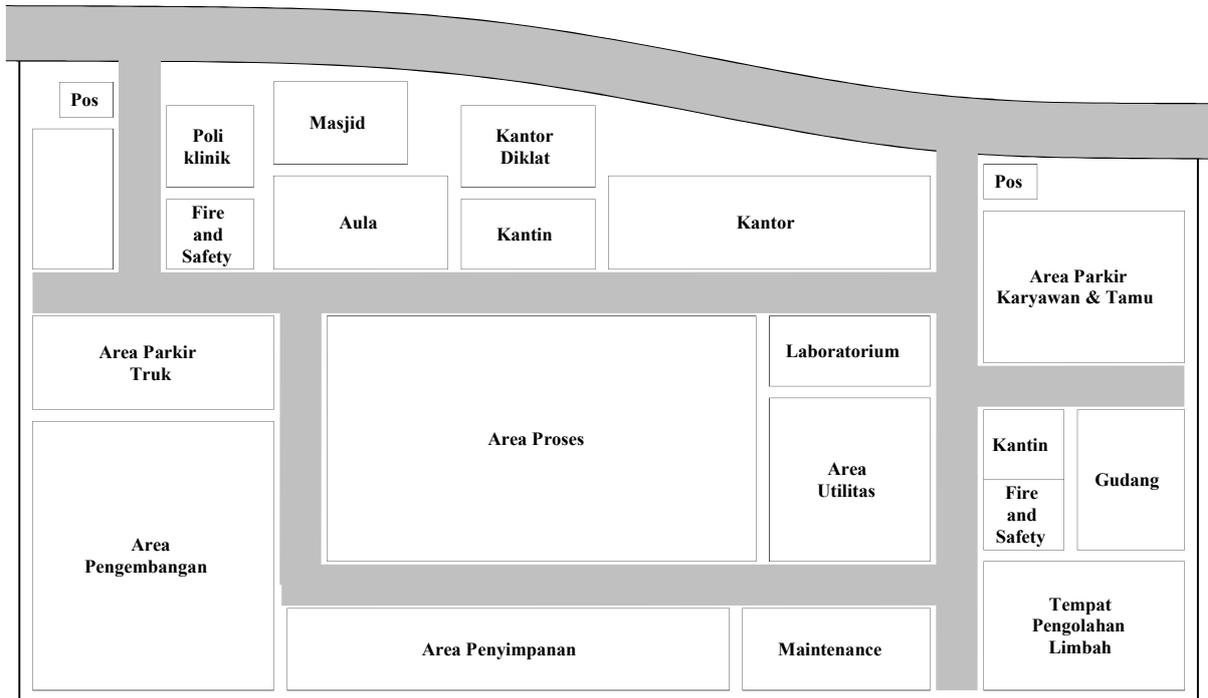
Perincian luas tanah yang digunakan sebagai tempat berdirinya pabrik diuraikan dalam Tabel 4.1 :

Tabel 4. 1 Perincian Luas Tanah

Lokasi	Panjang, m	Lebar, m	Luas, m ²
Kantor utama	44	14	616
Pos Keamanan/satpam	8	4	32
Auditorium	16	36	576
Parkir tamu	12	22	264
Parkir Truk	20	12	240
Ruang timbang truk	12	6	72
Kantor teknik dan produksi	20	14	280
Klinik	12	10	120
Masjid	14	12	168

Tabel 4.1 (Lanjutan) Perincian Luas Tanah

Kantin	16	12	192
Bengkel	12	24	288
Unit Pemadam Kebakaran	16	14	224
Gudang Alat	22	10	220
Laboratorium	12	16	192
Utilitas	24	10	240
Area Proses	70	50	3.500
Control Room	28	10	280
Control Utilitas	10	10	100
Jalan dan Taman	60	40	2.400
Perluasan Pabrik	100	50	5.000
Luas Tanah			15.004
Luas Bangunan			7.604
TOTAL			15.004



Gambar 4. 2 Denah Perancangan Bangunan Pabrik

Skala 1 : 1100

Keterangan gambar :

- | | |
|-----------------------------------|------------------------------|
| 1. Pos Keamanan | 11. Area parkir truk |
| 2. Koperasi | 12. Area pengembangan |
| 3. Poliklinik | 13. Area proses |
| 4. <i>Fire and safety</i> | 14. Laboratorium |
| 5. Masjid | 15. Area utilitas |
| 6. Aula | 16. Area penyimpanan |
| 7. Kantor diklat | 17. <i>Maintenance</i> |
| 8. Kantin | 18. Gudang |
| 9. Kantor | 19. Tempat pengolahan limbah |
| 10. Area parkir karyawan dan tamu | 20. Jalan raya |

4.3 Tata Letak Alat Proses

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

1. 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.

2. 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.

3. Pencahayaan

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

4. Lalu lintas manusia dan kendaraan

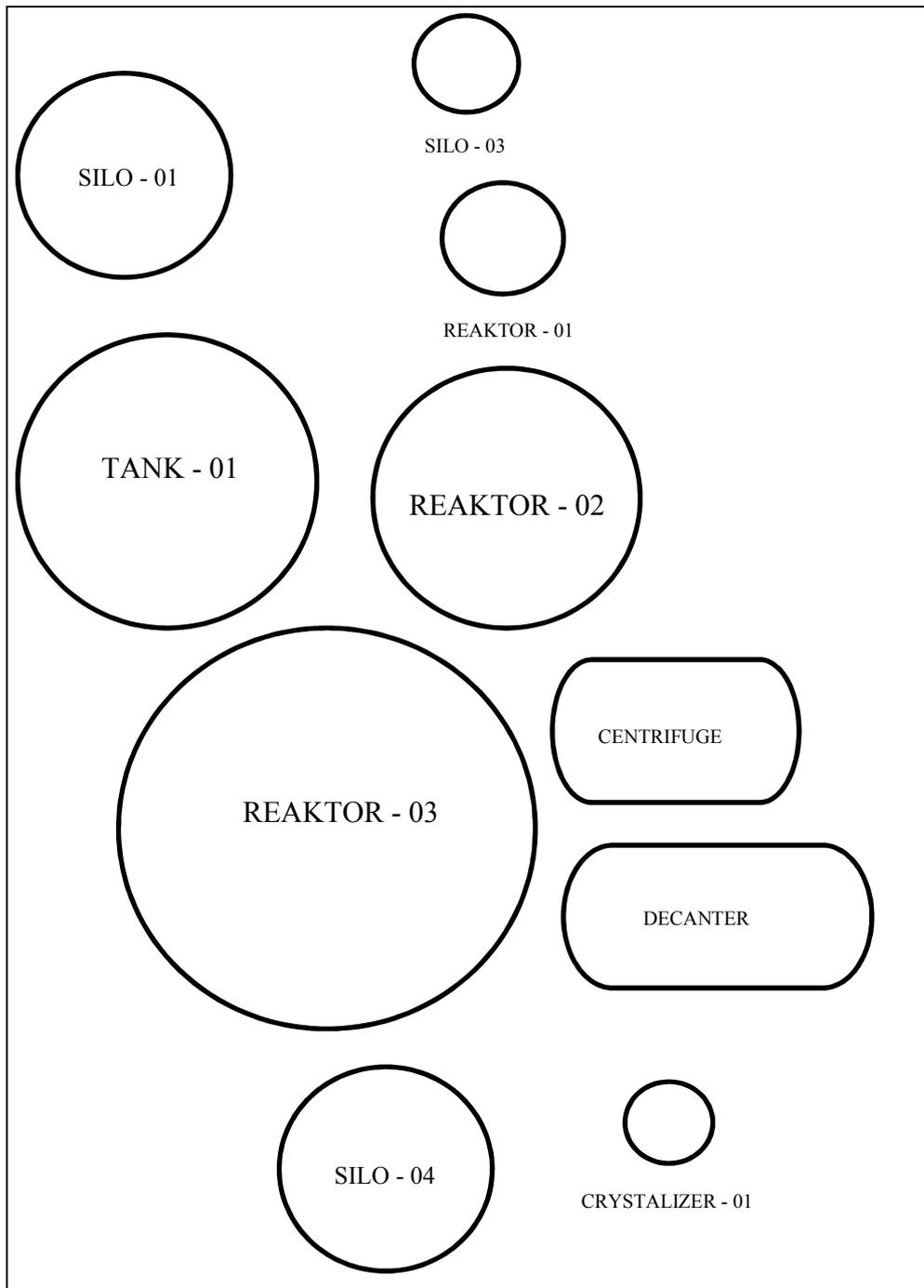
Dalam perancangan *layout* peralatan, perlu diperhatikan agar pekerja dapat mencapai seluruh alat proses dengan cepat dan mudah agar apabila terjadi gangguan pada alat proses dapat segera diperbaiki, selain itu keamanan pekerja selama menjalankan tugasnya perlu diprioritaskan.

5. Pertimbangan Ekonomi

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

6. 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.



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

4.4 Aliran Proses dan Mterial

4.4.1 Neraca Massa

4.4.1.1 Neraca Massa Total

Tabel 4. 2 Neraca Massa Total

Komponen	Rumus Molekul	Masuk, kg/jam	Keluar, kg/jam
Asam Tereftalat (PTA)	$C_8H_6O_4$	3.1045,4067	17547,4037
Etilen Glikol (EG)	$C_2H_4(OH)_2$	20165,691	13656,3789
Bis 2-hidroksietil tereftalat (BHET)	$(C_3H_5)_2O_6C_6H_4$	21376,4457	22305,8563
Antimoni Trioksida (Katalis)	Sb_2O_3	946,486	946,486
Polietilen Tereftalat DP =20 (PET ₂₀)	$C_2H_6O_2(C_{10}H_8O_5)_{20}$	17154,266	17322,445
Polietilen Tereftalat DP =100 (PET ₁₀₀)	$C_2H_6O_2(C_{10}H_8O_5)_{100}$	37878,7879	12626,263
Water	H_2O	476,381	3110,931
TOTAL		129043,4643	129043,4643

4.4.1.2. Neraca Massa Setiap Alat

4.4.1.2.1 Neraca Massa Reaktor 1

Tabel 4.3 Neraca Massa Reaktor 1

NM KOMPONEN	IN		OUT	
	3 (kg/jam)	4 (kg/jam)	5 (kg/jam)	6 (kg/jam)
EG	10082.846		1008.285	
PTA	13498.003			1349.800
ANTIMONY TRIOKSIDE		236.622		236.622
H2O	238.190		2872.740	
BHET				18588.214
TOTAL	24055.660		24055.660	

4.4.1.2.2 Neraca Massa Reaktor 2

Tabel 4.4 Neraca Massa Reaktor 2

NM KOMPONEN	IN 6 (kg/jam)	OUT	
		7 (kg/jam)	8 (kg/jam)
EG		840.895	1349.8003
PTA	1349.800		
ANTIMONY TRIOKSIDE	236.622		236.622
BHET	18588.214		929.411
PET 20			16817.908
TOTAL	20174.64	20174.64	

4.4.1.2.3 Neraca Massa Reaktor 3

Tabel 4.5 Neraca Massa Reaktor 3

NM KOMPONEN	IN 8 (kg/jam)	OUT	
		9 (kg/jam)	10 (kg/jam)
PET 100			12626.26

PET 20	16817.908		168.179
BHET	929.411		929.411
ANTIMONY TRIOKSIDE	236.622		236.622
EG		374.553	
PTA	1349.8003		1349.8003
TOTAL	19333.740	19333.740	

4.4.1.2.4 Neraca Massa Centrifuge 1

Tabel 4.6 Neraca Massa Centrifuge 1

NM KOMPONEN	IN 10 (kg/jam)	OUT	
		11 (kg/jam)	12 (kg/jam)
PET 100	12626.2626		12626.2626
PET20	168.179		168.179
PTA	1349.800		1349.800
EG			
BHET	929.4107		929.4107
KATALIS	236.6216	236.6216	
TOTAL	15310.274	15310.274	

4.4.1.2.5 Neraca Massa Dekanter 1

Tabel 4.7 Neraca Massa Dekanter 1

NM KOMPONEN	IN 12 (kg/jam)	OUT	
		12 (kg/jam)	13 (kg/jam)
PET 100	12626.26		12626.26
PET20	168.179	168.179	
PTA	1349.8	1349.8	
BHET	929.4107	929.4107	
TOTAL	15310.27	15310.274	

4.4.1.2.6 Neraca Massa Kristalizer

Tabel 4.8 Neraca Massa Kristalizer

NM	IN	OUT
KOMPONEN	13 (kg/jam)	14 (kg/jam)
PET 100	12626.263	12626.263
TOTAL	12626.263	12626.263

4.4.2 Neraca Panas

4.4.2.1 Neraca Panas Reaktor 1

Tabel 4.10 Neraca Panas Reaktor 1

NP REAKTOR 1

KOMPONEN	IN		OUT	
	3 (Kj)	4 (Kj)	5 (Kj)	6 (Kj)
EG	1506766.928		727154.8074	
PTA	907764.277			509594.414
Antimony Trioxide		3590.18418		5026.25785
BHET				9789548.59
H2O	54737.62636		3128761.412	
SUB TOTAL	2472859.015		14160085.48	
Panas Reaksi	14160137.5			
Beban Pendingin			1508644.464	
TOTAL	16632996.51		16632996.51	

4.4.2.2 Neraca Panas Reaktor 2

Tabel 4.11 Neraca Panas Reaktor 2

NP REAKTOR 2

KOMPONEN	IN	OUT	
	6 (Kj)	7 (Kj)	8 (Kj)
BHET	9789548.586		529434.7705
PET20			1544074786
PTA	509594.4137		563174.655
Antimony Trioxide	5026.257851		5436.564615
EG		664187.0371	
SUB TOTAL	10304169.26	1545837019	
Panas Reaksi	1545831742		
Beban Pendingin	1535532849		
TOTAL	1545837019	1545837019	

4.4.2.3 Neraca Panas Reaktor 3

Tabel 4.12 Neraca Panas Reaktor 3

NP REAKTOR 3

KOMPONEN	IN	OUT	
	8 (Kj)	9 (Kj)	10 (Kj)
PET20	2438875.024		24388.75024
PET100			6291349.011
BHET	529434.7705		529434.7705
PTA	563174.655		563174.655
EG		295843.386	
Antimony Trioxide	5436.564615		5436.564615
SUB TOTAL	3536921.014	3536921.014	
Panas Reaksi	7709625.424		
Beban Pendingin		1061074.582	
TOTAL	11246546.44	11246546.44	

4.4.2.4 Neraca Panas Centrifuge

Tabel 4.13 Neraca Panas Centrifuge

NP Centrifuge

KOMPONEN	IN	OUT	
	10 (Kj)	11 (Kj)	12 (Kj)
PET100	1068342.285		1068342.285
PET20	4141.485889		4141.485889
Antimony Trioxide	923.1902176	923.1902176	
PTA	73254.39365		73254.39365
BHET	89904.01762		89904.01762
SUB TOTAL	1236565.372	1236565.372	
Beban Pendingin		0	
TOTAL	1236565.372	1236565.372	

4.4.2.5 Neraca Panas Dekanter

Tabel 4.14 Neraca Panas Dekanter

NP DEKANTER

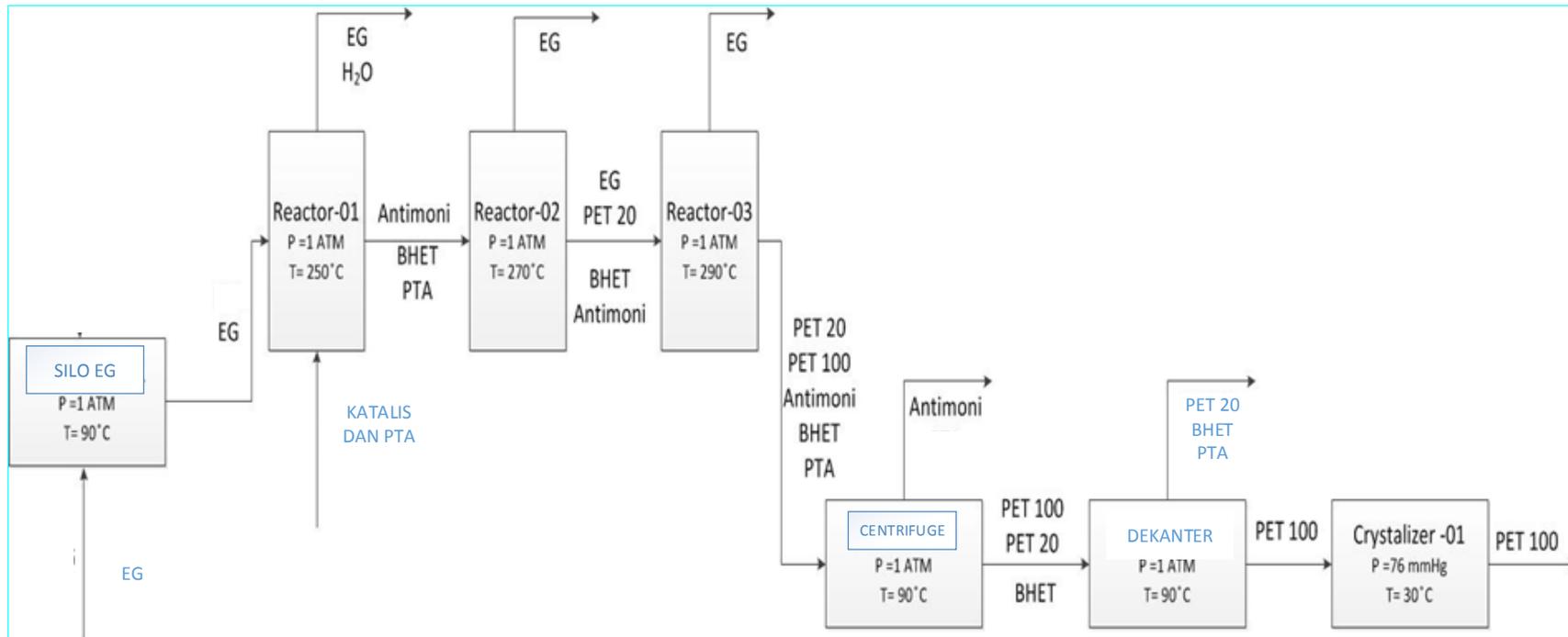
KOMPONEN	IN	OUT	
	12 (Kj)	13 (Kj)	14 (Kj)
PET100	1068342		1068342
PET20	4141.486	4141.486	
PTA	73254.39	73254.39	
BHET	89904.02	89904.02	
SUB TOTAL	1236565	1236565.372	

4.4.2.6 Neraca Panas Kristalizer

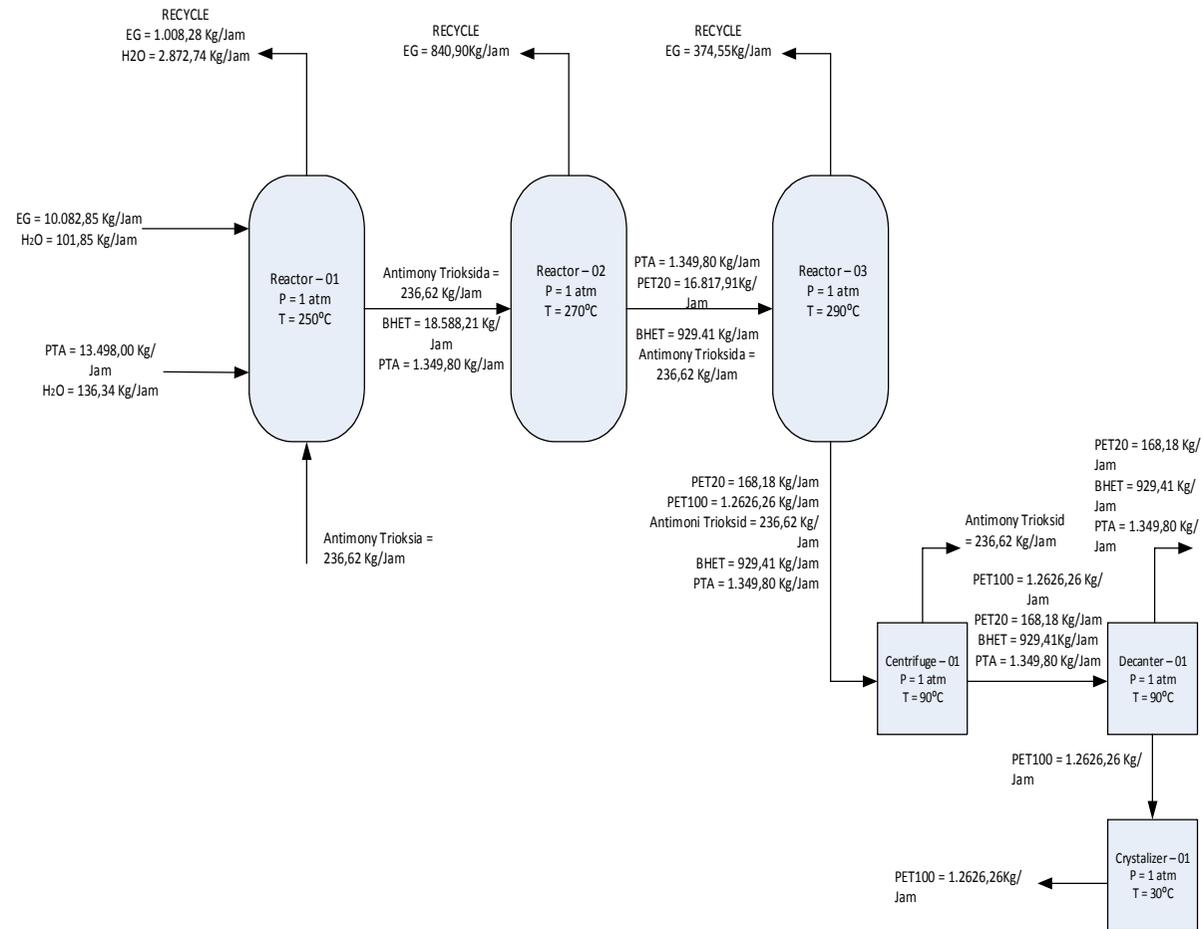
Tabel 4.15 Neraca Panas Kristalizer

NP KRISTALIZER

KOMPONEN	IN	OUT
	14 (Kj)	15 (Kj)
PET100	118704.6983	118704.6983



Gambar 4. 4 Grafik Proses Kualitatif



Gambar 4.5 Grafik Proses Kuantitatif

4.5 Pelayanan Teknik (Utilitas)

Unit pendukung proses atau sering disebut unit utilitas merupakan bagian penting yang menunjang berlangsungnya suatu proses dalam suatu pabrik. Unit pendukung proses antara lain: unit penyediaan air (air proses, air pendingin, air sanitasi, air umpan boiler dan air untuk perkantoran dan perumahan), *steam*, listrik dan pengadaan bahan bakar.

Unit pendukung proses yang dibutuhkan pada prarancangan pabrik ini antara lain meliputi:

1. Unit Pengolahan dan Penyediaan Air

Berfungsi sebagai air proses, air pendingin, air umpan boiler dan air sanitasi untuk air perkantoran dan air untuk perumahan. Proses pendinginan digunakan di Reaktor 1 (R-01), Reaktor 3 (R-03), *Cooler* 01 (CL-01), *Cooler* 02 (CL-02), dan *Cooler* 03 (CL-03).

2. Unit Penyediaan *Steam*

Digunakan untuk proses pemanasan di Reaktor 2 (R-02), *Heater* 01 (HE-01), dan *Heater* 02 (HE-02).

3. Unit Penyediaan Bahan Bakar

Berfungsi menyediakan bahan bakar untuk Boiler dan Generator.

4. Unit Penyediaan Listrik

Berfungsi sebagai tenaga penggerak untuk peralatan proses maupun penerangan. Listrik diperoleh dari PLN dan Generator *Set* sebagai cadangan, apabila PLN mengalami gangguan.

5. Unit pengolahan limbah

Berfungsi untuk mengolah limbah pabrik baik yang berupa padat, cair, maupun gas.

4.5.1 Unit Pengolahan dan Penyediaan Air

4.5.1.1 Unit Pengolahan Air

Kebutuhan air pabrik diperoleh dari air sungai dengan mengolah terlebih dahulu agar memenuhi syarat untuk digunakan. Pengolahan dapat meliputi secara fisik dan kimia.

Tahapan – tahapan pengolahan air sebagai berikut:

1. Penyaringan Awal / *screen* (WF)

Sebelum mengalami proses pengolahan, air dari sungai harus mengalami pembersihan awal agar proses selanjutnya dapat berlangsung dengan lancar. Air sungai dilewatkan *screen* (penyaringan awal) berfungsi untuk menahan kotoran-kotoran

yang berukuran besar seperti kayu, ranting, daun, sampah dan sebagainya. Kemudian dialirkan ke bak pengendap.

2. Bak pengendap (B-01)

Air sungai setelah melalui filter dialirkan ke bak pengendap awal. Untuk mengendapkan lumpur dan kotoran air sungai yang tidak lolos dari penyaring awal (*screen*). Kemudian dialirkan ke bak pengendap yang dilengkapi dengan pengaduk.

3. Bak penggumpal (B-02)

Air setelah melalui bak pengendap awal kemudian dialirkan ke bak penggumpal untuk menggumpalkan koloid-koloid tersuspensi dalam cairan (larutan) yang tidak mengendap di bak pengendap dengan cara menambahkan senyawa kimia. Umumnya flokulan yang biasa digunakan adalah tawas atau alum ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) dan Na_2CO_3 . Adapun reaksi yang terjadi dalam bak penggumpal adalah :



4. *Clarifier* (C-01)

Air setelah melewati bak penggumpal air dialirkan ke *Clarifier* untuk memisahkan/mengendapkan gumpalan-gumpalan dari bak penggumpal. Air baku yang telah dialirkan kedalam *clarifier* yang alirannya telah diatur ini akan diaduk dengan *agitator*.

Air keluar *clarifier* dari bagian pinggir secara *overflow* sedangkan *sludge* (flok) yang terbentuk akan mengendap secara gravitasi dan di *blow down* secara berkala dalam waktu yang telah ditentukan.

5. Bak Penyaring/*sand filter* (B-03)

Air setelah keluar dari *clarifier* dialirkan ke bak saringan pasir, dengan tujuan untuk menyaring partikel-partikel halus yang masih lolos atau yang masih terdapat dalam air dan belum terendapkan. Dengan menggunakan *sand filter* yang terdiri dari antrasit, pasir, dan kerikil sebagai media penyaring.

6. Bak Penampung Sementara (B-04)

Air setelah keluar dari bak penyaring dialirkan ke tangki penampung yang siap akan kita distribusikan sebagai air perumahan/perkantoran, air umpan boiler, air pendingin dan sebagai air proses.

7. Tangki Karbon Aktif (TU-01)

Air setelah melalui bak penampung dialirkan ke Tangki Karbon Aktif (TU-01). Air harus ditambahkan dengan klor atau kaporit untuk membunuh kuman dan mikroorganisme seperti amuba, ganggang dan lain-lain yang terkandung dalam air sehingga aman untuk dikonsumsi.

Klor adalah zat kimia yang sering dipakai karena harganya murah dan masih mempunyai daya desinfeksi sampai beberapa jam setelah pembubuhannya.

Klorin dalam air membentuk asam hipoklorit, reaksinya adalah sebagai berikut :



Asam hipoklorid pecah sesuai reaksi berikut :



Kemudian air dialirkan ke Tangki Air Bersih (TU-02) untuk keperluan air minum dan perkantoran.

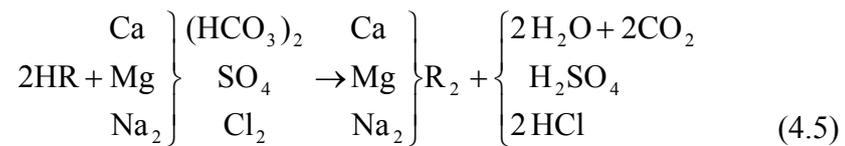
8. Tangki air bersih (TU-02)

Tangki air bersih ini fungsinya untuk menampung air bersih yang telah diproses. Dimana air bersih ini digunakan untuk keperluan air minum dan perkantoran.

9. Tangki *Kation Exchanger* (TU-03)

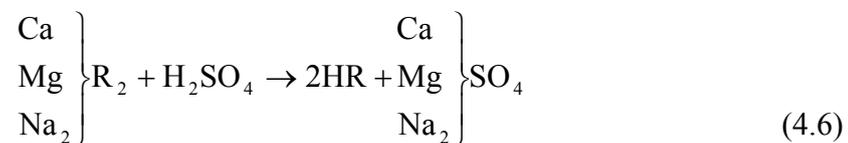
Air dari bak penampung (B-04) berfungsi sebagai *make up boiler*, selanjutnya air diumpankan ke tangki *kation exchanger* (TU-03). Tangki ini berisi resin pengganti kation yang terkandung dalam air diganti ion H^+ sehingga air yang akan keluar dari *kation exchanger* adalah air yang mengandung anion dan ion H^+ .

Reaksi :



Dalam jangka waktu tertentu, kation resin ini akan jenuh sehingga perlu regenerasi kembali dengan asam sulfat (H_2SO_4).

Reaksi:



10. Tangki *Anion Exchanger* (TU-04)

Air yang keluar dari tangki *kation exchanger* (TU-03) kemudian diumpankan ke tangki *anion exchanger*. Tangki ini berfungsi untuk mengikat ion-ion negatif (anion) yang terlarut

dalam air dengan resin yang bersifat basa, sehingga anion-anion seperti CO_3^{2-} , Cl^- , dan SO_4^{2-} akan terikat dengan resin.

Reaksi :



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

Reaksi :



Sebelum masuk boiler air diproses dalam unit deaerator dan unit pendingin.

11. Unit Deaerator (DE)

Deaerasi adalah proses pembebasan air umpan boiler dari gas-gas yang dapat menimbulkan korosi pada boiler seperti oksigen (O_2) dan karbondioksida (CO_2). Air yang telah mengalami demineralisasi (*kation exchanger* dan *anion exchanger*) dipompakan menuju deaerator.

Pada pengolahan air untuk (terutama) boiler tidak boleh mengandung gas terlarut dan padatan terlarut, terutama yang dapat menimbulkan korosi. Unit deaerator ini berfungsi menghilangkan gas O_2 dan CO_2 yang dapat menimbulkan korosi. Di dalam deaerator diinjeksikan bahan kimia berupa

hidrazin (N_2H_2) yang berfungsi untuk mengikat oksigen berdasarkan reaksi :



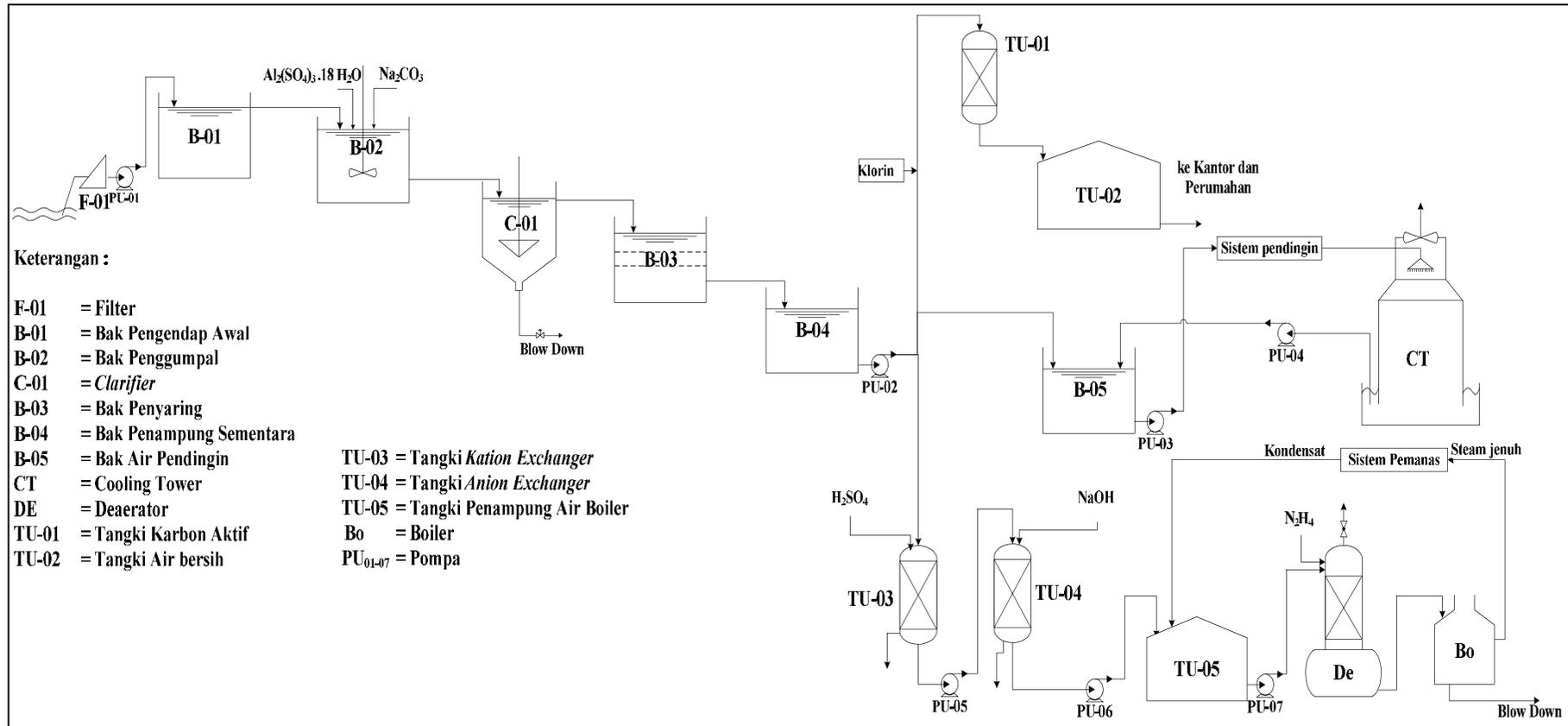
sehingga dapat mencegah terjadinya korosi pada tube boiler. Air yang keluar dari deaerator dialirkan dengan pompa sebagai air umpan boiler (*boiler feed water*).

12. Bak Air Pendingin (B-05)

Pendingin yang digunakan dalam proses sehari-hari berasal dari air yang telah digunakan dalam pabrik kemudian didinginkan dalam *cooling tower*. Kehilangan air karena penguapan, terbawa udara maupun dilakukannya *blow down* di *cooling tower* diganti dengan air yang disediakan di bak air bersih.

Air pendingin harus mempunyai sifat-sifat yang tidak korosif, tidak menimbulkan kerak, dan tidak mengandung mikroorganisme yang bisa menimbulkan lumut. Untuk mengatasi hal tersebut diatas, maka kedalam air pendingin diinjeksikan bahan-bahan kimia sebagai berikut :

- a. Fosfat, berguna untuk mencegah timbulnya kerak.
- b. Klorin, untuk membunuh mikroorganisme.
- c. *Zat dispersant*, untuk mencegah timbulnya penggumpalan.



Gambar 4. 6 Diagram Alir Proses Utilitas

4.5.1.2 Unit Penyediaan Air

Untuk memenuhi kebutuhan air suatu pabrik pada umumnya menggunakan air sumur, air sungai, air danau maupun air laut sebagai sumbernya. Dalam perancangan pabrik Polietilen Tereftalat ini, sumber air yang digunakan berasal dari air sungai Ci Tarum. Adapun penggunaan air sungai sebagai sumber air dengan pertimbangan sebagai berikut:

1. Pengolahan air sungai relatif lebih mudah, sederhana dan biaya pengolahan relatif murah dibandingkan dengan proses pengolahan air laut yang lebih rumit dan biaya pengolahannya umumnya lebih besar.
2. Air sungai merupakan sumber air yang kontinuitasnya relatif tinggi, sehingga kendala kekurangan air dapat dihindari.
3. Jumlah air sungai lebih banyak dibanding dari air sumur.
4. Letak sungai berada tidak jauh dari lokasi pabrik.

Air yang diperlukan di lingkungan pabrik digunakan untuk :

1. Air pendingin

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

- a. Air merupakan materi yang dapat diperoleh dalam jumlah besar.
- b. Mudah dalam pengolahan dan pengaturannya.

- c. Dapat menyerap jumlah panas yang relatif tinggi persatuan volume.
- d. Tidak mudah menyusut secara berarti dalam batasan dengan adanya perubahan temperatur pendingin.
- e. Tidak terdekomposisi.

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

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

- a. Zat-zat yang dapat menyebabkan korosi.

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

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

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

- c. Zat yang menyebabkan *foaming*.

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

3. Air sanitasi.

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

a. Syarat fisika, meliputi:

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

b. Syarat kimia, meliputi:

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

4.5.1.3 Air Pendingin

Diketahui : $T_{in} = 30^{\circ}\text{C}$ dan $T_{out} = 45^{\circ}\text{C}$

Tabel 4. 3 Kebutuhan Air Pendingin

No	Alat	Kode	Fungsi	Kebutuhan, kg/jam
1	Reaktor 1	R-01	Menjaga suhu reaktor tetap	1.508.897,31
2	Reaktor 2	R-02	Menjaga suhu reaktor tetap	308.5914,61

Tabel 4. 4 (Lanjutan) Kebutuhan Air Pendingin

3	Reaktor 3	R-03	Menjaga suhu reaktor tetap	3.578.472,80
4	Cooler 1	CL-01	Mendinginkan fluida dari R-03	20.472,46
5	Cooler 2	CL-02	Mendinginkan fluida dari CL-01	20.145,93
6	Cooler 3	CL-03	Mendinginkan fluida dari DK-01	10.276,48
	TOTAL			8.224.179,57

Diambil over design 20%

Sehingga volume total air pendingin (W_c) = 9.869.015,47 kg/jam

❖ Kebutuhan Make Up Water (W_m)

= $W_e + W_d + W_b$ (Perry's, Persamaan 12-9)

Air yang menguap (W_e) = $0,00085 \times W_c \times (T_{in} - T_{out})$

= 125.829,95 kg/jam

Menghitung Blow Down (W_b) = $W_e : (\text{siklus}-1)$

= $W_e : (3-1)$

= 62.914,97 kg/jam

Menghitung jumlah air yang terbawa aliran uap keluar tower (W_d)

= $0,15\% \times W_c$

= 14.803,52 kg/jam

Sehingga $w_m = 203.548,444 \text{ kg/jam}$

Diambil over design 20%, maka air yang dibutuhkan untuk make up adalah $244.258,13 \text{ kg/jam}$

4.5.1.4 Penyediaan air Domestik

Karyawan non shift	= 68 orang
Karyawan shift	= 46 orang
Kebutuhan air karyawan non shift	= 15 lt/hari
Kebutuhan air karyawan shift	= 30 lt/hari (Sularso p.15)
Total kebutuhan untuk karyawan	= 1.077,5 kg/jam

Tabel 4. 5 Kebutuhan Air Domestik

No.	Penggunaan	Kebutuhan kg/jam
1	Karyawan	1.077,5
2	Bengkel	15
3	Poliklinik	50
4	Laboratorium	35
5	Pemadam Kebakaran	100
6	Keperluan kantin, mushola, kebun, dll.	50
	TOTAL	1.327,5

$$\begin{aligned}
 &\text{Kebutuhan air total} \\
 &= 680,88 + 244.258,13 + 1.327,50 \\
 &= 246.266,5178 \text{ kg/jam}
 \end{aligned}$$

4.5.2 Penyediaan steam

Steam dihasilkan dalam sebuah boiler yang menggunakan bahan bakar batu bara. Air umpan boiler yang digunakan harus melalui proses demineralisasi terlebih dahulu. Proses ini bertujuan menghilangkan mineral – mineral yang tidak dikehendaki, yaitu berupa ion positif (Ca^{2+} , Mg^{2+}) dan ion – ion negatif (Cl , SO_4^{2-} , PO_4^{3-}). Steam yang dihasilkan adalah saturated steam yang kemudian digunakan sebagai media pemanas pada heater.

Tabel 4.6 Penyediaan Panas Steam

No	Alat	Kode	Fungsi	Kebutuhan, kg/jam
	Heat Exchanger 1	HE-01	Memanaskan fluida dari slurry tank	1.188,45
	Heat Exchanger 2	HE-02	Memanaskan fluida dari HE-01 menuju R-01	1.175,74
	TOTAL			2.364,18

Diambil over design 20%

$$\begin{aligned}
 &\text{Sehingga air yang dibutuhkan untuk menyediakan steam} = \\
 &2.837,02 \text{ kg/jam}
 \end{aligned}$$

Menghitung Besarnya Air Make Up, Blowdown, dan air yang

Menguap :

- ❖ Blowdown pada boiler adalah 15% dari kebutuhan air boiler

$$= 15\% \times 2.837,02 \text{ kg/jam}$$

$$= 425,55 \text{ kg/jam}$$

- ❖ Air yang menguap adalah 5% dari kebutuhan air di boiler

$$= 15\% \times 2.837,02 \text{ kg/jam}$$

$$= 141,85 \text{ kg/jam}$$

- ❖ Kebutuhan Air Make up untuk Steam

$$\text{Diambil over design } 20\% = 20\% \times (425,55 + 141,85)$$

$$= 680,88 \text{ kg/jam}$$

4.5.2.1 Unit Pembangkit Steam

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

Kapasitas : 3.546,27kg/jam

Jenis : Water Tube Boiler

Bahan bakar : Batu bara 7.345,47 kg/hari

4.5.3 Unit Pembangkit Listrik

Kebutuhan listrik pada pabrik ini dipenuhi oleh 2 sumber, yaitu PLN dan generator diesel. Selain sebagai tenaga cadangan apabila

PLN mengalami gangguan, diesel juga dimanfaatkan untuk menggerakkan power - power yang dinilai penting antara lain *boiler*, kompresor, pompa. Spesifikasi diesel yang digunakan adalah :

Kapasitas : 3.600 KWatt

Jenis : Generator Diesel

Prinsip kerja dari diesel ini adalah solar dan udara yang terbakar secara kompresi akan menghasilkan panas. Panas ini digunakan untuk memutar poros engkol sehingga dapat menghidupkan generator yang mampu menghasilkan tenaga listrik. Listrik ini didistribusikan ke panel yang selanjutnya akan dialirkan ke unit pemakai.

Pada operasi sehari - hari digunakan listrik PLN 100%. Tetapi apabila listrik padam, operasinya akan menggunakan tenaga listrik dari diesel 100%.

4.5.4 Unit Penyedia Bahan Bakar

Unit ini bertujuan untuk menyediakan bahan bakar yang digunakan pada diesel dan *boiler*. Bahan bakar yang digunakan untuk diesel adalah solar (*Industrial Diesel Oil*) dan yang digunakan pada boiler adalah batu bara yang diperoleh dari PT Gas Corporation Coal Fuel (JGC).

4.5.5 Unit Pengolahan Limbah

Pada proses pembuatan PET dihasilkan limbah cair dari keluaran D-01 dan D-02. Limbah yang dihasilkan berupa limbah organik yaitu H₂O, etilen glikol. Pengolahan ini bertujuan agar saat dibuang ke badan air tidak berbahaya atau mencemari lingkungan dan sebagian dapat dimanfaatkan kembali. Adapun pengolahan yang dilakukan terdapat 2 tahap penting yaitu :

1. Tahap primer

Tahap ini merupakan tahap pertama yang bertujuan mempersiapkan limbah cair agar dapat diolah secara biologis, di mana limbah dikumpulkan dalam bak penampung dan dilakukan penetralan sesuai dengan pH yang dibutuhkan.

2. Tahap Sekunder

Tahap ini merupakan tahap di mana limbah yang telah dipersiapkan di tahap primer diolah secara biologis dengan menggunakan lumpur aktif. Adapun cara kerjanya sebagai berikut :

- a. Air limbah yang mengandung suspensi bakteri diaerasi

Pada proses ini bakteri yang terdapat dalam badan Limbah (ditambahkan) akan menguraikan bahan-bahan organik dalam limbah menjadi komponen yang lebih sederhana. Aerasi berguna untuk menghasilkan oksigen (kondisi aerob) agar bakteri aerob dapat hidup.

- b. Padatan lumpur yang dihasilkan masuk ke bak sedimentasi untuk dipisahkan lumpur dan cairan .
- c. Cairan jernih dikeluarkan (*effluent*)
- d. Biomass sebagian dikembalikan sebagai *starter* (*seeding*) ke dalam bak aerasi , karena mikroorganisme dalam bak aerasi lama kelamaan akan berkurang/habis. Sehingga pengembalian (resirkulasi) lumpur perlu dilakukan.

4.6 Perawatan (*Maintenance*)

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

Perawatan preventif dilakukan setiap hari untuk menjaga dari kerusakan alat dan kebersihan lingkungan alat. Sedangkan perawatan periodik dilakukan secara terjadwal sesuai dengan buku petunjuk yang ada. Penjadwalan tersebut dibuat sedemikian rupa sehingga alat-alat mendapat perawatan khusus secara bergantian. Alat - alat berproduksi secara kontinyu dan akan berhenti jika terjadi kerusakan.

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

1. *Over head* 1 x 1 tahun

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

2. *Repairing*

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

Faktor-faktor yang mempengaruhi *maintenance*:

a. Umur alat

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

b. Bahan baku

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

c. Tenaga manusia

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

4.7 Struktur Organisasi

4.7.1 Bentuk Organisasi Perusahaan

Pabrik PET yang akan didirikan ini direncanakan 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 skala besar, biasanya menggunakan bentuk Perseroan Terbatas (PT/korporasi). Perseroan Terbatas (PT) merupakan asosiasi pemegang saham yang diciptakan berdasarkan hukum dan dianggap sebagai badan hukum.

Alasan dipilihnya bentuk perusahaan (PT) ini adalah didasarkan atas beberapa faktor sebagai berikut :

1. Mudah mendapatkan modal, yaitu dengan menjual saham perusahaan.
2. Tanggung jawab pemegang saham terbatas, sehingga kelancaran produksi hanya dipegang oleh pimpinan perusahaan.
3. Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin, karena tidak terpengaruh berhentinya pemegang saham, direksi beserta stafnya atau karyawan perusahaan.
4. Efisiensi dari manajemen

Para pemegang saham dapat memilih orang yang ahli sebagai dewan komisaris dan direktur yang cukup cakap dan berpengalaman.

5. Lapangan usaha lebih luas

Suatu PT dapat menarik modal yang sangat besar dari masyarakat, sehingga dengan modal ini PT dapat memperluas usahanya.

6. Merupakan badan usaha yang memiliki kekayaan tersendiri yang terpisah dari kekayaan pribadi.

7. Mudah mendapatkan kredit dari bank dengan jaminan perusahaan.

8. Mudah bergerak di pasar global.

Ciri-ciri Perseroan Terbatas (PT) adalah :

1. Perusahaan didirikan dengan akta notaris berdasarkan kitab undang - undang hukum dagang.

2. Pemilik perusahaan adalah pemilik pemegang saham.

3. Biasanya modal ditentukan dalam akta pendirian dan terdiri dari saham - saham.

4. Perusahaan dipimpin oleh direksi yang dipilih oleh para pemegang saham.

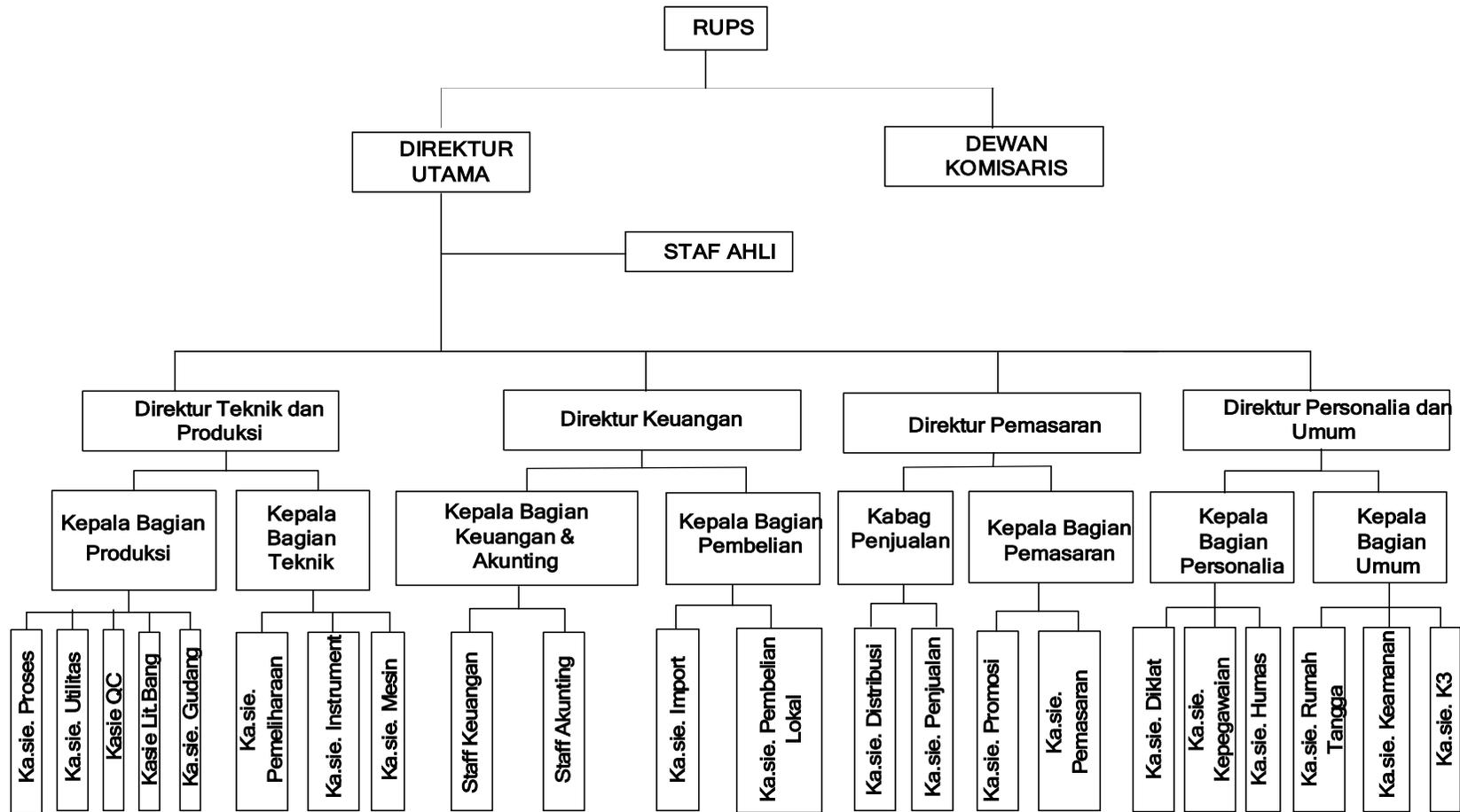
5. Pembinaan personalia sepenuhnya diserahkan kepada direksi dengan memperhatikan undang - undang pemburuhan.

4.7.2 Struktur Organisasi

Untuk mencapai efisiensi perusahaan yang tinggi, maka diperlukan struktur organisasi yang baik. Struktur organisasi ini dapat menentukan kelancaran aktivitas perusahaan sehari-hari dalam memperoleh laba yang maksimal, dapat memproduksi secara kontinu (berkesinambungan), dan dapat berkembang.

Struktur organisasi perusahaan disusun sebagaimana layaknya suatu badan usaha yang bergerak dalam industri dan perdagangan, yang membagi-bagi unit dalam organisasi secara fungsional. Struktur organisasi perusahaan terdiri dari fungsi-fungsi dan hubungan yang menyatakan keseluruhan kegiatan untuk mencapai sasaran. Dalam perencanaan pabrik metanol ini, struktur organisasi yang dipilih adalah garis dan staf. Kelebihan struktur organisasi ini adalah:

- a) Struktur organisasinya sederhana dan jelas.
- b) Pembagian tugas menjadi jelas antara pelaksana tugas pokok dan pelaksana tugas penunjang.
- c) Wewenang dan tanggung jawab lebih mudah dipahami sehingga tidak terjadi kesimpangsiuran perintah dan tanggung jawab kepada karyawan.
- d) Pengambilan keputusan lebih baik dan efisien karena staf dapat memberi saran, pandangan, perhitungan dan lain-lain kepada pimpinannya.
- e) Disiplin kerja dapat terlaksana dengan baik.



Gambar 4.7 Struktur Organisasi

Dalam menjalankan tugasnya, Direktur Utama dibantu oleh empat orang direktur, yaitu:

1. Direktur Teknik dan Produksi, membawahi:

a. Bagian Produksi, terdiri dari:

- Seksi Proses
- Seksi Utilitas
- Seksi *Quality Control* (QC)
- Seksi Penelitian dan Pengembangan
- Seksi Gudang

b. Bagian Keteknikan, terdiri dari:

- Seksi Mesin
- Seksi Instrumen
- Seksi Pemeliharaan

2. Direktur Keuangan, membawahi:

a. Bagian Keuangan dan Akunting, terdiri dari:

- Seksi Keuangan
- Seksi Akunting

b. Bagian Pembelian, terdiri dari:

- Seksi Pembelian Lokal
- Seksi Impor

3. Direktur Pemasaran dan Distribusi, membawahi:

a. Bagian Promosi dan Pemasaran, terdiri dari:

- Seksi Promosi
- Seksi Pemasaran

b. Bagian Distribusi dan Penjualan, terdiri dari:

- Seksi Distribusi
- Seksi Penjualan

4. Direktur Personalia dan Umum, membawahi :

a. Bagian Personalia, terdiri dari:

- Seksi Kepegawaian
- Seksi Pendidikan dan Pelatihan
- Seksi Hubungan Masyarakat

b. Bagian Umum, terdiri dari :

- Seksi Rumah Tangga
- Seksi Keamanan
- Seksi Kesehatan dan Keselamatan Kerja

4.7.3 Deskripsi Kerja

4.7.3.1 Rapat Umum Pemegang Saham

Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS) merupakan kekuasaan tertinggi dalam perusahaan. Tugas dan wewenang RUPS adalah:

- Menetapkan Garis Besar Haluan Perusahaan.
- Mengangkat dan memberhentikan Dewan Direksi dan Dewan Komisaris perusahaan.
- Menetapkan besarnya deviden.
- Mengesahkan besarnya anggaran perusahaan yang diajukan oleh Dewan Direksi.
- Menerima atau menolak pertanggung jawaban Dewan Komisaris dan Dewan Direksi.

4.7.3.2 Dewan Komisaris

Tugas dan wewenang Dewan dan Komisaris adalah:

- Bertanggung jawab kepada RUPS.
- Mengawasi pelaksanaan operasional / pengelolaan perusahaan oleh Dewan Direksi secara kontinu dan teratur.
- Membina Dewan Direksi agar tidak melakukan kesalahan atau melanggar aturan RUPS.

4.7.3.3 Direktur Utama

Direktur utama dipilih oleh RUPS untuk menjalankan kegiatan operasional perusahaan secara keseluruhan. Tugas dan wewenang Direktur Utama adalah:

- Memberikan laporan pertanggung jawaban dalam hal yang berkaitan dengan kegiatan operasional perusahaan.
- Beranggung jawab terhadap RUPS.

- Melaksanakan dan mengarahkan kegiatan perusahaan agar sesuai dengan keputusan RUPS.

4.7.3.4 Staf Ahli

Secara organisasi Staf Ahli berada di bawah pimpinan

Direktur Utama dan memiliki kewajiban antara lain:

- Bertanggung jawab kepada Dewan Direksi.
- Memberikan nasihat, saran, pandangan, perhitungan dan lainnya yang diperlukan oleh Dewan Direksi dalam mengambil keputusan dan tindakan secara tepat.
- Tidak mempunyai wewenang atau otoritas memerintah kepada pimpinan ataupun kepada bawahan.

4.7.3.5 Direktur Produksi dan Teknik

Dalam melaksanakan tugasnya, Direktur Produksi dan Teknik mempunyai wewenang untuk merumuskan kebijaksanaan teknik operasi pabrik dan mengawasi kesinambungan operasional pabrik. Direktur Produksi dan Teknik membawahi :

- a. Kabag Poduksi, mempunyai wewenang :
 - Bertanggung jawab dalam melaksanakan operasi selama proses berlangsung.
 - Bertanggung jawab atas kelancaran fungsional unit–unit sarana penunjang (utilitas).

- Mengawasi persediaan bahan baku dan penyimpanan hasil produksi serta transportasi hasil produksi.
 - Bertanggung jawab atas pemeriksaan mutu produk.
- b. Kabag Keteknikan, mempunyai wewenang :
- Mengawasi dan menyelenggarakan pemeliharaan peralatan.
 - Melaksanakan perbaikan serta kelancaran–kelancaran mesin peralatan produksi

4.7.3.6 Direktur Keuangan

Dalam melaksanakan tugasnya, Direktur Keuangan mempunyai wewenang untuk merencanakan anggaran belanja dan pendapatan perusahaan, melakukan pengawasan terhadap keuangan perusahaan, serta melaksanakan pemasaran hasil produksi dan mendistribusikannya. Direktur Keuangan membawahi:

- a. Kabag Keuangan dan Akunting, mempunyai wewenang :
- Mengawasi dan mengatur setiap pengeluaran untuk membeli bahan baku dan pemasukan dari penjualan produk.
 - Mengatur dan melakukan pembayaran gaji karyawan.
 - Mengatur dan merencanakan pembelian barang inventaris.
 - Bertanggung jawab kepada Direktur Keuangan.
 - Mencocokkan hasil pengolahan data dengan keuangan yang terdapat di bagian keuangan.

- Melakukan pengolahan data seluruh kegiatan perusahaan yang berhubungan dengan keuangan.
 - Membuat laporan keuangan setiap bulan dan setiap tahun bersama dengan bagian keuangan.
 - Membuat laporan neraca laba / rugi.
- b. Kabag Pembelian, mempunyai wewenang :
- Melakukan transaksi pembelian terhadap bahan baku.
 - Melakukan pengecekan harga pembelian bahan baku.

4.7.3.7 Direktur Pemasaran dan Distribusi

Dalam melaksanakan tugasnya, Direktur Pemasaran dan Distribusi mempunyai wewenang untuk melaksanakan pemasaran hasil produksi dan mendistribusikannya. Direktur Pemasaran dan Distribusi membawahi:

- a. Kabag Promosi dan Pemasaran, mempunyai wewenang :
- Menentukan daerah pemasaran hasil produksi yang sesuai dengan peraturan yang berlaku.
 - Melakukan pengenalan kepada masyarakat melalui promosi hasil produksi dengan persetujuan Direktur Pemasaran dan Distribusi.
 - Meningkatkan kerjasama yang baik dengan perusahaan terkait dan hubungan dengan masyarakat sebagai konsumen.

b. Kabag Distribusi dan Penjualan, mempunyai wewenang:

- Menetapkan serta menentukan penyebaran dan penyaluran barang–barang produk sehingga jalur distribusi lancar dan aman sampai kepada konsumen.
- Meningkatkan kerja sama dengan pihak–pihak terkait untuk kelancaran dan keamanan jalur distribusi.

4.7.3.8 Direktur Personalia dan Umum

Direktur Personalia dan Umum melaksanakan tugas dan mempunyai wewenang untuk melaksanakan tata laksana seluruh unsur dalam organisasi. Direktur Personalia dan Umum membawahi :

a. Kabag Personalia, mempunyai wewenang :

- Membawahi seksi kepegawaian yang bertugas untuk penerimaan karyawan dan mengadakan pembinaan (*Technical Training*) serta pemutusan hubungan kerja.
- Memberi pelatihan dan pendidikan kepada para karyawan perusahaan.
- Menangani masalah–masalah yang timbul dari para karyawan yang berkenaan dengan perusahaan.
- Mengatur segala hal yang berkenaan dengan kepegawaian, seperti pengaturan jadwal kerja, cuti karyawan dan lain–lain.

- b. Kabag Umum, mempunyai wewenang :
- Memberikan pelayanan bagi semua unsur dalam organisasi di bidang kesejahteraan, fasilitas kesehatan dan keselamatan kerja bagi seluruh karyawan dan keluarganya.
 - Mengatur dan meningkatkan hubungan kerja sama antara masyarakat sekitar.

4.7.3.9 Sekretaris

Sekretaris bertugas sebagai asisten Direktur Utama maupun Direktur lainnya, dengan lingkup kerja seperti:

- Menyusun agenda kegiatan (rapat atau pertemuan bisnis).
- Sebagai notulis dalam rapat dan pertemuan–pertemuan formal yang diadakan.
- Mengatur surat-menyurat yang berhubungan dengan kepentingan dan kegiatan perusahaan.

4.7.3.10 Kepala Seksi

Kepala Seksi (Kasie) memiliki tugas antara lain sebagai berikut:

- Memiliki tugas dan tanggung jawab untuk memimpin bagiannya agar berjalan dengan semestinya.

- Mengadakan pengawasan dan evaluasi atas semua kegiatan dalam bidangnya dan melaporkan kepada kepala bagian secara berkala.

4.7.4 Sistem Kepegawaian

4.7.4.1 Sistem Kerja

Pabrik direncanakan beroperasi selama 330 hari dalam setahun dengan waktu kerja 24 jam setiap hari. Untuk hari kerja unit produksi adalah hari Senin sampai Minggu guna menjaga kelancaran proses produksi serta mekanisme administrasi dan pemasaran. Waktu kerja diatur dalam sistem *shift* dan non-*shift*.

4.7.4.1.1 Sistem *Shift*

Jadwal kerja *shift* yang dilakukan secara bergilir berlaku bagi karyawan pada unit produksi adalah Senin – Minggu. Pembagian kerja karyawan dibagi dalam 4 (empat) grup yang dipimpin oleh ketuanya masing-masing. Masing – masing group akan bekerja sesuai dengan waktu antar-*shift* dalam satu minggu. Pengaturan jadwal kerja *shift* dapat dilihat pada Tabel 4.20 berikut:

Tabel 4.7 Tabel Jadwal Kerja Shift

<i>Shift</i>	Jam kerja
I	08.00 – 16.00
II	16.00 – 00.00
III	00.00 – 08.00

Adapun pengaturan grup dapat dilihat pada Tabel 4.21 berikut:

Tabel 4. 8 Pengaturan Grup

<i>Shift</i>	Hari							
	1	2	3	4	5	6	7	8
I	A	A	D	D	C	C	B	B
II	B	B	A	A	D	D	C	C
III	C	C	B	B	A	A	D	A
Libur	D	D	C	C	B	B	A	D

Keterangan :

A = Grup Kerja I C = Grup Kerja III
 B = Grup Kerja II D = Grup Kerja IV

4.7.4.1.2 Sistem *Shift* Unit Keamanan

Unit keamanan dibagi dalam empat kelompok. Pembagian jam kerja pada unit keamanan adalah sebagai berikut :

Tabel 4. 9 Tabel Shift Kerja Unit Keamanan

<i>Shift</i>	Jam kerja
I	07.00 - 15.00
II	15.00 - 23.00
III	23.00 – 07.00

4.7.4.1.3 Sistem Non-*Shift*

Hari kerja sistem non-*shift* berlaku untuk para karyawan yang tidak terlibat langsung dalam kegiatan produksi dan

pengamanan pabrik. Hari kerja tersebut adalah hari senin sampai jumat, dengan pengaturan kerja sebagai berikut:

Tabel 4. 10 Hari Kerja

Hari	Jam Kerja	Jam Istirahat
Senin – Kamis	08.00 – 16.30	12.00 – 13.00
Jumat	08.00 – 16.30	11.30 – 13.00

4.7.5 Perincian Jumlah Tenaga Kerja

Sumber daya manusia merupakan salah satu unsur produksi yang berperan penting dalam perencanaan suatu pabrik. Tenaga kerja dalam pabrik ini disusun berdasarkan tingkat kedudukan, gaji, dan jenjang pendidikan dalam organisasi. Penggolongan tenaga kerja dapat dilihat pada Tabel 4.24 berikut:

Tabel 4. 11 Penggolongan Tenaga Kerja

Jabatan	Jenjang Pendidikan	Jumlah
Komisaris	-	2
Direktur Utama	S1 - S3	1
Direktur	S1 - S3	4
Staf Ahli	S1 - S3	2
Kepala Bagian	S1	8
Kepala Seksi	D3 - S1	20
Sekretaris Direktur Utama	D3 - S1	1
Sekretaris Direktur	D3 - S1	4
Karyawan <i>Shift</i> :		
Karyawan Proses	D3 - S1	16
Karyawan Utilitas	D3 - S1	12
Karyawan QC	D3 - S1	8
Jabatan	Jenjang Pendidikan	Jumlah
Karyawan Mesin	D3 - S1	8
Karyawan Instrumen	D3 - S1	8
Karyawan Keamanan	SMU/STM	12
Karyawan Gudang	SMU/STM	8
Karyawan K3	D3 - S1	6
Karyawan <i>Non-Shift</i> :		

Tabel 4. 12 (Lanjutan) Penggolongan Tenaga Kerja

Karyawan Pemeliharaan & Perawatan	SMU/STM - D3	4
Karyawan Promosi dan Pemasaran	D3 - S1	2
Karyawan Distribusi dan Penjualan	D3 - S1	2
Karyawan Impor	S1	2
Karyawan Lokal	S1	2
Karyawan Kepegawaian	D3-S1	2
Karyawan Litbang	D3	2
Karyawan Rumah Tangga	SMU	3
Karyawan Humas	D3 - S1	2
Karyawan Keuangan	D3 - S1	2
Karyawan Akunting	D3 - S1	1
Karyawan Diklat	D3 - S1	2
Dokter	S1	1
Perawat	D3	1
Supir	SMU	6
Total		151

Rekapitulasi jumlah tenaga kerja pada masing-masing bagian dapat dilihat pada Tabel 4.25 berikut :

Tabel 4. 13 Rekapitulasi Jumlah Tenaga Kerja

Bagian	Unit	Kabag	Kasie	Pekerja	Sub Jumlah
Produksi		1	-	-	1
	Proses	-	1	16	17
	Utilitas	-	1	12	13
	QC	-	1	8	9
	Litbang	-	1	2	3
	Gudang	-	1	8	9
	Total	1	5	46	52
Teknik		1			
	Mesin	-	1	8	9
	Instrumen	-	1	8	9
	Pemeliharaan	-	1	4	5
	Total	1	3	20	23

Penjualan		1	-	-	1
	Distribusi	-	1	2	3
	Penjualan	-	1	2	3
	Total	1	2	4	7
		1			

Tabel 4. 14 (Lanjutan) Rekapitulasi Jumlah Tenaga Kerja

Pemasaran	Promosi	-	1	1	2
	Pemasaran	-	1	1	2
	Total	1	2	2	4
Pembelian		1	-	-	1
	Lokal	-	1	2	3
	Impor	-	1	2	3
	Total	1	2	4	6
Keuangan & Akunting		1	-	-	1
	Keuangan	-	1	2	3
	Akunting	-	1	3	4
	Total		2	5	7
Personalia		1	-	-	1
	Kepegawaian	-	1	2	3
	Humas	-	1	2	3
	Diklat	-	1	2	3
	Total	1	3	6	10
Umum		1	-	-	1
	Rumah Tangga	-	1	3	4
	K3	-	1	6	7
	Keamanan	-	1	12	13
	Total	1	3	21	25
Jumlah		7	20	97	134

4.7.6 Sistem Pengupahan

Upah Tenaga Kerja disesuaikan dengan golongan tenaga kerja tergantung kepada kedudukannya dalam struktur organisasi dan lamanya bekerja di perusahaan. Upah yang diterima oleh setiap karyawan terdiri dari :

- a) Gaji pokok.

- b) Tunjangan jabatan.
- c) Tunjangan kehadiran (transportasi) bagi staf non-*shift*.
- d) Tunjangan kesehatan dengan penyediaan dokter perusahaan dan rumah sakit yang telah ditunjuk oleh perusahaan bagi seluruh karyawan sesuai dengan golongannya.

Sistem pengupahan tersebut dibedakan menjadi :

a. Upah Bulanan

Diberikan kepada karyawan tetap dimana besarnya gaji didasarkan kepada pendidikan , keahlian, dan kedudukan dalam organisasi.

b. Upah Golongan

Diberikan kepada buruh borongan, besarnya upah yang dibayarkan tergantung kepada jenis dan banyaknya pekerjaan, biasanya, diperlukan pada saat turun mesin.

c. Upah Harian

Upah harian diberikan sesuai dengan jumlah hari dan jam kerja, biasanya untuk pekerja yang dibutuhkan sewaktu-waktu.

Selain gaji rutin, bagi karyawan juga diberikan gaji tambahan dengan perhitungan:

1. Lembur hari biasa.

Untuk setiap jam, besarnya satu setengah kali gaji per jam.

2. Lembur hari Minggu/libur.

Untuk setiap satu jam, besarnya dua kali gaji per jam.

3. Jika karyawan dipanggil untuk bekerja di pabrik di luar jam kerjanya, juga akan diberi gaji tambahan.

Penggolongan gaji karyawan berdasarkan jabatan dan golongan dapat dilihat pada Tabel 4.26 berikut:

Tabel 4. 15 Penggolongan Gaji Karyawan

Jabatan	Jumlah	Pendidikan Min	Gaji/bulan (Rp)	Total (Rp)
Dewan Komisaris	2	S1 - S3	35,000,000	70000000
Direktur Utama	1	S1 - S3	30,000,000	30000000
Derektur	4	S1 - S3	20,000,000	80000000
Staf Ahli	2	S1 - S3	20,000,000	40000000
Kepala Bagian	8	S1 - S3	20,000,000	160000000
Kepala Seksi	20	D3 - S1	15,000,000	300000000
Sekretaris Direktur Utama	1	D3 - S1	15,000,000	15000000
Sekretaris Direktur	4	D3 - S1	14,000,000	56000000
Karyawan Proses	16	D3 - S1	15,000,000	240000000
Karyawan Utilitas	12	D3 - S1	14,000,000	168000000
Karyawan Quality Control	8	D3 - S1	14,000,000	112000000
Karyawan Mesin	8	D3 -S1	10,000,000	80000000
Karyawan Instrumen	8	D3 - S1	10,000,000	80000000
Karyawan Keamanan	12	SMU/STM	4,000,000	48000000
Karyawan Gudang	8	SMU/STM	4,000,000	32000000
Karyawan K3	6	D3 - D4	8,000,000	48000000
Karyawan Pemeliharaan dan Perawatan	4	SMU/STM - D3	8,000,000	32000000
Karyawan Promosi dan Pemasaran	2	D3 - S1	8,000,000	16000000
Karyawan Distribusi dan Penjualan	2	D3 - S1	8,000,000	16000000
Karyawan bagian Impor	2	S1	8,000,000	16000000
Karyawan Lokal	2	S1	8,000,000	16000000
Karyawan Kepegawaian	2	D3 - S1	8,000,000	16000000
Karyawan Litbang	2	D3	10,000,000	20000000
Karyawan Rumah Tangga	3	SMU	4,000,000	12000000
Karyawan Humas	2	D3 - S1	8,000,000	16000000
Karyawan Keuangan	2	D3 - S1	10,000,000	20000000
Karywan Akunting	3	D3 - S1	8,000,000	24000000
Karyawan Diklat	2	D3 - S1	10,000,000	20000000
Dokter	1	S1	10,000,000	10000000
Perawat	1	D3	8,000,000	8000000
Supir	6	SMU	4,000,000	24000000
TOTAL PER BULAN				1825000000
TOTAL PER TAHUN				21900000000

4.7.7 Jaminan Sosial dan Kesejahteraan

Untuk meningkatkan produktifitas dan efisiensi kerja, perusahaan menjamin kesejahteraan karyawan dan keluarganya. Perusahaan memberikan tunjangan dan fasilitas lainnya seperti :

- Tunjangan jabatan, tunjangan hari raya, bonus tambahan.
- Tunjangan kesehatan bagi karyawan dan keluarga dengan program ASTEK.
- Perlengkapan kerja untuk karyawan bagian produksi.
- Fasilitas kegiatan jasmani dan rohani
- Cuti tahunan 12 hari kerja / tahun
- Fasilitas lainnya seperti sarana rekreasi, olah raga, dan lain – lainnya.

4.8 Evaluasi Ekonomi

Dalam pra rancangan pabrik diperlukan analisa ekonomi untuk mendapatkan perkiraan (*estimation*) tentang kelayakan investasi modal dalam suatu kegiatan produksi suatu pabrik, dengan meninjau kebutuhan modal investasi, besarnya laba yang diperoleh, lamanya modal investasi dapat dikembalikan dan terjadinya titik impas dimana total biaya produksi sama dengan keuntungan yang diperoleh. Selain itu analisa ekonomi dimaksudkan

untuk mengetahui apakah pabrik yang akan didirikan dapat menguntungkan dan layak atau tidak untuk didirikan.

Dalam evaluasi ekonomi ini faktor-faktor yang ditinjau adalah:

1. *Return On Investment*
2. *Pay Out Time*
3. *Discounted Cash Flow*
4. *Break Even Point*
5. *Shut Down Point*

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

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

Meliputi :

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

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

Meliputi :

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

3. Pendapatan modal

Untuk mengetahui titik impas, maka perlu dilakukan perkiraan terhadap :

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

4.8.1 Penaksiran Harga Peralatan

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

Pabrik amil asetat beroperasi selama satu tahun produksi yaitu 330 hari, dan tahun evaluasi pada tahun 2021. Di dalam analisa ekonomi harga-harga alat maupun harga-harga lain diperhitungkan pada tahun analisa. Untuk mencari harga pada tahun analisa, maka dicari indeks pada tahun analisa.

Harga indeks tahun 2021 diperkirakan secara garis besar dengan data indeks dari tahun 1990 sampai 2021, dicari dengan persamaan regresi linier.

Tabel 4. 16 Harga Indeks Sumber : (Peter Timmerhaus,1990)

Tahun (X)	Indeks (Y)	X (tahun-ke)
2002	395,6	1
2003	401,7	2
2004	444,2	3
2005	468,2	4
2006	499,6	5
2007	525,4	6
2008	575,7	7
2009	521,9	8
2010	550,8	9
2011	585,7	10
2012	584,6	11
2013	591,7	12

Tabel 4. 17 (Lanjutan) Harga Indeks Sumber : (Peter Timmerhaus,1990)

2014	-	13
2015	-	14
2016	-	15

2017	-	16
2018	-	17
2019	-	18
2020	-	19
2021	-	20
2022		22

Persamaan yang diperoleh adalah : $y = 16,91538x - 33448,8$

Dengan menggunakan persamaan diatas dapat dicari harga indeks pada tahun perancangan, dalam hal ini pada tahun 2021 adalah 737,1538

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

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

Dalam hubungan ini:

E_x : Harga pembelian pada tahun 2014

E_y : Harga pembelian pada tahun referensi (1955, 1990 dan 2007)

Nx: Index harga pada tahun 2014

Ny: Index harga pada tahun referensi (1955, 1990 dan 2007)

4.8.2 Dasar Perhitungan

Kapasitas produksi PET100 = 100.000 ton/tahun

Satu tahun operasi = 330 hari

Umur pabrik = 10 tahun

Pabrik didirikan pada tahun = 2022

Kurs mata uang = 1 US\$

= Rp 13.170,-

Harga bahan baku terdiri dari :

1. Asam Tereftalat (PTA) = Rp 959.950.962.928 /th

2. Etilen Glikol = Rp 554.638.334.136 /th

Harga bahan pembantu

• Katalis *Antimoni Trioksida* = Rp 33.319.550.953 /th

Harga bahan utilitas = Rp 192.002.922.210,73 /th

Harga jual = Rp 2.331.090.000.000 /th

4.8.3 Perhitungan Biaya

4.8.3.1 *Capital Investment*

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

Capital investment terdiri dari:

a. *Fixed Capital Investment*

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

b. *Working Capital Investment*

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

4.8.3.2 *Manufacturing Cost*

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

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

a. *Direct Cost*

Direct Cost adalah pengeluaran yang berkaitan langsung dengan pembuatan produk.

b. *Indirect Cost*

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

c. *Fixed Cost*

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

4.8.3.3 *General Expense*

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

4.8.4 Analisa Kelayakan

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

4.8.4.1 *Percent Return On Investment*

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

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

4.8.4.2 Pay Out Time (POT)

Pay Out Time (POT) adalah :

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

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

4.8.4.3 *Break Even Point (BEP)*

Break Even Point (BEP) adalah :

1. Titik impas produksi (suatu kondisi dimana pabrik tidak mendapatkan keuntungan maupun kerugian).
2. 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.
3. Kapasitas produksi pada saat *sales* sama dengan *total cost*. Pabrik akan rugi jika beroperasi dibawah BEP dan akan untung jika beroperasi diatas BEP.

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

Dalam hal ini:

Fa : *Annual Fixed Manufacturing Cost* pada produksi maksimum

Ra : *Annual Regulated Expenses* pada produksi maksimum

Va : *Annual Variable Value* pada produksi maksimum

Sa : *Annual Sales Value* pada produksi maksimum

4.8.4.4 *Shut Down Point (SDP)*

Shut Down Point (SDP) adalah :

1. 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).
2. 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.
3. Level produksi di mana biaya untuk melanjutkan operasi pabrik akan lebih mahal daripada biaya untuk menutup pabrik dan membayar *Fixed Cost*.
4. Merupakan titik produksi dimana pabrik mengalami kebangkrutan sehingga pabrik harus berhenti atau tutup.

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

4.8.4.5 *Discounted Cash Flow Rate Of Return (DCFR)*

Discounted Cash Flow Rate Of Return (DCFR) adalah:

1. Analisa kelayakan ekonomi dengan menggunakan DCFR dibuat dengan menggunakan nilai uang yang berubah terhadap waktu dan dirasakan atau investasi yang tidak kembali pada akhir tahun selama umur pabrik.

2. Laju bunga maksimal dimana suatu proyek dapat membayar pinjaman beserta bunganya kepada bank selama umur pabrik.
3. Merupakan besarnya perkiraan keuntungan yang diperoleh setiap tahun, didasarkan atas investasi yang tidak kembali pada setiap akhir tahun selama umur pabrik.

Persamaan untuk menentukan DCFR :

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

Dimana:

FC : *Fixed capital*

WC : *Working capital*

SV : *Salvage value*

C : *Cash flow*

: *profit after taxes + depresiasi + finance*

n : Umur pabrik = 10 tahun

I : Nilai DCFR

4.8.5 Hasil Perhitungan

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

Tabel 4. 18 *Physical Plant Cost (PPC)*

No.	Jenis	Biaya (\$)
1.	<i>Purchased Equipment cost</i>	5,574,907
2.	<i>Delivered Equipment Cost</i>	1,114,981
3.	<i>Instalasi cost</i>	1,345,860
4.	Pemipaan	1,514,146
5.	Instrumentasi	1,239,414
6.	Insulasi	304,613
7.	Listrik	557,491
8.	Bangunan	433,030
9.	<i>Land & Yard Improvement</i>	170,888
Total		\$ 12,255,331
		Rp. 161.402.705.982

Tabel 4. 19 *Direct Plant Cost (DPC)*

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1.	<i>Construction Cost (25%.PEC)</i>	40.350.676.495	3,063,833
	Total (DPC + PPC)	201.753.382.500	15,319,164

Tabel 4. 20 *Fixed Capital Investment (FCI)*

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Direct Plant Cost (DPC)</i>	201.753.382.477	15,319,163
2	<i>Contractors fee (4%.DPC)</i>	8.070.135.299	612,766
3	<i>Contingency (10%.DPC)</i>	20.175.338.248	1,531,916
	Total	229.998.856.024	17,463,846

Tabel 4. 21 *Direct Manufacturing Cost (DMC)*

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1.	<i>Raw Material</i>	1.547.908.848.018	117,532,942
2.	<i>Labor</i>	6.812.400.000	517,266
3.	<i>Supervisor</i>	681.240.000	51,726
4.	<i>Maintenance</i>	4.599.977.120	349,276

Tabel 4. 22 (Lanjutan) *Direct Manufacturing Cost (DMC)*

5.	<i>Plant Suplies</i>	689.996.568,07	52,391
6.	<i>Royalty and Patent</i>	23.310.900.000	1,770,000
7.	Bahan utilitas	192.002.922.210	14,478,809
	Total	1.776.006.283.916	134,852,413

Tabel 4. 23 *Indirect Manufacturing Cost (IMC)*

No	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1.	<i>Payroll Overhead</i>	1.362.480.000	103,453
2.	<i>Laboratory</i>	1.362.480.000	103,453
3.	<i>Plant Overhead</i>	3.406.200.000	258,633
4.	<i>Packaging and Shipping</i>	233.109.000.000	17,700,000
	Total IMC	239.240.160.000	18,165,539

Tabel 4. 24 *Fixed Manufacturing Cost (FMC)*

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1.	Depresiasi	22.999.885.602	1,746,384
2.	<i>Property tax</i>	2.299.988.560	174,638
3.	Asuransi	2.299.988.560	174,638
	Total	27.599.862.723	2,095,661

Tabel 4. 25 *Total Manufacturing Cost (MC)*

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1.	<i>Direct Manufacturing Cost</i>	1.776.006.283.916	134,852,413
2.	<i>Indirect Manufacturing Cost</i>	239.240.160	18,165,539
3.	<i>Fixed Manufacturing Cost</i>	27.599.862.723	2,095,661
	Total	2.042.846.306.639	308,131,568

Tabel 4. 26 *Working Capital (WC)*

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1.	<i>Raw Material Inventory</i>	32.834.430.109	2,493,123
2.	<i>Inproses Inventory</i>	3.095.221.677	235,020
3.	<i>Product Inventory</i>	43.333.103.474	3,290,288

Tabel 4. 27 (Lanjutan) *Working Capital (WC)*

4.	<i>Extended credit</i>	49.447.363.636	3,754,545
5.	<i>Available cash</i>	185.713.300.603	14,101,237
	Total	314.423.419.500	23,874,215

Tabel 4. 28 *General Expense (GE)*

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1.	Administrasi	61.285.389.199	4,653,408
2.	<i>Sales expense</i>	40.856.926.132	3,102,272
3.	<i>Research</i>	71.499.620.732	5,428,976
4.	<i>Finance</i>	16.332.668.265	1,240,141
	Total	189.974.604.330	14,424,799

Tabel 4. 29 Total Biaya Produksi

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1.	<i>Manufacturing Cost</i>	2.042.846.306.640	155,113,614
2.	<i>General Expense</i>	189.974.604.330	14,424,799
	Total	2.232.820.910.970	169,538,413

Tabel 4. 30 *Fixed cost (Fa)*

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1.	Depresiasi	22.999.885.602	1,746,384
2.	<i>Property tax</i>	2.299.988.560	174,638
3.	Asuransi	2.299.988.560	174,638
	Total	27.599.862.723	2,095,661

Tabel 4.31 *Variable cost (Va)*

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Raw Material</i>	1.547.908.848.018	117,532,942
2	<i>Packing and Shipping</i>	233.109.000.000	17,700,000
3	Utilitas	192.002.922.211	14,578,809
4	<i>Royalties & patents</i>	23.310.900.000	1,770,000
	Total	2.331.090.000.000	177,000,000

Tabel 4.32 *Regulated cost (Ra)*

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Gaji karyawan	6.812.400.000	517,266
2	<i>Payroll overhead</i>	1.362.480.000	103,453
3	<i>Plant overhead</i>	3.406.200.000	258,633
4	Supervisi	681.240.000	51,726
5	Laboratorium	1.362.480.000	103,453
6	<i>Maintenance</i>	4.599.977.120	349,276
7	<i>General expense</i>	189.974.604.330	14,424,799
8	<i>Plant supplies</i>	689.996.568	52,391
	Total	208.889.378.019	15,861,000

4.8.6 Analisa Keuntungan

Harga jual produk Polyetylen Tereftalat = \$ 5.9 /kg

Annual Sales (Sa) = \$ 177,000,000

Total Sa = \$ 177,000,000

= Rp 2.331.090.000.000

Total Cost = Rp 2.232.820.910.970

Keuntungan sebelum pajak = Rp 98.269.089.030

Keuntungan setelah pajak (diambil 20%) = Rp 78.615.271.244

4.8.7 Hasil Kelayakan Ekonomi

4.8.7.1 *Percent Return On Investment (ROI)*

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

ROI sebelum pajak = 43 %

ROI sesudah pajak = 34 %

4.8.7.2 *Pay Out Time (POT)*

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

POT sebelum pajak = 1,90 tahun

POT sesudah pajak = 3,28 tahun

4.8.7.3 *Break Even Point (BEP)*

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

BEP = 48 %

4.8.7.4 Shut Down Point (SDP)

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

$$\text{SDP} = 33\%$$

4.8.7.5 Discounted Cash Flow Rate (DCFR)

$$\text{Umur pabrik} = 10 \text{ tahun}$$

$$\text{Fixed Capital Investment} = \text{Rp } 299.998.856.024$$

$$\text{Working Capital} = \text{Rp } 314.423.419.500$$

$$\text{Salvage Value (SV)} = \text{Rp } 22.999.885.602$$

$$\text{Cash flow (CF)} = \text{Annual profit} + \text{depresiasi} + \text{finance}$$

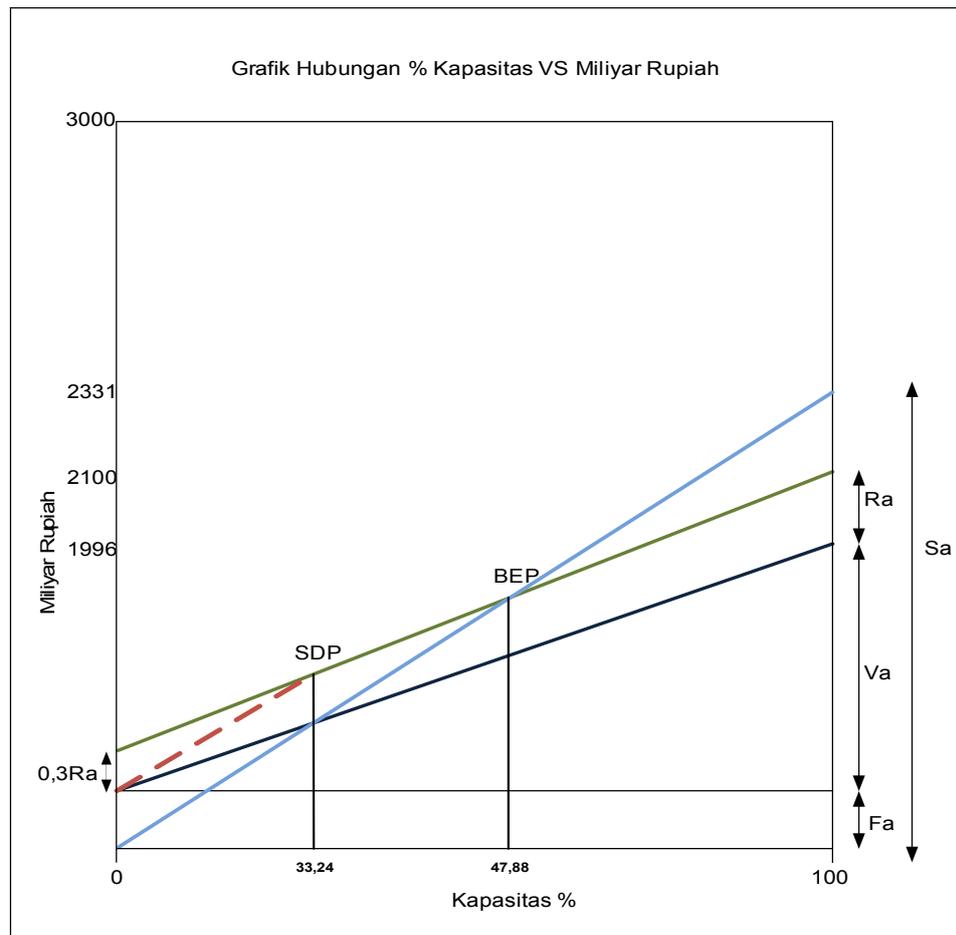
$$\text{CF} = \text{Rp } 86.5.716.603$$

Discounted cash flow dihitung secara *trial & error*

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

$$R = S$$

Dengan *trial & error* nilai $i = 18.70\%$



Gambar 4. 8 Grafik Hubungan % Kapasitas Vs Rupiah

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Pabrik Polietilen Tereftalat dari Asam Tereftalat dan Etilen Glikol dengan katalis Antimoni Trioksida dengan kapasitas 100.000 ton/tahun, dapat digolongkan sebagai pabrik beresiko rendah karena :

1. Berdasarkan tinjauan proses, kondisi operasi, sifat-sifat bahan baku dan produk, serta lokasi pabrik, maka pabrik Polietilen Tereftalat dari Asam Tereftalat dan Etilen Glikol dengan katalis Antimoni Trioksida ini tergolong pabrik beresiko rendah.

2. Berdasarkan hasil analisis ekonomi adalah sebagai berikut :

1) Keuntungan yang diperoleh :

Keuntungan sebelum pajak Rp 98.269.089.030 /tahun, dan keuntungan setelah pajak 20% sebesar Rp 78.615.217.244 /tahun.

2) *Return On Investment* (ROI) :

Presentase ROI sebelum pajak sebesar 43% dan ROI setelah pajak sebesar 34%. Syarat ROI sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan resiko rendah minimum adalah 11% (Aries & Newton, 1955).

3) *Pay Out Time* (POT) :

POT sebelum pajak selama 1,9 tahun dan POT setelah pajak selama 3,28 tahun. Syarat POT sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan resiko rendah maksimum adalah 5 tahun (Aries & Newton, 1955).

4) *Break Event Point* (BEP) pada 48%, dan *Shut Down Point* (SDP) pada 33%. BEP untuk pabrik kimia pada umumnya adalah 40–60%.

5) *Discounted Cash Flow Rate* (DCFR) sebesar 18,70 %. Suku bunga pinjaman di bank saat ini adalah 10,5 % (www.bi.go.id, akhir Februari 2012). Syarat minimum DCFR adalah di atas suku bunga pinjaman bank yaitu sekitar 1,5 x suku bunga pinjaman bank ($1,5 \times 10,5\% = 15,75\%$).

Dari hasil analisis ekonomi di atas dapat disimpulkan bahwa pabrik *Polietilen Tereftalat* dari Asam Tereftalat dan Etilen Glikol dengan kapasitas 100.000 ton/tahun ini layak dan menarik untuk dikaji lebih lanjut.

5.2 Saran

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

1. Optimasi pemilihan seperti alat proses atau alat penunjang dan bahan baku perlu diperhatikan sehingga akan lebih mengoptimalkan keuntungan yang diperoleh.

2. Perancangan pabrik kimia tidak lepas dari produksi limbah, sehingga diharapkan berkembangnya pabrik - pabrik kimia yang lebih ramah lingkungan.
3. Produk Polietilen Tereftalat dapat direalisasikan sebagai sarana untuk memenuhi kebutuhan di masa mendatang yang jumlahnya semakin meningkat.

DAFTAR PUSTAKA

Aries, R.S., and Newton, R.D., "*Chemical Engineering Cost Estimation*", Mc Graw Hill Handbook Co., Inc., New York, 1955.

Biro Pusat Statistik., "*Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia*", Indonesia Foreign, Trade Statistic Import, Jakarta, 2009-2014.

Brownell, L.E., and Young, E.H., "*Process Equipment Design*", John Wiley and Sons, Inc., New York, 1959.

Coulson, J.M., and Richardson, J.F., "*Chemical Engineering*(1st Ed).", Pergamon Internasional Library, New York, 1983.

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

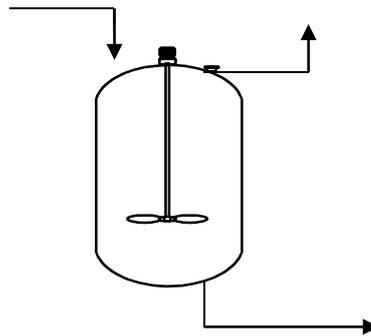
Perry, R.H., and Green, D.W., "*Perry's Chemical Engineer's Handbook*(6th ed)", Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York, 1986.

Peters, M.S., and Timmerhaus, K.D., "*Plant Design and Economics for Chemical Engineers*(3rd Ed)", Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York, 1980

LAMPIRAN A

PERHITUNGAN SPESIFIKASI ALAT

D.1 Perancangan Reaktor (R-02)



Kode Alat	: R-02
Jenis	: Reaktor berpengaduk dilengkapi jaket pemanas
Bahan	: Stainless Steel SA 167 grade 3 type 304
Fungsi	: Tempat berlangsungnya reaksi pembentukan, Bis Hidroksiethyl etilen terephtalate dan hasil sampingnya
Kondisi operasi	: Temperatur = 270 °C Tekanan = 1 atm = 14,70 psi

A.1.1 Neraca Massa

Reaksi yang terjadi di Reaktor-02



Komponen masuk reaktor :

- Arus 6

KOMPONEN	Kmol/Jam	Fraksi Mol	BM	Kg/Jam	Fraksi Berat
BHET	73.18194	0.891089109	254	18588.21366	0.921366
PTA	8.131327	0.099009901	166	1349.800292	0.066906
ANTIMONY TRIOKSIDE	0.813133	0.00990099	291	236.6216174	0.011729
TOTAL	82.1264	1		20174.63557	1

- Arus 7

KOMPONEN	Kmol/Jam	Fraksi Mol	BM	Kg/Jam	Fraksi Berat
EG	13.56283	1	62	840.8953797	1
TOTAL	13.563	1.0000		840.8954	1.0000

Komponen keluar reaktor :

- Arus 8

KOMPONEN	Kmol/Jam	Fraksi Mol	BM	Kg/Jam	Fraksi Berat
PET 20	3.310612	0.208029197	5080	16817.90759	0.869873
BHET	3.659097	0.229927007	254	929.4106828	0.048072
PTA	8.131327	0.510948905	166	1349.800292	0.069816
KATALIS	0.813133	0.051094891	291	236.6216174	0.012239
TOTAL	15.91417	1		19333.74019	1

Neraca Massa Total Reaktor-02

NM	IN	OUT	
KOMPONEN	6	7	8
EG		840.8953797	1349.8
PTA	1349.8		
ANTIMONY TRIOKSIDE	236.6216		236.622
BHET	18588.21		929.411
PET 20			16817.9
TOTAL	20174.6355	20174.6355	

A.1.2 Menghitung Densitas dan Kecepatan Laju Alir Volumetric Pada 270°C

- Menghitung Densitas Produk Pada Suhu 270°C

$$\text{Density} = A \cdot B - (1 - T/T_c)^n$$

$$T = 270^\circ\text{C} = 543 \text{ }^\circ\text{K}$$

Komponen	A	B	n	T _c	ρ, kg/m ³	x.ρ
EG	0.32503	0.25499	0.172	645	879.1797	879.2
PET20	0.3471	0.274	0.28571	643.13	742.9151	35.71
BHET					1.3	0.062
PTA	0.39179	0.181	0.28571	1113	1607.653	112.2
Antimony Trioxide	1.72363	0.3	0.28571	2765.72	5341.571	1E+06
TOTAL					8572.618	1E+06

- Menghitung Viskositas Pada Suhu Operasi

$$\text{Log } \mu = A + B/T + C \cdot T + D \cdot T^2$$

$$T = 270^{\circ}\text{C} = 543 \text{ }^{\circ}\text{K}$$

Komponen	A	B	C	D	log μ	μ , cp	$\mu \cdot x$
EG	16.9728	3.12E+03	3.25E-02	-4.10E-05	-5.67083	2E-06	2.13388E-06
PET20	10.2158	1792.5	0.0177	-0.000013	2.696405	497.1	432.3754791
BHET					0.014467	1.034	0.049700322
PTA	47.1881	10175	0.074	-0.000041	-0.35642	0.44	0.030728015
Antimony Trioxide					0	0	0
TOTAL						498.5	432.4559095

- Menghitung Denstas Pada Suhu Operasi

$$\text{Density} = A \cdot B - (1 - T/T_c)^n$$

$$T = 270^{\circ}\text{C} = 543 \text{ }^{\circ}\text{K}$$

Komponen	A	B	n	Tc	ρ kg/m ³	$\rho \cdot x$	Fv
BHET	0.32503	0.25499	0.172	645	879.1797	810	21.14267839
PTA	0.39179	0.181	0.2857	1113	1607.653	107.6	0.839609368
Antimony Trioxide	0.3471	0.274	0.2857	643.13	5341.571	62.65	0.044298134
TOTAL	1.72363	0.3	0.2857	2765.7	7828.403	980.3	22.0265859

- Menghitung konsentrasi umpan :

$$\begin{aligned} \text{Konsentrasi BHET } (C_{A0}) &= \frac{73.182 \text{ kmol/jam}}{22,026.586 \text{ m}^3/\text{jam}} \\ &= 0.003 \text{ kmol/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Konsentrasi PTA } (C_{B0}) &= \frac{8.131 \text{ kmol/jam}}{22,026.586 \text{ m}^3/\text{jam}} \\ &= 0.000 \text{ kmol/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Konsentrasi Sb}_2\text{O}_3 (C_{C0}) &= \frac{0.813 \text{ kmol/jam}}{22.027 \text{ m}^3/\text{jam}} \\ &= 0.0369 \text{ kmol/m}^3 \end{aligned}$$

A.1.3 Menghitung Harga (k)

$$\begin{aligned} T &= 270 \text{ }^\circ\text{C} &= 543 \text{ K} \\ K &= &= \\ &= 0.0314 \end{aligned}$$

A.1.4 Menghitung C_A, C_B, C_C, C_D

$$\begin{aligned} C_A &= C_{A0} - C_{A0} \cdot X &= 0.0002 \\ C_B &= C_{B0} - C_{A0} \cdot X &= -0.002787155 \\ & &= -0.0029 \\ C_C &= C_{C0} + C_{A0} \cdot X &= 0.0401 \end{aligned}$$

A.1.5 Menghitung -rA

$$\begin{aligned}
 -r_A &= k \cdot C_A \\
 &= 0.0002 \\
 &= 0.0002 \text{ /jam}
 \end{aligned}$$

A.1.6 Menghitung Volume Shell

$$\begin{aligned}
 V &= \frac{F_{A0} X}{r_A} \\
 &= \frac{0.7976}{0.0002} \\
 &= 4801.4689 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

A.1.7 Menghitung Diameter Shell

$$D = \sqrt[3]{\frac{4xV_{shell}}{\pi}}$$

$$\begin{aligned}
 &= 18.2881 \text{ m} \\
 &= 720.0032 \text{ in}
 \end{aligned}$$

A.1.8 Menghitung Waktu Tinggal

$$\begin{aligned}
 T_{min} &= \frac{V}{FV_0} \\
 &= \frac{4801.4689 \text{ m}^3}{22026.5859 \text{ m}^3/\text{jam}} \\
 &= 0.2180 \text{ jam} \\
 &= 13.0791 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

A.1.9 Menghitung V_{HEAD}

$$\begin{aligned}V_{HEAD} &= 2 \times (V_{shell} + V_{sf}) \\ &= 2 \times (0,000049 \times D_3 + ((\pi/4 D_2 \cdot sf)/144)) \\ &\quad \text{Standart straight flange (sf) antara} \\ &\quad \quad \quad 1,5 - 2 \\ V_{HEAD} &= 10174.2904 \text{ ft}^3 \\ &= 288.1359 \text{ m}^3\end{aligned}$$

A.1.10 Menghitung Volume Reaktor

$$\begin{aligned}V_{REAKTOR} &= V_{SHELL} + V_{HEAD} \\ &= 5089.6049 \text{ m}^3 \\ &= 1344531.0927 \text{ gall} \\ &= 179717.6854 \text{ ft}^3\end{aligned}$$

Dari perhitungan didapatkan spesifikasi reaktor sebagai berikut :

Diameter Shell	=	18.2881 m	=	720,0032 in
Tinggi Shell	=	18,2881 m	=	720,0032 in
Volume Shell	=	4801,4689 m ³	=	189033,8324 in
Volume Head	=	288,1359 m ³	=	11343,9106 in
Volume Reaktor	=	5089,6049 m ³	=	200377,7430 in

A.1.11 Menghitung Volume dan Tinggi Cairan Dalam Shell

Volume Cairan Dalam Shell

$$\begin{aligned}\text{Volume Bottom} & : \\ & = 0,5 \times \text{Volume Head} \\ & = 0,5 \times 288,1359 \text{ m}^3 \\ & = 144,0680 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume Cairan} & : \\ & = \text{Volume Shell} - \text{Volume Bottom} \\ & = 4657,4010 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Tinggi Cairan Dalam Shell :

$$\begin{aligned}h & = \frac{4.V}{\pi.D^2} \\ & = 17,7393 \text{ m} = 58,2000 \text{ ft}\end{aligned}$$

A.1.12 Menentukan Tebal Shell (ts)

Dirancang menggunakan Stainless Steel

$$ts = \frac{P.r}{(f.E - 0,6.P)} + C \quad (\text{Pers. 13.1, Brownell \& young, 1959; hal}$$

254)

Dalam hubungan ini :

ts = tebal shell , in

r = jari-jari

= 0,5 x 720,0032 in

= 360,0016 in

E = Efisiensi pengelasan = 0,85

C = Faktor korosi = 0,125

F = Tegangan yang diijinkan = 18750 psi

Menghitung Tekanan :

P hidrostatik = tinggi cairan.pmix =		kg/m ²
Preaksi = 1 atm =	14.7 psia	
Poperasi = Preaksi + Phidrostatik =		14.7000 psia
Pdesain = 1.2* P operasi =		17.6400 psia
P = tekanan dalam reaktor =		17.6400 psia
sehingga :		
ts =	0.5237 in	
=	0.0436	

Digunakan tebal standar 5/16 in (0.3125 in)

A.1.13 Menentukan Tebal Head (th) dan Tebal Bottom

$$P = P \text{ desain} - P \text{ udara luar} = 2,9400 \text{ psi}$$

$$OD = ID + 2 \text{ ts} = 720,3782 \text{ in}$$

Dari tabel 5-7 Brownell, hal 90

$$\text{untuk OD} = 96 \text{ in}$$

$$\text{ts} = 0,3125 \text{ in}$$

$$\text{icr} = 5 \frac{7}{8} \text{ in}$$

$$r = 96 \text{ in}$$

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

$$= 1,7606 \text{ in}$$

Sehingga :

$$th = \frac{P.r.w}{(2.f.E - 0,2.P)} + C$$

(Pers. 7.77, Brownell & young, 1959; hal 138)

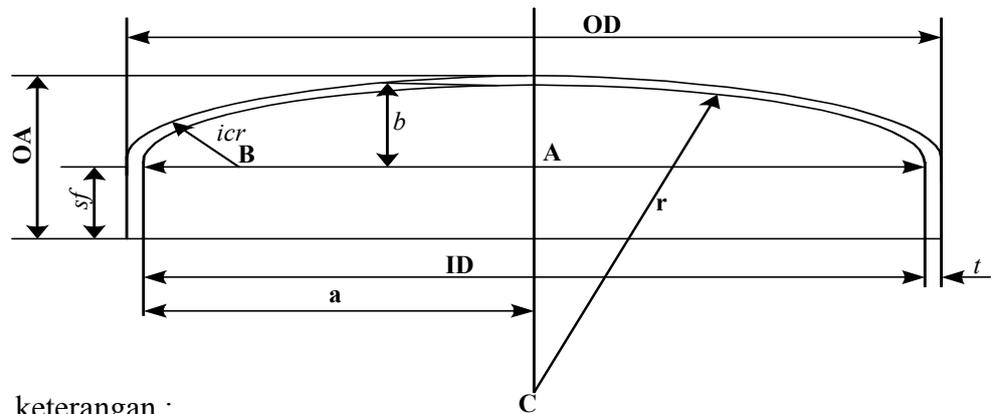
$$= 0,1405 \text{ in} \quad (\text{digunakan tebal standar } \frac{1}{4} \text{ in (0,25))}$$

A.1.14 Menentukan Tinggi Reaktor Total

Untuk $th = 1/4$ in pada tabel 5.6 Brownell & young, hal 88 diperoleh

(sf = $1 \frac{1}{2}$ - $2 \frac{1}{3}$)

Maka diambil nilai $sf = 2$



keterangan :

ID = diameter dalam head

OD = diameter luar head

t = tebal head

r = jari-jari dish

jari-jari dalam sudut
icr =
dish

b = tinggi head

sf = straight flange

ID = OD standart - (2*ts)

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

$$= 47,6875 \text{ in}$$

$$AB = \frac{ID}{2} - icr$$

$$= 41,8125 \text{ in}$$

$$\begin{aligned} BC &= r - irc \\ &= 90 \frac{1}{8} \text{ in} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} AC &= \sqrt{BC^2 - AB^2} \\ &= 79,83877798 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b &= r - AC \\ &= 16,16122202 \text{ in} \end{aligned}$$

tinggi head total (OA)

$$\begin{aligned} &= sf + b + th \\ &= 18,3487 \text{ in} \\ &= 0,4661 \text{ in} \end{aligned}$$

tinggi head total (OA)

$$\begin{aligned} &= sf + b + th \\ &= 18,3487 \text{ in} \\ &= 0,4661 \text{ in} \end{aligned}$$

tinggi reaktor total = 2 x tinggi head total + tinggi shell

$$\begin{aligned} &= 0,9321 + 2,8420 \\ &= 3,7741 \text{ m} \end{aligned}$$

A.1.15 Menentukan Tinggi Pengaduk

Penentuan berdasarkan

$$T \text{ operasi} = 270 \text{ C}$$

$$\mu = 432,4559 \text{ cp}$$

$$\rho = 1264958,3048 \text{ kg/m}^3$$

$$= 78968,8170 \text{ lb/ft}^3$$

$$= 45,6995 \text{ lb/in}^3$$

$$V \text{ tangki} = 5089,6049 \text{ m}^3$$

Berdasarkan fig 10.57 hal 419 Coulson. $\mu L = 1,0000 \text{ Ns/m}^2$

dan volume = $5089,6049 \text{ m}^3$ dapat digunakan pengaduk turbin.

Dipilih Turbin 6 blade disk standar ,karena :

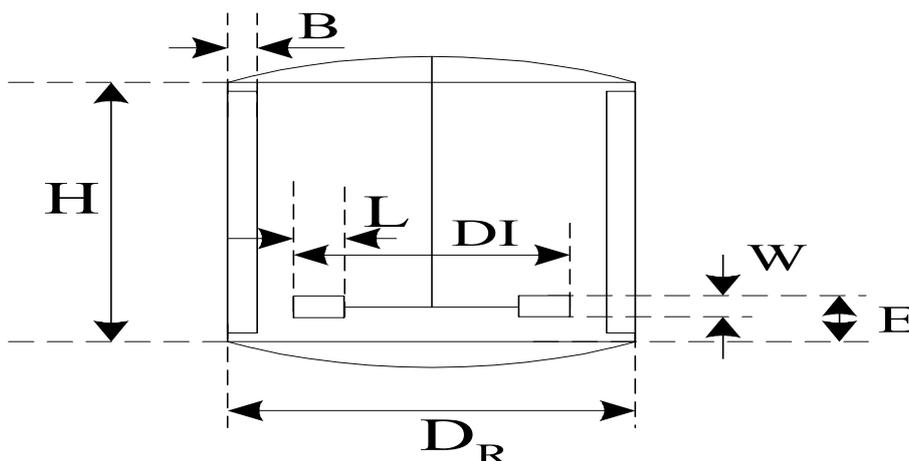
- Hp turbin tidak dipengaruhi Viskositas diatas reynold 500-1000
- Percampuran sangat baik, bahkan dalam skala mikro
- Cocok untuk cairan viskositas rendah

Dari Rase, hal 356 :

$$\text{Dipilih :} \quad D_i/D_R = 1/3 \quad L = D_i/4$$

$$E = D_i = 1 \quad B = D/10$$

$$W = D_i / 5$$



$$\begin{aligned}
 \text{Diameter reaktor} &= 18,2881 \text{ m} \\
 \text{Diameter pengaduk} &= 6,0950 \text{ m} \\
 \text{Pengaduk dari dasar} &= 6,0950 \text{ m} \\
 \text{Tinggi Pengaduk} &= 1,2192 \text{ m} \\
 \text{Lebar Pengaduk} &= 1,5240 \text{ m} \\
 \text{Lebar baffle} &= 1,8288 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Menghitung jumlah impeler (pengaduk):

Dimana WELH adalah Water Equivalen Liquid High

$$\begin{aligned}
 \text{WELH} &= \text{tinggi bahan} \times \text{sg} \\
 &= \text{tinggi bahan} \times \frac{\rho \text{ cairan}}{\rho \text{ air}} \\
 &= 17,7393 \times \frac{1264958}{742,9151004} \\
 &= 30204,7112 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{â impeller} &= \frac{\text{WELH}}{D} \\
 &= \frac{30204,7112}{\text{---}}
 \end{aligned}$$

$$= 18,2881$$

$$= 1651,6063$$

Putaran Pengaduk :

$$\frac{WELH}{2.DI} = \left(\frac{\pi.DI.N}{600} \right)^2 \quad (\text{Rase, 1977, hal. 345})$$

$$N = \frac{600}{\pi.DI/0,3048} \cdot \sqrt{\frac{WELH}{2.DI}}$$

$$N = 274,5541 \quad \text{rpm}$$

$$= 4,5759 \text{ rps}$$

Dengan :

$$N = 274,5541 \quad \text{rpm} = 4,5759 \text{ rps}$$

$$\rho = 1264958,3048 \text{ kg/m}^3 = 78966,1218 \text{ lbm/ft}^3$$

$$g_c = 32,2 \quad \text{ft/s}^2$$

$$\mu = 1,0669 \text{ Cp} = 0,000716928 \text{ lb/ft.s}$$

$$Di = 6,0960 \text{ m} = 20,0001 \quad \text{ft}$$

$$\text{Bilangan reynold (Re)} = Di^2 \times N \times \rho / \mu$$

$$= 712651,4503$$

Dari fig.477 Brown hal 507, $Re \text{ .=====} \rightarrow N_p = P_o = 7$

$$P = N^3 \times Di^5 \times \rho \times N_p / 550 g_c$$

$$P = 3,4358 \text{ hp}$$

Efisiensi motor = 91% (fig. 12.18, Peters, hal 516)

$$\text{Daya motor} = \frac{P}{\eta} = 3,775640136 \text{ Hp}$$

dipakai standar NEMA = 2,5 Hp

Perancangan pendingin

Neraca panas reaktor

Np total reaktor

Komponen	Masuk	Keluar
BHET	2936864.55	158830.4297
PET20		463222431.6
PTA	152878.3228	168952.395
EG		199256.1093
Antimony Trioxide	1507.877342	1630.96937
SUB TOTAL	3091250.75	463751101.5
Panas Penguapan		0
Panas Reaksi	463745825.1	
Pendingin	460659850.7	
TOTAL	463751101.5	463751101.5

Menghitung kebutuhan air pendingin :

Pendingin yang digunakan adalah air dengan suhu masuk 30 °C keluar 50 °C

$$m = 0 \text{ kj/jam}$$

$$C_p \text{ air} = 4,179 \text{ j/gr } ^\circ\text{C} = 4,179 \text{ kj/kg } ^\circ\text{C}$$

$$m = 125,37 \text{ kj/kg}$$

$$m = 0 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Suhu fluida panas reaktor} = 270 \text{ } ^\circ\text{C} = 543 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$\text{Suhu masuk media pendingin (air)} = 30 \text{ } ^\circ\text{C} = 303 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$\text{Suhu keluar media pendingin (air)} = 50 \text{ } ^\circ\text{C} = 323 \text{ } ^\circ\text{F}$$

Fluida panas (°F)	Fluida dingin	ΔT, °F
543	323	220
543	303	240

Menghitung LMTD :

$$\Delta T_{LMTD} = \frac{20}{0.0870}$$

$$\Delta T_{LMTD} = 229.8550 \quad ^\circ\text{F}$$

Menghitung luas transfer panas :

Nilai UD untuk medium organik dan air adalah = 50 - 125 Btu/ft².F.jam

Dalam perhitungan ini diambil nilai UD sebesar = 80 Btu/ft².F.jam

Panas yang harus diambil oleh media pendingin sebesar = 0 kJ/jam

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

$$= 0,0000 \text{ ft}^2 = 0,0000 \text{ m}^2$$

Menghitung luas selubung reaktor :

$$A = \pi \cdot D \cdot H = 25,3622 \text{ m}^2$$

Karena luas selubung reaktor lebih besar dari pada luas yang diperlukan untuk

transfer panas maka pemanas yang digunakan adalah jaket :

$$V_{\text{air}} = \frac{m_{\text{air}}}{\rho_{\text{air}}}$$

$$= \frac{0,0000}{1000,0000}$$

$$= 0,0000 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Diameter dalam jaket (D1) :

$$D1 = DR + (2 \times ts)$$

$$= 18,3040 \text{ m} = 720,6282 \text{ in}$$

$$\text{Tinggi jaket} = \text{Tinggi shell}$$

$$= 18,2881 \text{ m} = 720,0032 \text{ in}$$

$$\text{Asumsi jarak jaket} = 18,55 \text{ in} = 0,4712 \text{ m}$$

Diameter luar jaket (D2) :

$$D2 = D1 + (2 \times \text{jarak jaket})$$

$$= 149,3957 \text{ in} = 3,7947 \text{ m}$$

$$r = 74,6978$$

Luas yang dilalui air (A) :

$$= 7621,3680 \text{ in}^2 = 4,9170 \text{ m}^2$$

Kecepatan air :

$$v = 0,0000 \text{ m/jam}$$

Tebal dinding jaket (tj) : Bahan Stainless steel SA-167 (type 304)

$$H \text{ jaket} = 720,0032 \text{ in}$$

$$Ph = 228,1813 \text{ psia}$$

$$P \text{ desain} = P \text{ operasi} - PH$$

$$= 213,4813 \text{ psia}$$

$$tj = 0,2110 \text{ in}$$

Dipakai tebal jaket standar = 5/16 in (Brownell & Young, 1959)

A.1.16 Kesimpulan

Bahan Reaktor	=	Stainless steel SA-135
Tekanan operasi	=	1 atm
Suhu operasi	=	270 °C
Diameter shell	=	18.2881 m
Tinggi tangki total	=	19.2202 m
Jenis pengaduk	=	Turbin dengan 6 blade disk standar
Jenis motor	=	Variable-speed belt (33-200 rpm)
Daya motor	=	60 Hp
Tebal shell	=	3/16 in
Tebal head	=	3/16 in
Bahan jaket	=	Stainless steel SA-135
Tinggi jaket	=	18.2881 m
Tebal jaket	=	0.63 in
Beban pendingin	=	0 Kj/jam