TA/TK/2007/236

PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA
PROPYLENE GLYCOL DARI PROPYLENE OXIDE
DENGAN PROSES HIDRASI
KAPASITAS 25.000 TON/TAHUN

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat

Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Jurusan Teknik Kimia

Disusun Oleh :

ERY TRI HATMOKO (01 521 249)

JURUSAN TEKNIK KIMIA

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

YOGYAKARTA

2007

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA
PROPYLENE GLYCOL DARI PROPYLENE OXIDE
DENGAN PROSES HIDRASI KAPASITAS 25.000 TON/TAHUN

Disusun Oleh:
Ery Tri Hatmoko
01 521 249

Telah dipertahankan di depan Sidang Penguji sebagai salah satu syarat untuk memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.

Jogjakarta, Februari 2007

Tim Penguji	Tanda Tangan
1. Diana, ST. MSc.	( )
2. DR. Ir. Farham HM. Saleh, MSIE	( )
3. Dra. Hj. Kamariah Anwar MS	( )

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

(Dra. Hj. Kamariah Anwar MS)

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA
PROPYLENE GLYCOL DARI PROPYLENE OXIDE
DENGAN PROSES HIDRASI
KAPASITAS 25.000 TON/TAHUN

TUGAS AKHIR

Oleh:

Nama	: Agus Setiawan
No. Mahasiswa	: 01 521 126
Nama	: Ery Tri Hatmoko
No. Mahasiswa	: 01 521 249

Jogjakarta, ...Februari 2007

Pembimbing

(Diana, ST, MSc.)

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr., Wb.

Segala puji bagi Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Shalawat dan salam semoga selalu tercurahkan atas junjungan kita Nabi Muhammad SAW, sahabat serta para pengikutnya.

Penyusunan tugas akhir yang berjudul "***Pra Rancangan Pabrik Kimia Propylene Glycol Dari Propylene Oxide Dengan Proses Hidrasi Kapasitas 25.000 Ton/Tahun***", merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta.

Dengan terselesaikannya laporan tugas akhir ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir.Fathul Wahid, MSc., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
2. Ibu Dra. Hj. Kamariah Anwar MSi., selaku Dosen Penguji sekaligus Ketua Jurusan Teknik Kimia, Universitas Islam Indonesia
3. Ibu Diana, ST, MSc. selaku Dosen Pembimbing atas bimbingan serta waktu yang telah diberikan.
4. Bapak DR. Ir. Farham HM. Saleh, MSIE selaku Dosen Penguji Pendadaran

5. Kepada kedua orang tua dan keluarga besar, atas segala kasih sayang, kepercayaan dan doa yang tiada hentinya.
6. Kepada partnerku atas kerjasamanya.
7. Kepada teman-teman Teknik Kimia 2001 atas segala supportnya.

Penulis sangat mengharapkan kritik dan saran dari pembaca demi kesempurnaan tugas akhir ini, karena penyusun sadar masih banyak kekurangan. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi semuanya.

Wassalamualaikum Wr., Wb.

Jogjakarta, Februari 2007

Penyusun

Ery Thanks to...

- *Allah SWT atas limpahan karunia yang tak terhingga kepada kita semua*
- *Nabi Muhammad SAW, Sury tauladan manusia hingga akhir Zaman, Sungguh agung pribadi & lakumu*
- *Al Qur'an dengan petunjuk dan jalan yang lurus*
- *Special to Keluargaku....*
  - ☒ *Ayah dan bunda yang aku sayangi terima kasih atas doa yang tiada henti serta pengorbanan dan tetes keringatnya untuk membesarkan anak-anakmu ini, hingga kita bisa lulus dan jadi tukang sarjana teknik kimia ini, teruslah berdoa karena doa dan nasehatmu adalah tuntunan dan semangat bagi kami untuk meraih jalan kedepan yang lebih baik, maafkan kita ya pak&ibu sampai sekarang kita masih minta uang sama bapak&ibu..terima kasih ya bapak dan ibuku*
  - ☒ *Mas dody & Mbak dwi semoga kalian selalu bahagia, sayangi bia ya.. aku harap bia bisa lebih dari kalian bukan tukang sarjana lagi tapi maestro, bia cepetan gede ya.. Mbak yuni cepetin lulusnya seh biar kita bisa wisuda bareng terus kerja tidak minta uang sama bapak & ibu terus, malu dong.. maaf ya mungkin caraku memberi nasehat salah tapi kita sayang mbak yuni. Hanya kalian keluargaku aku sangat beruntung & bahagia memiliki orang tua dan kakak2 seperti kalian terima kasih ya Allah*
  - ☒ *Keluarga besarku diBengkulu terima kasih atas kebersamaan kita dan pesangonnya tiap kita mudik*
  - ☒ *Keluarga besarku di Jogja terima kasih buat kebaikannya bulek Ghenduk dan pak yanto "panen ikan yang banyak ya biar kita bisa bakar ikan bareng-bareng lagi", budhe mur & mbak Yanti, Bulek Min dan Pak Tri atas kebaikannya dan keluargaku yang lain yang tak dapat aku sebutin.*
  - ☒ *Sepupu2ku Bayu & nashir jangan nakal ya! Belajar yang rajin plus jangan lupa sholat, Deni, Hengki, Vina, Wahyu, Jhoni, Andi, Russi, Mas Dady dan Dwi aku rindukan kebersamaan seperti dulu lagi, Di2K pasti sudah ga sabar tuh he..*
- *Kampus Ulii jakal..*
  - ☒ *Ibu Hj. Diana ST. MSc terima kasih atas ilmu & bimbingannya.*
  - ☒ *Ibu Kamariah & pak Farham atas detik2 yang menegangkan itu*
  - ☒ *Tekkim '01 Kelas C.. Anto ST. "kapan neh Menikahnya", Maestro MD David ST. "pinjaman buku dan mengajari MD", Surono ST. "Dr. Chip" Pak cik Rully ST., Tri, Nano, Yoga, Pak Didon "kapan neh lu2snya kasihan anakmu tuh", Ardi, Aji, Nurul ST.*

Thanks ya buat Dipannya.. Aris "MaFia wanita", Ade, Aten, Anis, Naldi

- ☒ Tekkim 01 Atas kebersamaan dan perjuangan yang panjangnya, Bambang, heri, Ucok "Medan", Fandi+Nurul, agus setiawan "Manusia tak ada yg Sempurna", budi "Waktu yg telah merubah semua, mungkin kita takkan pernah seperti dulu", phengki "trims ya sudah banyak membantu", mulyono, Fazry, fetbri, firmansyah "Wong Bangka", habib, panjul, deni, Endro "wong kito galo" dan temen2 seperjuangan yg tak dapat ku sebut
- ☒ Tekkim 02, Gatot "Maturnuwun Laptopnya ya", Temen2 bimbingan Bu Diana manda, Laili, Sari, Ageng, Rofik, Indra Nu@ng, Wiwik,... dan temen2 '02 kalian emang pinter2 semua
- ☒ KKN Reguler IV Unit 30 Klepu,, Trul "pak Ketua", Wira "Ustad" Linda, Poetry SE., Yati, Nina terima kasih atas bantuannya kapan ke Posko lagi
- ☒ Islamic University Of Indonesia,, Memang TOP

MY Heart..

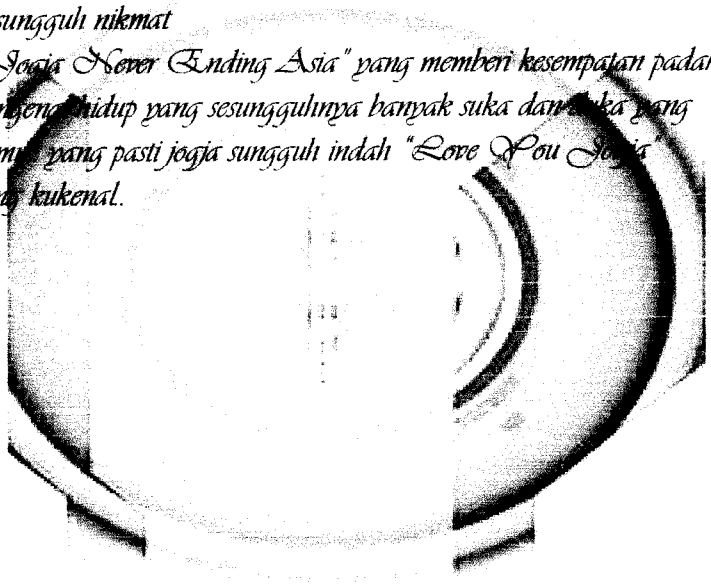
- ☒ Terima kasihku pada Malaikat yg telah mengirimkanku "Peri Cecil" Meskipun kecil aku sangat beruntung mendapatkannya, dan dia wanita yg paling sempurna dihidupku seTelah IBUku, terima kasih ya buat kasih sayang, cinta, semangat ku harap kamu yg terAkhir..
- ☒ BG 7058 HG maaf ya karena ku jadikan kamu yang kedua, terima kasih ya sudah menemani kemana aku melangkah.. kapan2 kita Touring lagi2 lagi ya!!! Tp maaf aku belum s4 merawatmu..

Konco2ku Dolan,,

- ☒ Pak Polisi "Pakdhe Kadi" Yang baik hati & lucu dan LaGi bahagia tuh kapan neh marriednya, "Akhirnya kumenemukan marathus" SeMoga dia jadi yang terakhir buat Pak POL,, terus jgn kelamaan KenCannya ntar keburu tua lho he..
- ☒ Ida "awas ya klo ga dateng dihari .....ku nanti" satu belum pasti yang terbaik, pasti ada yang lebih baik dan jgn selalu terpuruk dengan masalahmu..
- ☒ Ranto "Penjahat Wanita" dan Mbak Tanti, PakdhehaMDim "Pengen ya.." Indra+Novi "pas bgt", Mas Maman+mbak Ita "Pengantin Baru" semoga kalian slalu bahagia, trims ya pinjaman bajunya, Mbah wandi "Cepetan nyari wanita plus cepetan lulus sdh ada yg nunggu tuh", Gus Inung "Pasti kerenan kalo gondrong deh", andik "kok kecil terus seh ndik", mas lasto "sudah dapet gantinya kan?, solehan+Wulan "pasangan sepadan", sugeng, Edy Samudra "teroris wanita Gurup", edy S. kalian sungguh2 baik..

- ☒ *Mbak V3, Mbak Fany, Mbak Imel, Mbak Yunix, Mbak berli, Mbak Yessi, Mbak Yeni, Mbak Ipung "Mbak ipung lucu plus cantik banget deh", Mas Sonny, mas Caliyo, Mas Rere, Mas mardiko, mas Lukman, Mas bagus, Mas adit, mas drajat, kalian memang sangat hebat aku bangga memiliki mas dan mbak seperti kalian..*
- ☒ *Eva, Hapsari, Dessi, Esa, Titik, Reni, Wulandari, Lulu, anggun, vita, nitha, Eva, Maya, Sulist "Cowok banget", Dewi, isma kalian sangat2 lucu sekali..*
- ☒ *Rusman Adi kapan kejogja lagi neh*

- *Sang Maestro Of Love..*
  - ☒ *Ari Lasso "allas" & Ada Band senandung lagu cinta kalian sangat2 indah...*
- *Angkringan Pak Gandung, Angkringan Gepeng, Warung soto Pak Jamal masakan kalian sungguh nikmat*
- *Thanks "To Jogja Never Ending Asia" yang memberi kesempatan padaku untuk belajar mengenal hidup yang sesungguhnya banyak suka dan duka yang kudapatkan darimu yang pasti jogja sungguh indah "Love You Jogja"*
- *Dan semua yang kukenal..*



MOTTO

" Sungguh, bersama kesukaran itu pasti ada kemudahan"

QS. Asy Syarh 94 : 19

"Allah pasti akan mengangkat derajat orang yang beriman dan berpengetahuan di antaramu beberapa tingkat lebih tinggi"

Q.S. Al Mujadilah :11

"HAL YANG KECIL SEKALIPUN MEMBENTUK KESEMPURNAAN, TAPI KESEMPURNAAN BUKANLAH SUATU HAL YANG KECIL"

'Kata-kata yang tajam dan pahit adalah menunjukkan posisi yang lemah"

Victor Hugo

"Sepiro gadhening sengsoro yen tinompo amung dadi cubo"

Suryo Diwiryo

"Sesuatu yang berat untuk dilalui bukanlah titik dari segalanya"

Findiarti lisna

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING ii

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI iii

KATA PENGANTAR iv

DAFTAR ISI vi

DAFTAR TABEL ix

DAFTAR GRAFIK xi

DAFTAR GAMBAR xii

ABSTRAKSI xiii

BAB I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang 1

1.2. Prospek Produk / distribusi produk 3

BAB II. PERANCANGAN PRODUK

2.1. Spesifikasi Bahan Baku 6

2.2. Spesifikasi Produk 7

2.3. Pengendalian Kualitas 8

2.3.1. Pengendalian Kualiatas Bahan Baku 8

2.3.2. Pengendalian Kualitas 9

BAB III PERANCANGAN PROSES

3.1. Uraian Proses 11

3.2 Metode Perancangan 16

3.2.1. Neraca Massa Overall 17

3.2.2. Neraca Massa pada Tiap Alat 17

3.2.3. Neraca Panas pada Tiap Alat 19

3.3. Spesifikasi Alat Proses 21

BAB IV. PERANCANGAN PABRIK

4.1. Lokasi dan Tata Letak Pabrik 40

4.1.1. Lokasi dan Lay Out Pabrik 40

4.1.2. Pemilihan Lokasi Pabrik 40

4.2. Tata Letak dan Peralatan Proses 45

4.2.1 Maintenance 49

4.3. Utilitas 50

4.3.1. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air 51

4.3.2 Spesifikasi Alat Utilitas 57

4.3.3 Unit Penyediaan Bahan Bakar 74

4.3.4 Unit Pengolahan Limbah 74

4.4. Laboratorium 75

4.5. Bentuk Perusahaan 76

4.5.1 Struktur Organisasi 77

4.5.2 Tugas dan Wewenang 79

4.5.3 Status Karyawan 87

4.5.4 Pembagian Kerja Karyawan 88

4.5.5 Penggolongan Jabatan, karyawan dan Gaji 90

BAB V. EVALUASI EKONOMI

5.1. Penaksiran Harga Peralatan 97

5.2. Dasar Perhitungan 100

5.3. Perhitungan Biaya 103

5.4. Analisa Kelayakan 108

BAB VIII. SIMPULAN 113

DAFTAR PUSTAKA 115

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Data kebutuhan Propylene Glycol di Indonesia..... 3

Tabel 3.2.1 Neraca Massa Overall..... 17

Tabel 3.2.2 (a) Neraca Massa pada Mixer..... 17

Tabel 3.2.2 (b) Neraca Massa pada Reaktor..... 18

Tabel 3.2.2 (c) Neraca Massa pada Evaporator 19

Tabel 3.2.2 (e) Neraca Massa pada Menara Distilasi..... 19

Tabel 3.2.3 (a) Neraca Panas Mixer..... 19

Tabel 3.2.3 (b) Neraca Panas Reaktor..... 20

Tabel 3.2.3 (c) Neraca Panas Evaporator 20

Tabel 3.2.3 (e) Neraca Panas Menara Distilasi..... 21

Tabel 4.1. Jadwal Kerja Karyawan Shift 89

Tabel 4.2. Jabatan dan Jenjang Pendidikan..... 91

Tabel 4.3. Jumlah Karyawan 92

Tabel 4.4. Penggolongan Gaji Menurut Jabatan..... 93

Tabel 5.1. Perkembangan Indeks Harga..... 97

Tabel 5.2. (a) Harga Alat Besar pada Proses..... 101

Tabel 5.2. (b) Harga Alat Kecil pada Proses..... 101

Tabel 5.3. (a) Harga Alat Utilitas dalam Dolar..... 102

Tabel 5.3. (b) Harga Alat Utilitas dalam Rupiah..... 102

Tabel 5.4. Fixed Capital Investment..... 104

Tabel 5.5. Working Capital..... 104

Tabel 5.6. (a) Direct Manufacturing Cost..... 106

Tabel 5.6. (b) Indirect Manufacturing Cost..... 106

Tabel 5.6. (c) Fixed Manufacturing Cost..... 106

Tabel 5.7. General Expense..... 107

Tabel 5.8. Hasil Perhitungan DCFR..... 111

DAFTAR GRAFIK

Grafik 1.1. Perkembangan Impor Propylene Glycol Indonesia 4

Grafik 5.1. Indeks Nilai 98

Grafik 5.2. Break Even Point 113

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1. Diagram Alir Kuantitatif 20

Gambar 3.2. Diagram Alir Kualitatif..... 21

Gambar 4.1. Lay Out Pabrik..... 41

Gambar 4.2. Lay out Alat..... 48

Gambar 4.3. Lay Out Utilitas 56

Gambar 4.4. Struktur Organisasi..... 95

Gambar . Process Engineering Flow Diagram..... 118

ABSTRAKSI

Persiapan Perancangan Pabrik Propylene Glycol dengan kapasitas 25.000 ton/tahun adalah pabrik yang akan dibangun di Cilacap propinsi Jawa Tengah dengan luas 27860 m^2. pabrik kimia ini akan beroperasi untuk 330 hari atau 24 jam setiap hari dengan total 151 karyawan

Bahan baku dibutuhkan adalah Propylene Oxide sebanyak 150 kg/jam. Proses produksi akan beroperasi pada temperatur 200 ^oC, dengan tekanan 29.1 atm menggunakan Reaktor Alir Pipa (RAP). Unit Utilitas membutuhkan air pendingin sebanyak 114998.6878 m^3/tahun dan air untuk proses sebanyak 26501.1430 ton/tahun, steam 64941.8836 ton/tahun, sedangkan tenaga 394.7 Kwh yang disediakan oleh PLN, pabrik kimia ini juga membutuhkan 2 set generator sebagai cadangan.

Dalam analisis ekonomi menunjukkan pabrik kimia ini membutuhkan mencakup biaya modal sekitar Rp. 323.359.000.000 biaya kerja sekitar Rp. 37.334.000.000 Laba sebelum kena pajak Rp. 96.468.000.000 Sedangkan laba setelah pajak adalah Rp. 42.446.000.000 Persentase ROI sebelum kena pajak adalah 53,04 % sedangkan setelah kena pajak adalah 31,82 % . POT setelah pajak adalah 4,7 tahun. Nilai BEP sekitar 48.23 % sedangkan SDP sekitar 27.65 %. Nilai DCFR sekitar 48,87 %

Berdasarkan faktor diatas, dapat kita simpulkan Perancangan Pabrik Propylene Glycol dengan kapasitas 25.000 ton/tahun baik untuk dibangun

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Di era globalisasi pasar bebas sekarang ini, Indonesia tengah berusaha bangkit dari keterpurukan perekonomian akibat krisis ekonomi yang melanda negeri sejak tahun 1997. Telah banyak usaha yang ditempuh oleh Pemerintah untuk mengembalikan kondisi perekonomian dan kesejahteraan masyarakat terutama dalam hal pengentasan kemiskinan dan penanganan masalah pengangguran, salah satunya dengan melakukan berbagai macam kegiatan pembangunan dan peningkatan di bidang Industri .

Industrialisasi dipilih sebagai jalur alternatif pertumbuhan ekonomi. Pemilihan ini bukan tanpa alasan, karena sektor industrilah yang kita harapkan dapat menghasilkan pertumbuhan yang besar dan menyerap tenaga kerja yang banyak dan produktifas tinggi.

Sehubungan dengan hal tersebut maka sangatlah tepat bila pemerintah mengambil kebijakan yang pada hakekatnya bertujuan mengurangi ketergantungan terhadap negara lain yakni dengan membangun industri-industri yang dapat mengganti peran bahan impor.

Pendirian pabrik Propylene Glycol merupakan salah satu upaya untuk memenuhi kebutuhan pabrik-pabrik kimia dalam negeri yang dapat digunakan sebagai bahan baku atau bahan pembantu dalam pembuatan produk mereka, Propylene Glycol dapat dipakai sebagai pembantu dalam pembuatan bahan pengawet atau pelarut dalam industri makanan, sebagai pelembut atau pelembab dalam industri kosmetik, sebagai pembersih air yang beku atau es, sebagai bahan tambahan dalam pembuatan cat, bahan pembantu dalam deterjen. Sedangkan hasil samping yang berupa DiPropylene Glycol dapat digunakan dalam tinta cetak, tinta ballpoint, minyak rem.

Disisi lain dapat dilihat bahwa adanya pabrik Propylene Glycol ini akan mempercepat alih teknologi sehingga kualitas sumber daya manusia Indonesia dapat ditingkatkan, juga untuk mengurangi ketergantungan dengan negara lain, serta banyak tenaga kerja baru yang akan terserap.

Jadi pabrik Propylene Glycol dapat didirikan di Indonesia dengan alasan sebagai berikut :

1) Devisa negara dapat ditambah
2) Ketergantungan terhadap bahan lain dapat dikurangi
3) Bahan baku Propylene Glycol bagi pabrik-pabrik polimer di Indonesia dapat disediakan dengan harga lebih murah.
4) Proses alih teknologi.
5) Dibukakan lapangan kerja baru dengan tujuan agar kesempatan dan pemerataan kerja dapat diwujudkan.

1.2 Prospek Produk

Untuk penjualan produk Propylene Glycol maka pabrik kami menjalin kerjasama dengan industri-industri yang menggunakan Propylene Glycol misalnya Industri kosmetik, industri cat, industri makanan, industri deterjen dan sabun.

Di Indonesia kebutuhan Propylen Glycol masih diimpor dari luar negeri. Berikut data Impor Propylene Glycol dari Badan Pusat Statistik :

Tabel 1.1. Data Kebutuhan Propylene Glycol di Indonesia (BPS 2004)

Tahun	Kapasitas (ton)
1998	6239
1999	10541
2000	17678
2001	14609
2002	14577

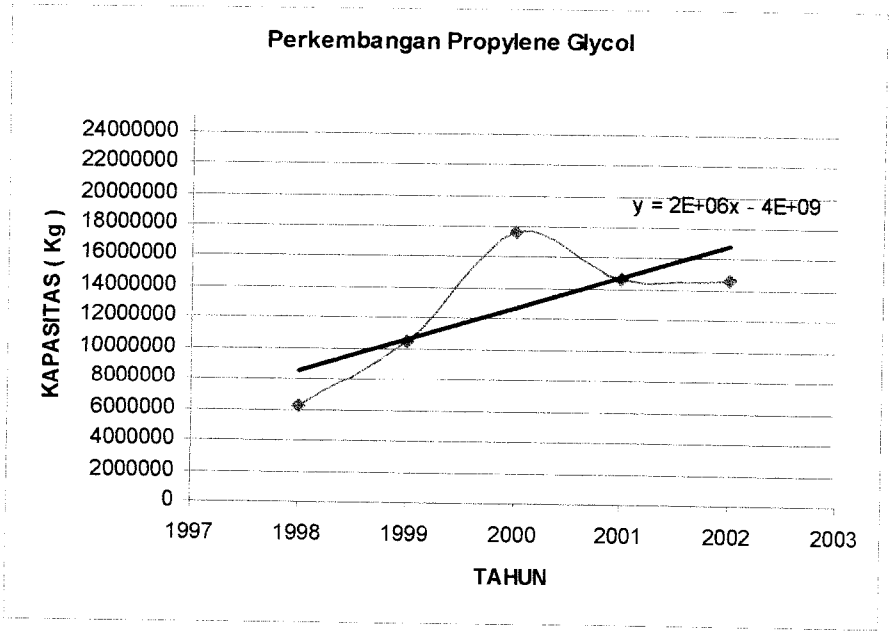
Dilihat dari Tabel 1.1 tersebut dapat disimpulkan bahwa terjadi kenaikan impor Propylene Glycol Indonesia sekalipun mengalami fluktuasi, Impor Propylene Glycol rata-rata pertumbuhan pertahunnya 29,78 % sehingga diperkirakan pada tahun 2010 impor dan kebutuhan Propylene Glycol Indonesia 25.000 ton. Sehingga diambil kapasitas dari pabrik Propylene Glycol yang akan didirikan adalah 25.000 ton/tahun, dengan harapan dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri.

Dalam perancangan ini, kapasitas produksi yang direncanakan adalah sebesar 25.000 ton per tahun dengan pertimbangan sebagai berikut :

a) Kebutuhan dalam negeri

Semakin meningkatnya kebutuhan Propylene Glycol sebagai bahan baku industri polyester di Indonesia dan sampai saat ini masih belum diproduksi di Indonesia, sehingga kebutuhan dalam negeri seluruhnya didatangkan dari impor seperti terlihat pada gafik 1.1

Impor terbesar adalah dari Amerika Serikat, dan Jepang.



Grafik 1.1. Perkembangan Impor Propylene Glycol Indonesia

b) Ketersediaan Bahan Baku

Dengan kapasitas produksi sebesar 25.000 ton/tahun, maka konsumsi bahan baku Propylene Oxide yang dibutuhkan diperkirakan sebesar 24.000 ton/tahun. Sebagai awal perancangan bahan baku

Propylene Oxide direncanakan diimpor dari luar negeri tetapi diharapkan pada masa mendatang pabrik Propylene Oxide didirikan sebagai industri terpadu bersama-sama dengan pabrik Propylene Glycol, karena Propylene Oxide dihasilkan oleh pabrik pengilangan minyak. Dengan demikian ketergantungan pabrik Propylene Glycol ini dari pabrik lain dapat dikurangi sehingga kelangsungan hidup pabrik Propylene Glycol lebih terjamin.

Berdasarkan pertimbangan faktor-faktor diatas, maka ditentukan kapasitas perancangan pabrik Propylene Glycol sebesar 25.000 ton/tahun yang secara komersial mampu memberikan keuntungan yang baik, maka pabrik ini perlu direalisasikan keberadaannya di Indonesia.

BAB II

PERANCANGAN PRODUK

Untuk memperoleh kualitas produk yang bagus dan sesuai dengan target yang didinginkan dengan kadar kemurnian 97 % maka perancangan produk dirancang berdasarkan variabel utama yaitu : Spesifikasi bahan baku, Spesifikasi bahan pembantu dan teknik pengendalian kualitas yang bagus dan efektif.

2.1. Spesifikasi Bahan Baku

1) Propylene Oxide (C_3H_6O)

Propylene Oxide yang dipakai yang volatile, tidak berwarna, tidak korosif

Berat molekul PO	= 58
Titik didih, 1 atm	= 34,5 ^{O}C
Kekentalan	= 0,327 mNsm^{-2}
Densitas PO	= 0,83515 kg/l
Kapasitas Panas PO	= 35 kkal/kmol ^{O}C
Flash Point	= - 37 ^{O}C
Specific Gravity	= 0,83
Auto Ignition Temperature	= 449 ^{O}C
Kelarutan dalam air	= 40,5 (g/100 ml, pada suhu 20 ^{O}C)
Wujud	= cair

2) Air (H_2O)

Air yang dipakai yang bebas dari zat-zat yang dapat menyebabkan kerak, menyebabkan korosi dan menyebabkan foaming/pembusaan.

Berat Molekul	= 18
Titik didih, 1 atm	= 100 ^{O}C
Kekentalan	= 0,65 cp
Specific gravity	= 1
Kapasitas panas	= 18 kkal/kmol ^{O}C
Densitas	= 994,1 kg/m^3

2.2. Spesifikasi Bahan Produk

1) Propylene Glycol ($C_3H_8O_2$)

Produk Propylene Glycol yang diperoleh yang tidak beracun, tidak korosif, dapat larut dalam air, tidak bau dan non volatile/tidak mudah menguap.

Berat molekul	= 76.1
Titik didih, 1 atm	= 188 ^{O}C
Titik lebur	= - 59 ^{O}C
Densitas	= 1,0424 kg/liter
Kekentalan	= 0,19 mNsm^{-2}
Tekanan uap	= 10,6 Pa (pada suhu 20 ^{O}C)
Kelarutan	= dapat larut dalam air
Flash point	= 99 ^{O}C
Auto Ignition temperature	= 371 ^{O}C
Wujud	= cair

2) DiPropylene Glycol ($C_6H_{14}O_3$)

Produk diPropylene Glycol yang diperoleh yang tidak beracun, tidak korosif, dapat larut dalam air dan non volatile/tidak mudah menguap.

Berat molekul	= 134
Titik didih, 1 atm	= 232 ^{O}C
Titik lebur	= - 40 ^{O}C
Densitas	= 0,865 kg/liter
Kekentalan	= 0,29 mNsm^{-2}
Tekanan uap	= 4 Pa (pada suhu 25 ^{O}C)
Kelarutan	= dapat larut dalam air
Flash point	= 138 ^{O}C
Auto Ignition temperature	= 310 ^{O}C
Wujud	= cair

2.3. Pengendalian Kualitas

2.3.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Sebelum dilakukan proses produksi, dilakukan pengujian terhadap komposisi dan kualitas bahan baku Propylene Oxide yang diimpor dari Amerika, Jepang atau Singapura. Pengujian ini dilakukan dengan tujuan agar Propylene Oxide yang akan digunakan sebagai bahan baku sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan.

Pengujian kualitas bahan baku meliputi :

1) Menjamin kualitas bahan baku agar memenuhi standart SII (Standart Industri Indonesia)

2) Melakukan pengujian bahan baku secara analisa kimia yaitu kelarutannya dalam air dan kekentalannya.

3) Melakukan tindakan koreksi dan pencegahan terhadap penyimpangan yang terjadi pada bahan baku

2.3.2. Pengendalian Kualitas Produk

Untuk memperoleh kualitas produk standar maka diperlukan pengawasan serta pengendalian terhadap proses yang ada. Pengendalian dan pengawasan jalannya proses produksi dilakukan dengan alat pengendalian yang berpusat di *Control Room* dilakukan dengan cara *automatic* yang menggunakan beberapa indikator. Apabila terjadi penyimpangan pada indikator dari yang telah ditetapkan baik berupa *flow rate* bahan baku atau produk, suhu operasi maupun tekanan operasi dapat diketahui dari isyarat yang diberikan, misalnya berupa : nyala lampu dan bunyi alarm. Bila terjadi penyimpangan maka harus dikembalikan lagi kekondisi semula baik secara manual atau otomatis.

Beberapa kontrol yang dijalankan yaitu :

- kontrol terhadap aliran bahan baku dan produk
- kontrol terhadap kondisi operasi

Alat kontrol yang dipakai diset/dikondisikan pada harga tertentu yaitu :

- Flow Control

  Merupakan alat yang ditempatkan/dipasang pada aliran bahan baku, aliran masuk dan aliran keluar alat proses.

- Temperatur Control

  Jika terjadi penyimpangan pada set suhu yang telah ditetapkan maka akan akan timbul isyarat dapat berupa suara dan nyala lampu.

- Pressure Control

  Perubahan tekanan dapat diketahui Pabrik Propylene Glycol dari Propylene Oxide dengan sinyal yang dapat berupa suara dan nyala lampu.

- Liquid Level Control

  Perubahan tinggi cairan dapat dideteksi dengan sinyal yang dapat berupa suara dan nyala lampu.

Pengendalian proses dilakukan terhadap kerja pada suatu harga tertentu supaya dihasilkan produk yang sesuai standar, sedangkan pengendalian mutu dilakukan untuk mengetahui apakah bahan baku dan produk telah sesuai dengan spesifikasinya.

BAB III

PERANCANGAN PROSES

Untuk memperoleh kualitas produk yang baik yang sesuai dengan perancangan yang diinginkan maka pada perancangan proes perlu dilakukan penyettingan yang tepat pada alat-alat operasi meliputi suhu, tekanan, dan kondisi optimum agar proses produksi lebih efektif dan efisien.

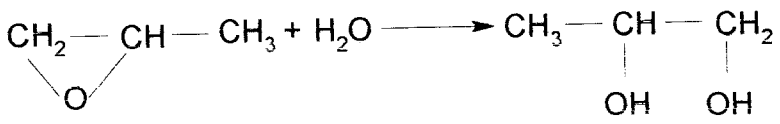
3.1. Uraian proses

Hidrolisa adalah proses pemecahan suatu zat dengan menggunakan air. Pada pembuatan Propylene Glycol ini digunakan proses hidrolisa dengan menggunakan air. Glycol merupakan senyawa yang mengandung 2 gugus hidroksil (OH). Rumus umum glycol adalah $C_nH_{2n}(OH)_2$. Propylene Glycol merupakan cairan tidak berwarna, non volatile, larut dalam air dan etanol serta tidak korosif dan tidak beracun.

Ditinjau dari proses pembuatan Propylene Glycol dapat dilakukan dengan tiga proses, yaitu :

1) Hidrasi Propylene Oxide tanpa katalis.

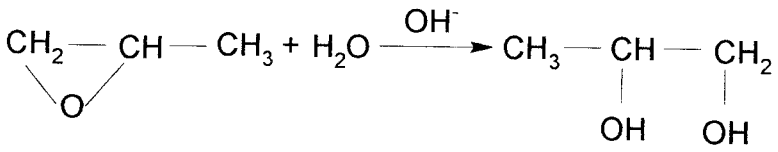
   Reaksi :



Proses ini berlangsung dalam fase cair dan menghasilkan produk utama karena campurannya menggunakan air yang berlebih maka diperoleh kemurnian yang tinggi.dan mudah dalam pemisahan.

2) Hidrasi Propylene Oxide dengan katalis basa.

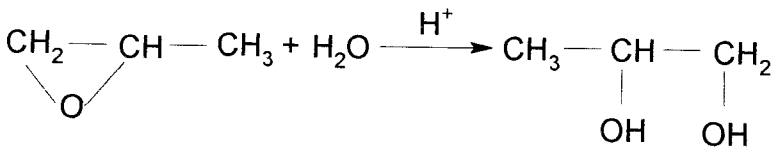
Reaksi :



walaupun katalis berfungsi untuk mempercepat reaksi namun dapat menyebabkan korosi sehingga membutuhkan peralatan yang tahan korosi hal ini menyebabkan biaya untuk pembelian peralatan dan perawatan menjadi mahal.

3) Hidrasi Propylene Oxide dengan katalis asam.

Reaksi :

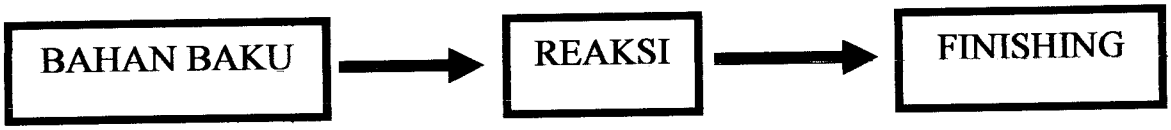


katalis untuk mempercepat reaksi tetapi tidak ikut bereaksi sehingga katalis perlu dipisahkan dari produk. Karena sifat katalis yang korosi dan sukar dipisahkan maka diperlukan alat tertentu yang perlu ditambahkan dalam proses.

Dari ketiga proses diatas dipilih proses Hidrolisa Propylene Oxide tanpa katalis, dengan pertimbangan sebagai berikut :

1) Peralatan proses yang digunakan lebih mudah.
2) Konversi yang diperoleh besar 90 %
3) Reaksi tidak menggunakan katalis sehingga tidak bersifat korosif dan lebih mudah dalam pemurnian.
4) Proses pembuatannya sederhana dibanding dengan proses yang lain.

Pabrik Propylene Glycol dari Propylene Oxide dan air dilaksanakan dengan 3 tahap yaitu unit penyiapan bahan baku, unit reaksi dan unit finishing.



A) Unit Penyiapan Bahan Baku

1) Propylene Oxide sebanyak 20.000 ton/tahun yang berasal dari tangki Propylene Oxide dengan pompa 03 dimasukkan ke mixer dengan tekanan 1 atm dan suhu 32 ^{o}C.
2) Penyiapan H_2O sebanyak 29.000 ton/tahun yang berasal dari unit utilitas, dengan pompa 02 dialirkan ke mixer dengan tekanan 1 atm dan suhu 32 ^{o}C.
3) Bahan dari arus recycle yang berasal dari pemekatan di evaporator dialirkan dengan menggunakan pompa 05, dimasukkan ke mixer dengan waktu bersamaan dengan pemasukan bahan baku air dan Propylene Oxide.

4) Didalam mixer hanya terjadi pencampuran dan pengadukan bahan Propylene Oxide dan Air agar diperoleh campuran yang homogen.

B) Unit Reaksi

Semua bahan baku dari tangki Propylene Oxide dan H_2O dari unit utilitas maupun dari recycle direaksikan dengan menggunakan satu reaktor alir pipa. Reaksi ini berlangsung *non isothermal adiabatis* dengan suhu masuk 179 ^oC dan tekanan 29,1 atm. Suhu sebelum masuk reaktor dinaikkan dengan menggunakan *heat exchanger 01* sedangkan tekanan dinaikkan dengan menggunakan pompa 04.

Reaksi yang terjadi dalam Reaktor Alir Pipa (RAP) pada proses pembuatan Propylene Glycol dan DiPropylene Glycol melalui tahapan sebagai berikut :

$$C_3H_6O + H_2O \longrightarrow C_3H_8O_2 \text{ (Propylene Glycol)}$$

$$C_3H_8O_2 + C_3H_6O \longrightarrow C_6H_{14}O_3 \text{ (DiPropylene Glycol)}$$

Merupakan reaksi order 1 dengan perbandingan umpan mole C_3H_6O (Propylene Oxide) dan air adalah 1 : 20.

Penggunaan Reaktor Alir Pipa (RAP) lebih baik dibandingkan RATB. Reaksi yang terjadi adalah *eksothermis*

Pemilihan menggunakan RAP dari pada RATB dengan alasan sebagai berikut :

1) Konversi yang terjadi dalam reaktor besar yaitu 90 % untuk Propylene Glycol dan 10 % untuk diPropylene Glycol sehingga hasil samping yang berupa diPropylene Glycol sedikit.

2) Tidak memerlukan alat cooling untuk mengatur suhu dalam reaktor karena kenaikan suhu kecil.

Dari literature diperoleh, persamaan kecepatan reaksinya :

$-r_A = k\, C_A$

dimana :

k = konstanta kecepatan reaksi ; $k = A \,.\, \exp^{-E/RT}$

E = 120 kj/mol

k = 0,218 / menit pada suhu 200 ° C

C) Unit Finishing.

Keluar dari reaktor alir pipa, cairan dialirkan ke evaporator, yang sebelumnya tekananannya diturunkan lebih dahulu dengan menggunakan *expander valve* menjadi 1 atm dan tekanan diturunkan dengan menggunakan cooler 01 sehingga suhunya menjadi 100 °C.

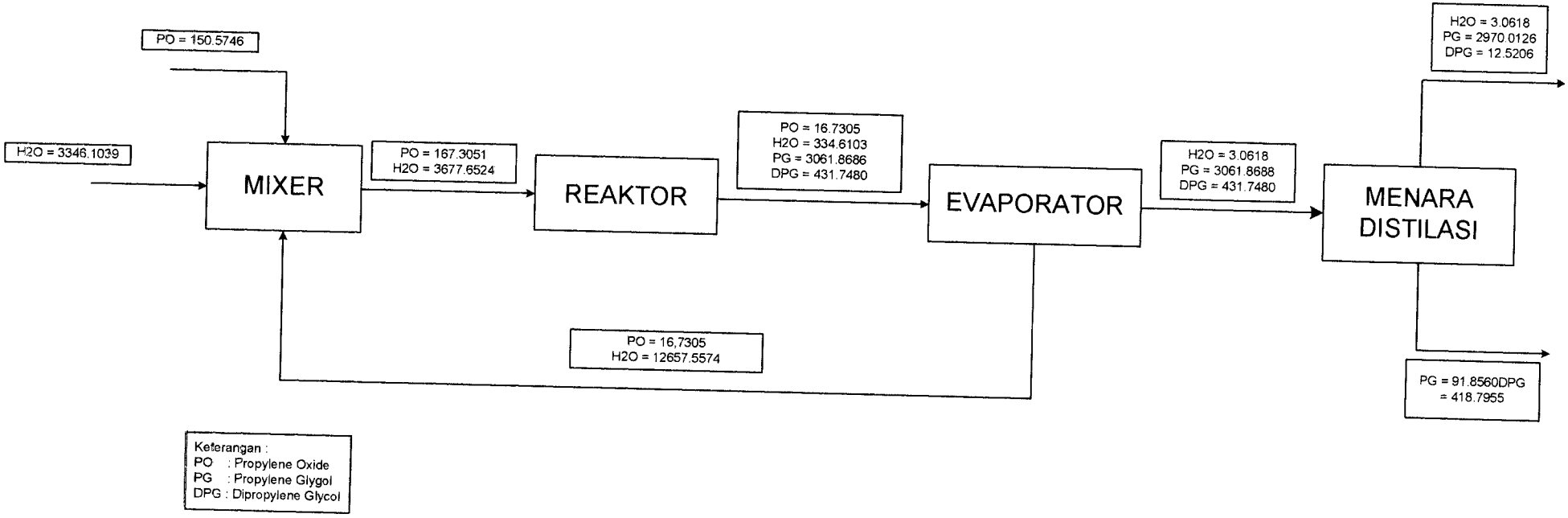
Di evaporator dilakukan pemekatan dengan cara memisahkan air dan Propylene Oxide. Evaporator yang digunakan adalah jenis *single Effect Evaporator* dengan hasil bawah yang akan dialirkan ke menara distilasi untuk dilakukan pemisahan dan hasil atas digunakan sebagai recycle mixer. Hasil bawah evaporator dengan suhu 100 °C dan tekanan 1,1 atm dialirkan dengan pompa 06 ke menara distilasi yang sebelumnya dimasukkan ke *heat exchanger 02* untuk mendapatkan suhu 191,8 °C yang diinginkan sebagai umpan dalam *Menara Distilasi.*

Hasil atas menara distilasi yang merupakan produk Propylene Glycol dengan kemurnian 97 % dengan suhu 95 °C kemudian diturunkan suhunya dengan *cooler 02* hingga suhunya 40 °C sesuai dengan suhu penyimpanan dan dialirkan ke tangki penyimpanan (T – 02). Sedangkan hasil bawah menara distilasi adalah diPropylene Glycol dengan suhu 230 °C yang merupakan hasil samping diturunkan suhunya sampai 40°C dengan menggunakan *cooler 03* kemudian dialirkan ke tangki penyimpanan (T – 03).

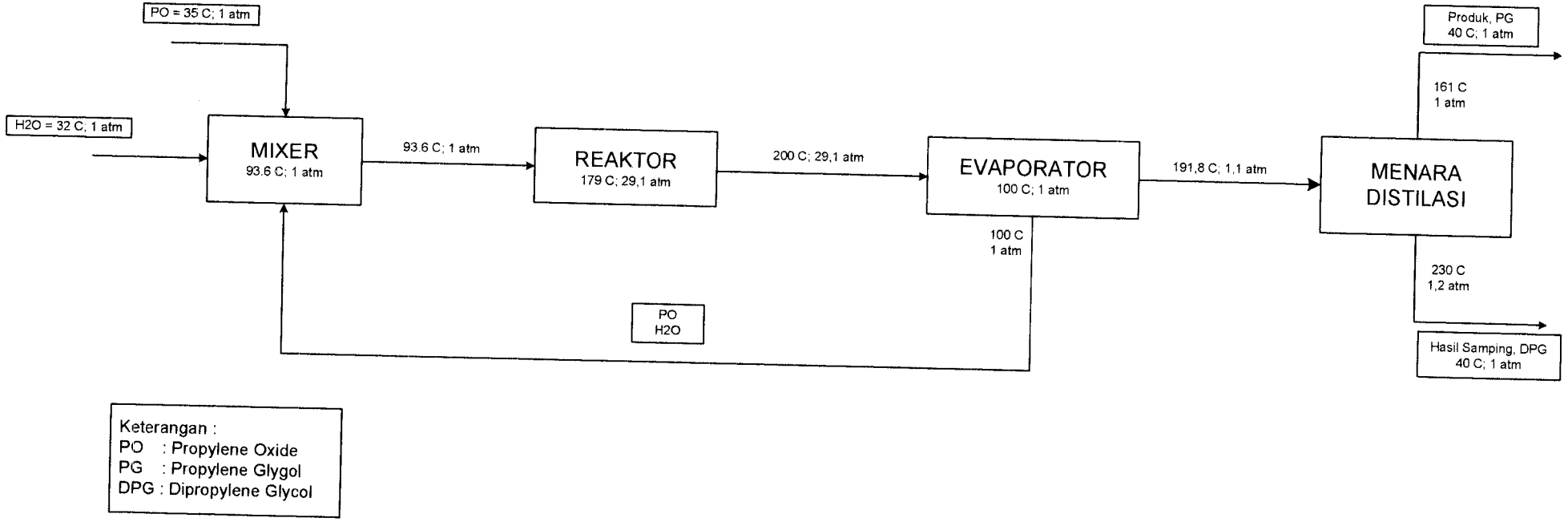
Jadi dengan umpan bahan baku Propylene Oxide sebanyak 20.000 ton/tahun dan air sebanyak 29.000 ton/tahun maka pabrik ini direncanakan beroperasi pada kapasitas 25.000 ton/tahun.

3.2. Metode Perancangan

Metode perancangan pabrik Propylene Glycol ini dengan kapasitas 25.000 ton/tahun disetting atas dasar variabel utama yaitu : neraca massa, neraca panas, dan spesifikasi alat.



Gambar 3.1. Diagram Alir Kuantitatif Pabrik Propylene Glycol dengan Kapasitas 25.000 ton tahun



Gambar 3.2. Diagram Alir Kualitatif Pabrik Propylene Glycol dengan Kapasitas 25.000 ton/tahun

3.2.1. Neraca massa overall

Tabel 3.2.1. Neraca Massa Overal

Umpan Masuk			Umpan Keluar	
Komponen		Kg/jam	Komponen	Kg/jam
1	Propylene Oxide	150,5746	Propylene Glycol	3061,8686
2	Air	3346,1039	DiPropylene Glycol	431,7480
			Air	3,0618
	Jumlah	3496,6785	Jumlah	3496,6785

3.2.2. Neraca Massa Pada Tiap Alat

Tabel 3.2.2. (a) Neraca Massa pada Mixer

No.	Komponen Masuk	Kg/jam	Komponen Keluar	Kg/jam
1.	Umpan : Propylene Oxide Air	 150,5746 3346,1039	Propylene Oxide	167,3051
2.	Recycle : Propylene Oxide Air	 16,73051 331,5485	Air	3677,6524
	Jumlah	3844,9576		3844,9576

Tabel 3.2.2 (b) Neraca Massa pada Reaktor

No.	Komponen	Masuk (Kg/jam)	Keluar (Kg/jam)
1.	Air	3677,6524	334,6103
2.	Propylene Oxide	167,3051	16,7305
3.	Propylene Glycol	-	3061,8686
4.	DiPropylene Glycol	-	431,7480
	Jumlah	3844,9576	3844,9576

Tabel 3.2.2. (c) Neraca Massa pada Evaporator

No.	Komponen	Masuk (Kg/jam)	Keluar (Kg/jam)
1	Air	334,6103	atas : 331,5485
			bawah : 3,0618
2	Propylene Oxide	213,6349	atas : 16,7305
3	Propylene Glycol	2522,7272	bawah : 3061,8686
4	DiPropylene Glycol	493,5756	bawah : 431,7480
	Jumlah	3844,9576	3844,9576

Tabel 3.2.2. (e) Neraca Massa pada Menara Distilasi

No.	Komponen	Masuk (Kg/jam)	Keluar (Kg/jam)
1.	Air	3,0618	Atas : 3,0618
2.	Propylene Glycol	3061,8686	atas : 2970,0126
			bawah : 91,8560
3	DiPropylene Glycol	431,7480	bawah : 418,7955
			atas : 12,5206
	Jumlah	3496,6785	3496,6785

3.2.3 Neraca Panas Pada Tiap Alat

Setting neraca panas pada pabrik Propylene Glycol dengan kapasitas produksi 25.000 ton/tahun disajikan dalam Tabel berikut :

Tabel 3.2.3. (a) Neraca Panas Mixer

Umpan Masuk		Umpan Keluar	
Komponen	(Kkal/jam)	Komponen	(Kkal/jam)
Propylene Oxide	15500,5363	Propylene Oxide	6041,6385
Air	5543,8010	Air	383577,2482
Recycle :			
Propylene Oxide	603,7450455		
Air	367970,8004		
Jumlah	110455,8205	Jumlah	110455,8205

Tabel 3.2.3 (b) Neraca Panas Reaktor

Umpan Masuk		Umpan Keluar	
Masuk	Kkal/jam	Keluar	Kkal/jam
Propylene Oxide	74481,0675	Propylene Oxide	8162,5475
Air	1017408,2750	Air	1098024,1471
	1301094,8383	Propylene Glycol	165279,9003
		DiPropylene Glycol	29628,2428
Panas Reaksi	409750,3131	Panas Keluar	200554,8162
Jumlah	1501649,6540	Jumlah	1501649,6540

Tabel 3.2.3 (c) Neraca Panas Evaporator

Umpan Masuk		Umpan Keluar	
Komponen	Kkal/jam	Keluar	Kkal/jam
Air	398959,3933	Air	atas : 191500,5088
			bawah : 207458,8845
Propylene Oxide	4909,284	Propylene Oxide	atas : 4909,2843
Propylene Glycol	72209,4357	Propylene Glycol	bawah : 72209,4357
DiPropylene Glycol	16863,1738	DiPropylene Glycol	bawah : 16863,1738
Panas Steam	24475,8618	Panas Vapour	54812.8718
Jumlah	691373,5901	Jumlah	691373,5901

Tabel 3.2.3 (e) Neraca Panas Menara Distilasi

Masuk	Kkal/jam	Keluar	Kkal/jam
Air	804,8050	Air	782,0787
Propylene Glycol	589957,2482	Propylene Glycol	544737,8192
DiPropylene Glycol	113163,5205	DiPropylene Glycol	1080,0136
Panas Kondensor	786018,513	Propylene Glycol	7343,4351
		DiPropylene Glycol	153768,5509
		Panas Reboiler	782172,1893
Jumlah	1489944,0873	Jumlah	1489944,0873

3.3 Spesifikasi alat proses

Agar memperoleh kualitas produk yang baik dan memenuhi standar yang telah ditetapkan oleh perusahaan maka keadaan dan kondisi peralatan pada proses harus diperhatikan meliputi :

1) Tangki Penyimpanan Propylene Oxide (T – 01)

Fungsi : Menyimpan Propylene Oxide untuk 10 hari sebanyak 150,5746 Kg/jam

Type : Silinder Vertikal, thorisperical dishead

Kondisi Operasi : 35 °C, 1 atm

Dimensi : Diameter = 6,05 m

Tinggi = 4,33 m

Tebal Shell = 0,1875 in

Tebal Head = 0,46 in

Bahan : Carbon Stell SA – 285 Grade C

Volume : 144,2373 m^3

Jumlah : 1

Harga : $ 60907.2622

2) Tangki Penyimpanan Propylene Glycol (T -02)

Fungsi : Menyimpan produk Propylene Glycol untuk 10 hari sebanyak 2970,0126 Kg/jam

Type : Silinder Vertikal, thorisperical dishead

Kondisi : 40 °C, 1 atm

Dimensi : Diameter = 11,34 m

Tinggi = 7,56 m

Tebal Shell = 0,1875 in

Tebal Head = 0,46 in

Bahan : Carbon Stell SA 285 Grade C

Volume : 764,3536 m^3

Jumlah : 1

Harga : $ 276088.2646

3) Tangki Penyimpanan DiPropylene Glycol (T -03)

Fungsi : Menyimpan hasil samping diPropylene Glycol untuk 10 hari sebanyak 418,7955 Kg/jam

Type : Silinder Vertical, thorisperical dishead

Kondisi : 40 °C, 1 atm

Dimensi : Diameter = 6,61 m

Tinggi = 4,41 m

Tebal Shell = 0,1875 in

Tebal Head = 0,288 in

Bahan : Carbon Stell SA-285 Grade C

Volume : 151,8253 m^3

Jumlah : 1

Harga : $ 104683.4242

4) Mixer (M - 01)

Fungsi : Mencampur Propylene Oxide, air dan recycle dengan waktu tinggal 10 menit dan sebanyak 3844,9576 Kg/jam

Type : Tangki silinder vertical dengan head dan bottom berbentuk torispherical dishead

Pengaduk : Marine Propeller 3 blades

Kecepatan = 2,38 rps

Diameter impeller = 0,31 m

Jumlah Baffle = 4

Lebar Baffle = 0,031 m

Power Pengaduk = 0,5 HP

Power Motor = 0,65 HP

Kondisi : 93,8 °C, 1 atm

Dimensi : Diameter = 0,95 m

Tinggi = 1,11 m

Tebal Shell = 0,027 in

Tebal Head = 0,054 in

Tebal Bottom = 0,1875 in

Bahan : Carbon Stell SA – 285 Grade C

Volume : 0,95 m^3

Jumlah : 1

Harga : $ 4853.6541

5) Reaktor (R – 01)

Fungsi : Mereaksikan Propylene Oxide dengan air untuk menghasilkan Propylene Glycol dengan kecepatan umpan 3844,9576 kg/jam

Type : Reaktor Alir Pipa, silider horizontal dengan bentuk elliptical dishead

Kondisi : 140 - 200 °C, 29,1 atm

Dimensi : Diameter = 2,6 m

Panjang = 11,49 m

Tebal Shell = 2,3 in

Tebal Head = 2,24 in

Bahan : Carbon Steel SA – 285 Grade C

Volume : 110,49 m^3

Tebal Isolator : 0,065 m

Jumlah : 1

Harga : $ 207122.9768

6) Evaporator

Fungsi : Memekatkan produk Propylene Glycol dengan kecepatan umpan 3844,9576 kg/jam

Type : *single Effect Evaporator, Vertical Long Tube Evaporator*

Kondisi : Umpan = 100 °C, 1 atm

Atas = 98,56 °C, 0,95 atm

Bawah = 104,2 °C, 1,05 atm

Dimensi : Diameter = 0,729 m

Tinggi = 1,45 m

Nt = 15

Tebal Shell = 0,1466 in

Tebal Head = 0,1441 in

Bahan : Carbon Stell SA- 285 Grade C

Ud (Design Coefficient) : 318,8231 BTU/jam ft^2 F

Rd (Dirt Factor) : 0,00214 jam ft^2 F/BTU

Volume : 2,4389 m^3

Jumlah : 1

Harga : $ 58295.38702

7) Menara Distilasi (MD – 01)

Fungsi	: Memisahkan campuran Propylene Glycol, diPropylene Glycol dan air berdasarkan perbedaan titik didih.	
Type	: *Sieve Tray Distilation*	
Kondisi	: Umpan	= 191.86 °C, 1,1 atm
	Atas	= 235.05 °C, 1 atm
	Bawah	= 230 °C, 1.2 atm
Dimensi	: Diameter	= 0,67 m
	Tinggi	= 2.0116 m
	Tebal Shell	= 0,1256 in
	Tebal Head	= 0,1488 in
	Jumlah Plate Actual	= 5
	Letak umpan masuk	= plate ke-2
	Luas Area Lubang	= 0,000005733 m^2
	Jumlah Lubang	= 3627
	Tray Spacing	= 0,45 m
Bahan	: Carbon Stell SA- 285 Grade C	
Jumlah	: 1	
Harga	: $ 24640.38554	

8) Reboiler (RB – 01)

Fungsi : Menguapkan hasil bawah MD – 01 sebanyak 398,3971 kg/jam dengan menggunakan steam

Type : *Shell & Tube Kettle Rebolier*

Spesifikasi Shell : Fluida Dingin

- ID (Inside Diameter) = 12 in
- Baffle = 5 in
- Pass = 1

Spesifikasi Tube : Fluida Panas

- ID (Inside Diameter) = 0,62 in
- OD (Outside Diameter) = 0,75 in
- BWG (Bermingham Wag) = 16
- Pitch = 1 in *triangular pitch*
- Pass = 2
- Panjang Pipa = 14 ft
- Jumlah Pipa = 115

Bahan : Carbon Stell SA- 285 Grade C

Jumlah : 1

Harga : $ 5555.321591

9) Condensor (CD – 01)

Fungsi : Mengembunkan hasil atas evaporator sebanyak 348,2790 kg/jam dengan air

Type : *Shell & Tube*

Spesifikasi Shell : Fluida Dingin

- ID (Inside Diameter) = 12 in
- Baffle = 10 in
- Pass = 2

Spesifikasi Tube : Fluida Panas

- ID (Inside Diameter) = 0,62 in
- OD (Outside Diameter) = 0,75 in
- BWG (Bermingham Wag) = 16
- Pitch = 1 in *triangular pitch*
- Panjang Pipa = 10 ft
- Jumlah Pipa = 58
- Pass = 1

Bahan : Carbon Stell SA- 285 Grade C

Jumlah : 1

Harga : $ 9948.75208

10) Condensor (CD – 02)

Fungsi : Mengembunkan hasil atas MD - 01 sebanyak 2985.5951 kg/jam dengan air

Type : *Shell & Tube*

Spesifikasi Shell : Fluida Dingin

- ID (Inside Diameter) = 10 in
- Baffle = 12 in
- Pass = 1

Spesifikasi Tube : Fluida Panas

- ID (Inside Diameter) = 0,62 in
- OD (Outside Diameter) = 0,75 in
- BWG (Bermingham Wag) = 16
- Pitch = 1 in *triangular pitch*
- Panjang Pipa = 10 ft
- Jumlah Pipa = 163
- Pass = 1

Bahan : Carbon Stell SA- 285 Grade C

Jumlah : 1

Harga : $ 10426.36805

11) Accumulator (ACC – 01)

Fungsi : Menampung sementara cairan yang keluar dari kondensor – 02 sebanyak 2985.5951 kg/jam

Type : Tangki silinder horizontal dengan *Elliptical Dished Head*

Waktu Tinggal : 15 menit

Dimensi : Diameter = 0,81 m

Panjang = 1,62 m

Tebal Shell = 0,023 in

Tebal Head = 0,020 in

Bahan : Carbon Stell SA- 285 Grade C

Jumlah : 1

Harga : $ 10426.36805

12) Heat Exchanger (HE – 01)

Fungsi : Menaikkan suhu keluaran mixer dengan campuran keluaran reaktor sebanyak 3844,9576 kg/jam dari suhu 93.6 °C menjadi 179 °C

Type : *Shell & Tube*

Spesifikasi Shell : Fluida Panas

- ID (Inside Diameter) = 39 in
- Baffle = 5 in
- Pass = 1

Spesifikasi Tube : Fluida Dingin

- ID (Inside Diameter) = 0,62 in
- OD (Outside Diameter) = 0,75 in
- BWG (Bermingham Wag) = 16
- Pitch = 1 in *triangular pitch*
- Panjang pipa = 16 ft

- Jumlah Pipa = 1128
- Pass = 4

Bahan : Carbon Stell SA- 285 Grade C

Jumlah : 1

Harga : $ 8496.653889

13) Heat Exchanger (HE – 02)

Fungsi : Menaikkan suhu keluaran evaporator dengan steam sebanyak 348,2790 kg/jam dari suhu 100 °C menjadi 191,8 °C

Type : *Shell & tube*

Ukuran : 2 x 1 ¼ in

Fluida Panas : Annulus

- ID (Inside Diameter) = 2,067 in
- Kebutuhan Steam = 238,5822 kg/jam

Fluida Dingin : Inner Pipe

- ID (Inside Diameter) = 1,38 in
- Panjang pipa = 12 ft

Bahan : Carbon Stell SA- 285 Grade C

Jumlah : 6

Harga : $ 8496.653889

14) Cooler (CL – 01)

Fungsi : Menurunkan suhu keluaran Reaktor ke evaporator sebanyak 3844,9576 kg/jam dari suhu 200 °C menjadi 100 °C

Type : *Double Pipe*

Ukuran : 2 x 1 ¼ in

Fluida Panas : Annulus

- ID (Inside Diameter) = 2,067 in
- Kebutuhan Steam = 3844,9576 kg/jam

Fluida Dingin : Inner Pipe

- ID (Inside Diameter) = 1.38 in
- Panjang pipa = 20 ft

Bahan : Carbon Stell SA- 285 Grade C

Jumlah : 3

Harga : $ 8244.84632

15) Cooler (CL – 03)

Fungsi : Menurunkan suhu keluaran condenser – 02 ke tangki penyimpanan sebanyak 2985,5951 kg/jam dari suhu 95.22 °C menjadi 40 °C

Type : *Double Pipe*

Ukuran : 2 x 1 ¼ in

Fluida Panas : Annulus

- ID (Inside Diameter) = 2,067 in
- Kebutuhan Steam = 2985,5951 kg/jam

Fluida Dingin : Inner Pipe

- ID (Inside Diameter) = 1,38 in
- Panjang pipa = 20 ft

Bahan : Carbon Stell SA- 285 Grade C

Jumlah : 3

Harga : $ 8375.6554

16) Cooler (CL – 03)

Fungsi : Menurunkan suhu keluaran reboiler - 04 ke tangki penyimpanan sebanyak 510,6516 kg/jam dari suhu 230 °C menjadi 40 °C

Type : *Double Pipe*

Ukuran : 2 x 1 ¼ in

Fluida Panas : Annulus

- ID (Inside Diameter) = 2,067 in
- Kebutuhan Steam = 510,6516 kg/jam

Fluida Dingin : Inner Pipe

- ID (Inside Diameter) = 1,38 in
- Panjang pipa = 20 ft

Bahan : Carbon Stell SA- 285 Grade C

Jumlah : 1

Harga : $ 3647.294926

17) Expander Valve (EXV)

Fungsi : Menurunkan tekanan cairan yang mengalir dari reaktor ke Evaporator dari 29,1 atm menjadi 1 atm

Pipa standart dengan spesifikasi :

ID (Inside Diameter)	: 1,52 in
Nps (Nominal Pipe Size)	: 3 in
Sch N (Schedul Number)	: 40
OD (Outside Diameter)	: 3,5 in
A't (Flow Area)	: 0,05 ft^2
Panjang Elbow	: 3022,0341 ft
Gate valve	: ¼ open
Jumlah valve	: 92
Harga	: $ 2148.208711

18) Pompa (P – 01)

Fungsi : Mengalirkan bahan baku Propylene Oxide dari truk ke tangki penyimpanan sebanyak 4517,2403 kg/jam

Jenis	: *Centrifugal pump single stage*
Kecepatan Volume	: 23,8147 gpm
Kecepatan Linear	: 79, 9057 ft/dtk
Heat pompa	: 115,6300 ft
Tenaga pompa	: 2,0145 Hp
Tenaga motor	: 5 Hp

Jumlah	: 2
Harga	: $ 4462.661737

19) Pompa (P – 02)

Fungsi	: Mengalirkan bahan baku air dari unit utilitas ke mixer sebanyak 3346,109 kg/jam
Jenis	: *Centrifugal pump single stage*
Kecepatan Volume	: 14,7620 gpm
Kecepatan Linear	: 72,1099 ft/dtk
Heat pompa	: 91,2131 ft
Tenaga pompa	: 1,2546 Hp
Tenaga motor	: 2 Hp
Jumlah	: 2
Harga	: $ 3349.454439

20) Pompa (P – 03)

Fungsi	: Mengalirkan bahan baku Propylene Oxide dari tangki penyimpanan ke mixer sebanyak 150,5747 kg/jam
Jenis	: *Centrifugal pump single stage*
Kecepatan Volume	: 0.7938 gpm
Kecepatan Linear	: 0.0418 ft/dtk
Heat pompa	: 145445 ft
Tenaga pompa	: 0,0845 Hp

Tenaga motor : 0,75 Hp

Jumlah : 2

Harga : $ 579.8574717

21) Pompa (P – 04)

Fungsi : Mengalirkan hasil mixer dan menaikkan tekanan ke reaktor sebanyak 3844,9580 kg/jam

Jenis : *Centrifugal pump single stage*

Kecepatan Volume : 720558 gpm

Kecepatan Linear : 45,1108 ft/dtk

Heat pompa : 48,0291 ft

Tenaga pompa : 2,968 Hp

Tenaga motor : 5 Hp

Jumlah : 2

Harga : $ 2527.812768

22) Pompa (P – 05)

Fungsi : Mengalirkan keluaran recycle ke mixer sebanyak 348,2790 kg/jam

Jenis : *Centrifugal pump single stage*

Kecepatan Volume : 0,8365 gpm

Kecepatan Linear : 67,2990 ft/dtk

Heat pompa : 86,7083 ft

Tenaga pompa : 0,1166 Hp

Tenaga motor	: 0,2802 Hp
Jumlah	: 2
Harga	: $ 598.3651844

23) Pompa (P – 06)

Fungsi	: Mengalirkan keluaran Evaporator kemenara Distilasi sebanyak 3496,6789 kg/jam
Jenis	: *Centrifugal pump single stage*
Kecepatan Volume	: 7,7434 gpm
Kecepatan Linear	: 60,9892 ft/dtk
Heat pompa	: 74,2105 ft
Tenaga pompa	: 1,0008 Hp
Tenaga motor	: 2,4058 Hp
Jumlah	: 2
Harga	: $ 2274.2915

24) Pompa (P– 07)

Fungsi	: Mengalirkan produk dari akumulator ke MD dan ke tangki penyimpanan produk sebanyak 2985,5952 kg/jam
Jenis	: *Centrifugal pump single stage*
Kecepatan Volume	: 6,6116 gpm
Kecepatan Linear	: 52,0749 ft/dtk
Heat pompa	: 58,5472 ft

Tenaga pompa : 0,6742 Hp

Tenaga motor : 1,6206 Hp

Jumlah : 2

Harga : $ 2068.574928

25) Pompa (P – 08)

Fungsi : Mengalirkan produk dari Reboiler ke cooler sebanyak 510,6517 kg/jam

Jenis : *Centrifugal pump single stage*

Kecepatan Volume : 2,27.6 gpm

Kecepatan Linear : 68,7030 ft/dtk

Heat pompa : 89,7577 ft

Tenaga pompa : 0,1768 Hp

Tenaga motor : 0,4249 Hp

Jumlah : 2

Harga : $ 2068.574928

26) Pompa (P – 09)

Fungsi : Mengalirkan produk dari cooler tangki penyimpanan produk sebanyak 510,6517 kg/jam

Jenis : *Centrifugal pump single stage*

Kecepatan Volume : 2,2706 gpm

Kecepatan Linear : 68,7030 ft/dtk

Heat pompa : 98,7577 ft

Tenaga pompa : 0,1768 Hp

Tenaga motor : 0,4249 Hp

Jumlah : 2

Harga : $ 1089.356021

27) Pompa (P– 10)

Fungsi : Mengalirkan produk Propylene Glycol dari tangki penyimpanan ke truk pengangkut sebanyak 29855,9519 kg/jam

Jenis : *Centrifugal pump single stage*

Kecepatan Volume : 66,1162 gpm

Kecepatan Linear : 87,5046 ft/dtk

Heat pompa : 135,3999 ft

Tenaga pompa : 37,4787 Hp

Tenaga motor : 5 Hp

Jumlah : 2

Harga : $ 8235.145116

28) Pompa (P – 11)

Fungsi : Mengalirkan produk diPropylene Glycol dari Tangki penyimpanan ke truk sebanyak 5106,517 kg/jam

Jenis : *Centrifugal pump single stage*

Kecepatan Volume : 22,7058 gpm

Kecepatan Linear : 76,1852 ft/dtk

Heat pompa	: 106,6051 ft
Tenaga pompa	: 2,0996 Hp
Tenaga motor	: 5,0471 Hp
Jumlah	: 2
Harga	: $ 4336.804433

BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

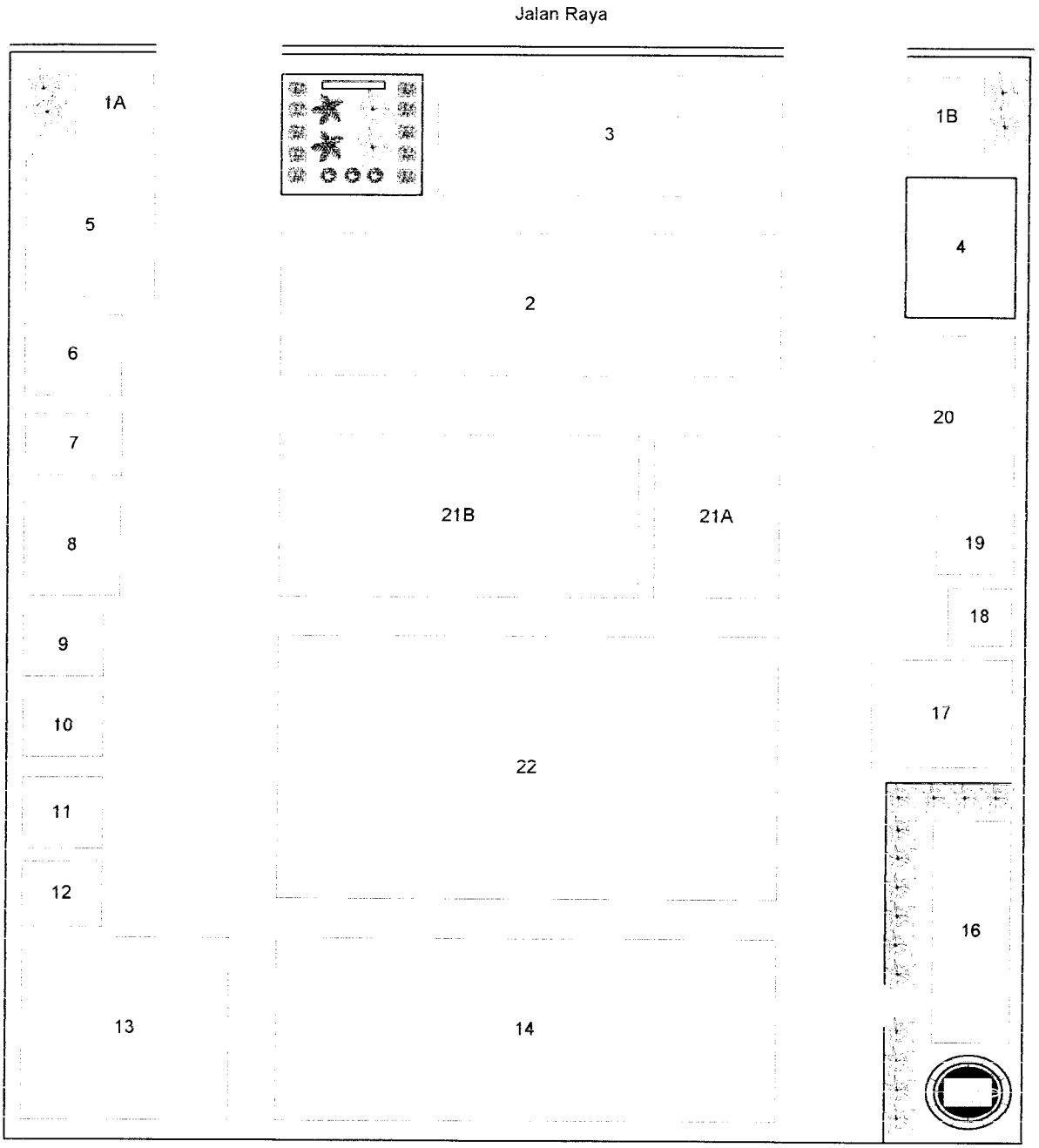
Untuk memperoleh kualitas produk yang sesuai dengan target perancangan, maka perlu diperhatikan masalah tata letak pabrik, tata ruang pabrik dan utilitas, karena faktor-faktor tersebut dapat mempengaruhi tingkat efisiensi biaya produksi yang akan dikeluarkan .

4.1 Lokasi dan Tata Letak Pabrik

Lokasi dan Tata letak pabrik merupakan suatu pengaturan yang optimal dari fasilitas dalam pabrik. Lokasi dan Tata letak yang tepat sangat penting dalam mendapatkan efisiensi, keselamatan dan kelancaran dari para pekerja serta kelancaran proses.

4.1.1 Lokasi Dan Layout Pabrik

Pabrik Propylene Glycol ini direncanakan akan didirikan di Cilacap, Jawa Tengah. Karena kota Cilacap telah ditetapkan Pemerintah sebagai daerah kawasan industri dan pariwisata. *Gambar layout pabrik Propylene Glycol dengan kapasitas 25.000 ton/tahun disajikan pada Gambar 4.1.*



Keterangan :

Skala 1 : 1000

1A. Pos Keamanan
1B. Kantor Keamanan
2. Kantor Pusat Perusahaan
3. Area Parkir
4. Ruang Serba Guna
5. Mesjid
6. Koperasi
7. Klinik
8. Kantin
9. Pemadam Kebakaran
10. Gudang
11. Bengkel
12. Kontrol Utilitas
13. Utilitas
14. Area Perluasan
15. Sport Center
16. Mesh
17. Quality Control (Laboratorium)
18. Gudang Bahan Kimia
19. Kontrol Proses
20. Kantor Produksi
21A. Penyimpanan Bahan Baku
21B. Penyimpanan Produk
22. Area Proses

Gambar 4.1 LAY OUT PABRIK PROPYLENE GLYCOL

KAPASITAS 25.000 TON/TAHUN

4.1.2 Pemilihan Lokasi Pabrik

Lokasi pabrik merupakan salah satu faktor yang paling penting dalam pendirian suatu pabrik untuk kelangsungan operasi pabrik. Banyak pertimbangan yang menjadi dasar dalam menentukan lokasi pabrik, antara lain : letak pabrik dengan sumber bahan baku, letak pabrik dengan pasar penunjang, transportasi, tenaga kerja, kondisi sosial dan kemungkinan pengembangan di masa mendatang.

Penentuan lokasi suatu pabrik, sangat mempengaruhi kegiatan pabrik, baik menyangkut produksi maupun distribusi produk. Lokasi pabrik biasanya ditetapkan atas dasar orientasi pasar, karena hal ini bersifat ekonomis. Lokasi pabrik harus memperthitungkan biaya produksi distribusi yang minimum.
Berdasarkan faktor-faktor diatas maka pendirian pabrik Propylene Glycol berlokasi di Cilacap, Jawa Tengah.

Faktor-faktor yang harus diperhatikan pada saat memilih lokasi pabrik antara lain sebagai berikut :

A). Faktor Primer

Faktor utama ini mempengaruhi secara langsung tujuan utama pabrik yang meliputi produksi dan distribusi produk. Faktor-faktor utama meliputi :

1) Ketersediaan Bahan Baku.

Bahan baku merupakan kebutuhan utama bagi kelangsungan produksi suatu pabrik sehingga penyediaan bahan baku sangat diprioritaskan. Bahan baku yang digunakan untuk membuat Propylene Glycol adalah Propylene Oxide. Cilacap yang merupakan kawasan industri dimana

terdapat pengilangan minyak Pertamina di Cilacap yang menghasilkan propylene. Diharapkan suatu saat nanti pabrik Propylene Oxide didirikan di Cilacap sehingga akan menguntungkan bagi pabrik Propylene Glycol karena antara tempat produksi dan lokasi keduanya dekat sehingga biayanya lebih murah.

2) Daerah Pemasaran.

Pabrik Propylene Glycol terutama ditujukan untuk memenuhi kebutuhan Industri Kimia dalam negeri. Cilacap adalah kawasan industri dan dekat dengan pelabuhan sehingga untuk pemasaran kedalam maupun keluar pulau Jawa atau kemungkinan ekspor akan sangat mudah.

3) Sarana Transportasi.

Untuk mempermudah dan memperlancar distribusi bahan baku dan produk serta lalulintas kedalam dan keluar pabrik perlu didukung sarana jalan dan tansportasi kendaraan yang yang baik. Cilacap memiliki sarana transportasi dan jalan yang sangat memadai.

4) Tenaga Kerja.

Cilacap merupakan daerah kawasan industri di Pulau Jawa dimana letaknya masih dekat dengan kota-kota pendidikan seperti Yogyakarta, Solo, Jakarta dan Bandung serta Semarang sehingga banyak terdapat putra daerah yang berpotensi dan tenaga kerja yang berkualitas,. Sehingga masalah penyediaan tenaga kerja baik tenaga kasar, tenaga menengah maupun tenaga ahli dapat terpenuhi.

5) Ketersediaan Energi dan Air

Ketersediaan sumber energi dan air sangat dibutuhan untuk mendukung jalannya poses dalam pabrik. Sumber energi dan air hendaknya dapat dengan mudah didapat. Untuk kebutuhan sarana penunjang seperti listrik dapat dipenuhi dengan adanya jaringan PLN, sedang untuk kebutuhan air dapat diperoleh dari sungai terdekat dan sumur bur.

B) Faktor Sekunder

Faktor-faktor sekunder yang perlu diperhatikan dalam pendirian pabrik ini adalah :

1) Karakteristik Lokasi.

Masyarakat didaerah sekitar lokasi sudah terbiasa dengan adanya industri sehingga pendirian pabrik Propylene Glycol ini tidak menimbulkan masalah. Harga tanah dan bangunan tidak terlalu mahal. Hal ini dapat menunjang kelancaran operasi pabrik.

2) Pembuangan Limbah.

Limbah Propylene Glycol ini sebagian besar berupa air yang tidak membahayakan lingkungan sehingga tidak memerlukan pengolahan air limbah yang rumit

3) Iklim.

Hubungan iklim dengan pabrik adalah kondisi tanah terhadap konstruksi pabrik. Cilacap merupakan lokasi yang jarang terkena

gempa, banjir dan badai disamping mempunyai kelembaban dan suhu lingkungan yang sesuai.

4.2. Tata Letak Peralatan Proses

Tata letak peralatan proses merupakan tempat kedudukan alat-alat yang digunakan dalam proses produksi Pengaturan tata letak bangunan pada pabrik merupakan bagian yang penting dalam proses pendirian pabrik, bagian-bagian pabrik yang meliputi tempat peralatan proses, tempat penyimpanan bahan, tempat kerja karyawan dan perumahan perlu penempatan yang efisien sehingga dapat dicapai optimal dalam bekerja.

Letak peralatan proses diusahakan berurutan sesuai dengan prosesnya agar lebih efisien, selain itu harus dipertimbangkan pada faktor-faktor berikut :

1) Keamanan.

   Letak dari alat-alat proses harus sebaik mungkin agar apabila terjadi kebakaran tidak ada yang terperangkap didalamnya. Selain itu alat-alat pabrik mudah dijangkau oleh kendaraan dan alat pemadam kebakaran, terutama alat-alat yang beresiko tinggi/berbahaya.

2) Aliran Bahan Baku dan Produk.

   Kelancaran produksi serta keuntungan ekonomis yang besar dapat dicapai dengan adanya aliran bahan baku yang tetap. Hal lainnya yang harus mendapat perhatian adalah elevasi pipa. Untuk pipa diatas tanah perlu dipasang pada ketinggian 3 meter atau lebih, sedangkan untuk

pemipaan pada permukaan tanah diatur sedemikian rupa sehingga lalu lintas pekerja tidak terganggu oleh hal tersebut.

3) Aliran Udara.

Aliran udara di sekitar area proses perlu diperhatikan untuk menghindari terjadinya stagnasi udara pada satu tempat yang dapat menyebabkan akumulasi bahan kimia yang berbahaya yang dapat membahayakan keselamatan kerja.

4) Cahaya.

Penerangan seluruh pabrik harus memadai dan pada tempat-tempat proses yang berbahaya yang berakibat membahayakan keselamatan

5) Lalu Lintas Alat Berat.

Hendaknya diperhatikan jarak antar alat dan lebar jalan, agar seluruh alat proses dapat dicapai oleh pekerja dengan cepat dan mudah supaya jika terjadi gangguan alat proses dapat segera diperbaiki. Selain itu keselamatan pekerja selama tugas harus menjadi prioritas.

6) Pertimbangan Ekonomi.

Dalam perancangan alat-alat proses perlu diusahakan agar dapat menelan biaya operasi dan menjamin kelancaran dan keamanan produksi pabrik yang akhirnya akan memberi keuntungan dari segi ekonomi.

7) Jarak Antar Proses.

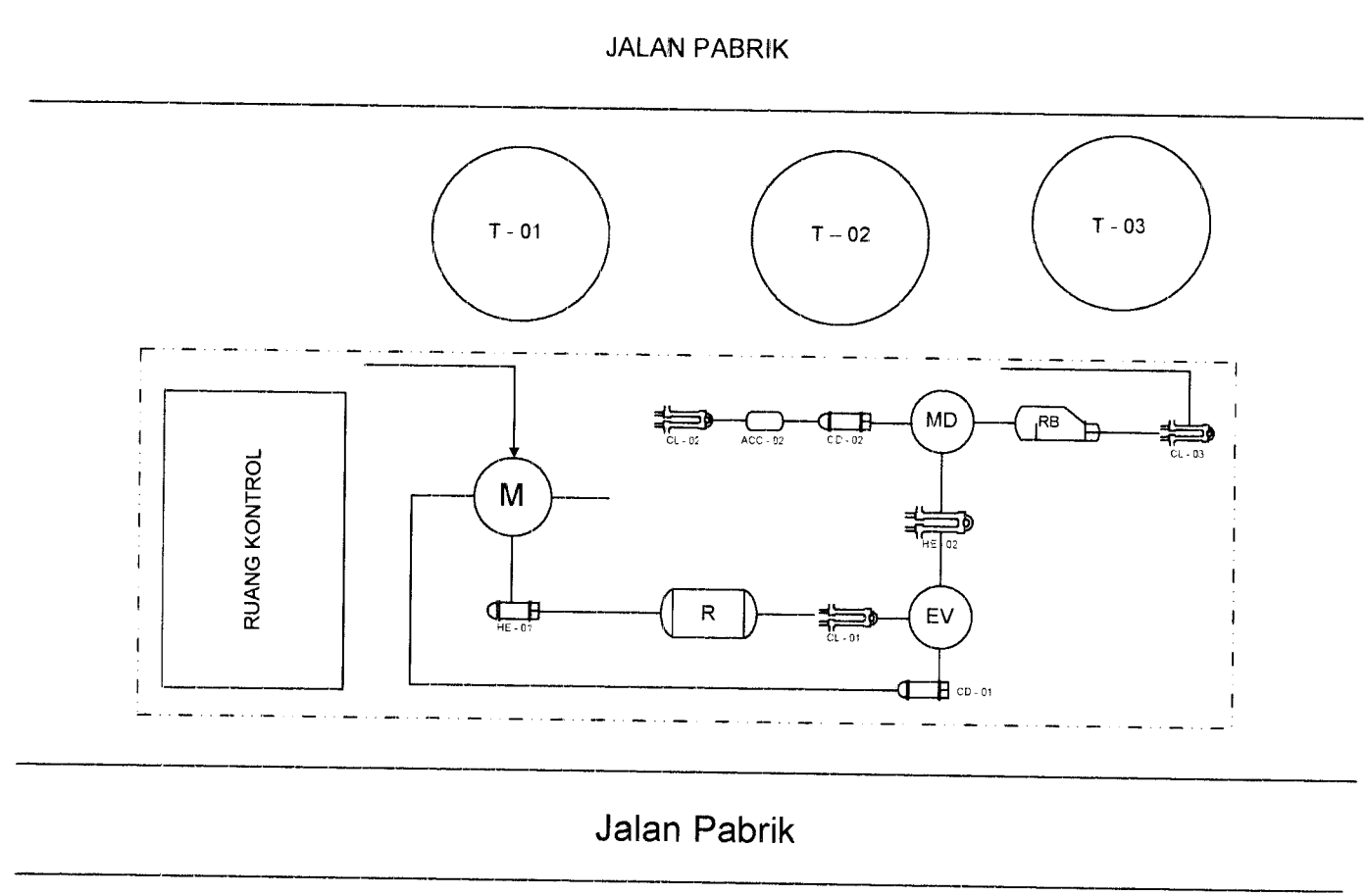
Untuk alat proses dengan tekanan dan temperatur operasi tinggi sebaiknya dipisahkan dari alat proses lainnya.

Selain hal diatas, kebutuhan lahan untuk perluasan pabrik seharusnya telah diantisipasi sebelumnya. Perluasan pabrik dapat berarti penambahan kapasitas maupun pembangunan pabrik lain yang merupakan *upstream* maupun *downstream* dari pabrik sebelumnya. Atau bahkan kemungkinan *upgrade* peralatan proses utama. Dengan demikian produksi dapat berlangsung terus menerus dan berkesinambungan.

Gambar tata letak peralatan proses disajikan pada Gambar 4.2.

Keterangan

T-01 = Tangki Propylene Oxide
T-02 = Tangki Propylene Glycol
T-03 = Tangki Dipropylene Glycol
M = Tangki Mixer
HE-01 = Heat Exchanger – 01
HE-01 = Heat Exchanger – 02
R = Reaktor Alir Pipa
EV = Evaporator
ACC-01 = Accumulator -01
MD = Menara Detilasi
CD-01 = Condenser -01
CD-01 = Condenser -02
RB = Reboiler
CL-01 = Cooler -01
CL-01 = Cooler -02
CL-01 = Cooler -03



Gambar 4.2 Lay Out Peralatan Proses Pabrik Propylene Glycol dengan Kapasitas 25.000 ton/tahun

4.2.1 Maintenance

Maintenance berguna untuk menjaga sarana atau faslitas peralatan pabrik dengan cara pemeliharaan dan perbaikan alat agar produksi dapat berjalan dengan lancar dan produktifitas menjadi tinggi sehingga akan tercapai target produksi dan spesifiksi 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 sedimikian 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 dilihat dari penjadwalan yang dilakukan pada tiap-tiap alat. Perawatan tiap-tiap alat meliputi :

a) Over head 1 x 1 tahun

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

b) Repairing

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

Faktor-faktor yang mempengaruhi maintenance :

- Umur Alat

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

- Bahan Baku

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

- Tenaga Manusia

  Pemanfaatan tenaga kerja terdidik, terlatih dan berpengalaman akan menghasilkan pekerjaan yang baik pula, yang nantinya akan berpengaruh terhadap baik tidaknya kualitas produksi maupun keawetan alat-alat produksi.

4.3 Utilitas

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

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

a) Unit Penyediaan dan Pengolahan Air

b) Unit Pembangkit Steam

c) Unit Pembangkit Listrik

d) Unit Penyediaan Bahan Bakar

e) Unit Penyediaan Udara Tekan

4.3.1. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air

Untuk memenuhi kebutuhan air suatu pabrik pada umumnya menggunakan air sumur, air sungai, air danau maupun air laut sebagai sumbernya. Dalam perancangan pabrik Propylene Glycol ini, sumber air yang digunakan berasal dari air sungai dan sumur bur. Penggunaan air sungai sebagai sumber air dengan pertimbangan sebagai berikut:

1) Biaya lebih rendah dibanding biaya dari sumber air lainnya.
2) Jumlah air sungai lebih banyak dibanding dari air sumur.
3) Letak sungai berada tidak jauh dari lokasi pabrik.

Air yang diperlukan di lingkungan pabrik biasanya digunakan untuk:

1) Air Pendingin
2) Air Proses
3) Air Umpan Boiler
4) Air Kantor dan Rumah Tangga

1) Air Pendingin, Air Proses, Air Kantor dan Rumah Tangga

Pada umumnya air digunakan 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 temperature pendingin.

e) Tidak terdekomposisi.

2) Air Umpan Boiler (Boiler Feed Water)

Untuk umpan ketel (boiler) dibutuhkan air murni yang memenuhi persyaratan bebas dari garam-garam murni yang terlarut. 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 dan NH_3. Oksigen 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 silica.

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.

1) Air Pendingin

a)	Jaket Mixer	: 3844,9576 kg/jam
b)	Cooler 01	: 3844,9576 kg/jam
c)	Cooler 02	: 2985,5951 kg/jam
d)	Cooler 03	: 510,6516 kg/jam
e)	Condensor 01	: 348,2790 kg/jam
f)	Condensor 02	: 2985,5951 kg/jam
	Total	: 14520,03634 kg/jam

Air pendingin 80% dimanfaatkan kembali, maka make up yang diperlukan 20%, sehingga air make up secara kontinyu = 0,2 x 14520,03634 = 92904,00727 kg/jam.

2) Air pembangkit steam :

a)	Reboiler 01	: 4464,4719 kg/jam
b)	Heater 01	: 238,5822 kg/jam
c)	Heater 02	: 3496.6785 kg/jam
d)	Evaporator	: 3844.9576 kg/jam
	Total	: 12044,6903 kg/jam

Air pembangkit steam 80% dimanfaatkan kembali, maka make up yang diperlukan 20%, sehingga kebutuhan steam secara kontinyu = 0,2 x 12044,6903 = 2408,9380 kg/jam.

3) Air proses :

Umpan air	: 3346,1039 kg/jam
Total	: 3346,1039 kg/jam

4) Air keperluan kantor :

a)	Jumlah karyawan	: 200 orang
b)	Kebutuhan air per orang	: 50 ltr/hari
c)	Kebutuhan total karyawan	: 416,67 kg/jam
d)	Laboratorium	: 31,25 kg/jam
e)	Poliklinik	: 8,33 kg/jam
f)	Kantin, mushola, kebun	: 62,5 kg/jam
	Total	: 518,75 kg/jam

4) Air Rumah tangga :

Jumlah mess	: 1
Jumlah penghuni	: 50 orang
Kebutuhan air per orang	: 300 ltr/hari
Kebutuhan total air	: 625 kg/jam

Jadi kebutuhan total secara kontinu :

A + B + C + D + E = 9802,7992 kg/jam

Diambil angka keamanan 10%,

1,1 x 9802,7992 = 10783,0791 kg/jam

Kebutuhan Listrik :

Kebutuhan listrik total untuk peralatan proses : 12.75 HP

Kebutuhan listrik total untuk peralatan utilitas : 95,5 HP

Total : 108,5 HP

Over design 20% = 0,2 x 108,25 = 129,9 HP

Kebutuhan listrik untuk alat kontrol : 43,3 HP

Kebutuhan listrik untuk penerangan : 54.125 HP

Kebutuhan listrik untuk mess : 13,41 HP

Jadi total kebutuhan listrik :

129,9 + 43,3 + 54,125 + 13,41 = 314,847 HP

Effisiensi 80% = 314,847 / 0,8 = 393,5592 HP

Digunakan listrik PLN 393,73125 HP = 1,34102 x 393,5592 HP = 527.771 KW ~ 550 KW.

Gambar alat utilitas unit pengolahan air pada perancangan pabrik Propylene Glycol disajikan pada Gambar 4.3.

4.3.2. Spesifikasi Alat Utilitas

Agar air yang dipakai dalam mendukung proses dalam pabrik baik dan bagus serta bebas dari zat-zat kimia, zat korosif, dan zat penyebab kerak maka air tersebut perlu diolah terlebih dahulu sehinnga peralatan selalu dalam kondisi opimal kerja.

Alat-alat yang digunakan dalam pengolahan air antara lain :

1) Bak Pengendap Awal (BU - 01)

Fungsi	: Menampung dan menyediakan air untuk diolah sebanyak 10783,0792 kg/jam dengan waktu tinggal selama 5 jam.
Jenis	: Bak persegi
Panjang	: 7,19 m
Lebar	: 3,59 m
Tinggi	: 2,5 m
Volume	: 64,6984 m^3
Jumlah	: 1
Harga	: Rp. 68.299.918,36

2) Tangki Floakulator (FL)

Fungsi	: Mencampur koagulan dengan air dari bak pengendap sebanyak 10783,0792 kg/jam dengan waktu tinggal selama 1 jam.
Jenis	: Bak silinder tegak
Diameter	: 2,52 m

Tinggi : 2,52 m

Volume : 12,9396 m^3

Power pengaduk : 7,5 Hp

Jumlah : 1

Harga : $ 554913.375

3) Clarifier (CL)

Fungsi : Mengendapkan flokulator untuk mendapatkan air jernih air sebanyak 10783,0792 kg/jam dengan waktu tinggal selama 1 jam.

Jenis : Bak silinder tegak dengan tutup kerucut

Diameter : 2,52 m

Tinggi : 3,36 m

Volume : 12,9396 m^3

Jumlah : 1

Harga : $ 10918.52678

4) Bak saringan pasir (BSP)

Fungsi : Menyaring koloid-koloid yang lolos dari clarifier.

Debit : 47,4778 gpm

Tinggi : 1,4977 m

Volume : 1,6516 m^3

Panjang : 1,05 m

Lebar : 1,05 m

Ukuran pasir rata-rata : 28 mesh

Tinggi lapisan pasir : 1,24 m

Jumlah : 1

Harga : Rp. 1.743.566,879

5) Bak Penampung air bersih (BU – 02)

Fungsi : Menampung air bersih yang keluar dari bak saringan pasir sebanyak 10783,0792 kg/jam.

Jenis : Bak empat persegi panjang

Tinggi : 2,5 m

Volume : 64,6984 m^3

Panjang : 7,19 m

Lebar : 3,59 m

Jumlah : 1

Harga : Rp. 68.299.918,36

6) Bak Penampung air kantor dan rumah tangga (BU – 04)

Fungsi : Menampung air bersih untuk keperluan kantor dan rumah tangga.

Jenis : Bak empat persegi panjang

Tinggi : 1,5 m

Volume : 16,47 m^3

Panjang : 4,68 m

Lebar : 2,34 m

Jumlah : 1

Harga : Rp. 1.647.000

7) Bak Penampung air pendingin (BU – 05)

Fungsi : Menampung air untuk keperluan proses yang membutuhkan air pendingin.

Jenis : Bak empat persegi panjang

Tinggi : 1,5 m

Volume : 6,9696 m^3

Panjang : 3,04 m

Lebar : 1,52 m

Jumlah : 1

Harga : Rp. 23.846.966,03

8) Cooling Tower (CT)

Fungsi : Mendinginkan air pendingin yang telah dipakai dalam proses pabrik.

Jenis : *Cooling tower induced draft.*

Tinggi : 2,5 m

Ground area : 0,2969 m^2

Panjang : 0,54 m

Lebar : 0,54 m

Jumlah : 1

Harga : $ 3093.637363

9) Blower Cooling Tower

Fungsi : Menghisap udara sekeliling untuk dikontakkan dengan air yang akan didinginkan.

Kebutuhan udara : 388,6462 ft^3/jam

Power pompa : 1,18 Hp

Power motor : 1,3 Hp

Jumlah : 1

Harga : $ 1598.86

10) Kation exchanger (TU – 01)

Fungsi : Menghilangkan kesadahan air yang disebabkan oleh kation-kation seperti Ca dan Mg.

Jenis : Silinder Tegak

Tinggi : 1,905 m

Volume : 0,6257 m^3

Diameter : 0,6468 m

Tebal : 0,0035 m

Jumlah : 2

Harga : $ 1233.432609

11) Anion Exchanger (TU – 02)

Fungsi : Menghilangkan kesadahan air yang disebabkan oleh anion-anion seperti Cl, SO_4 dan NO_3.

Jenis : Silinder Tegak

Tinggi : 1,905 m

Volume : 0,6257 m^3

Diameter : 0,6468 m

Tebal : 0,0035 m

Jumlah : 2

Harga : $ 1233.432609

12) Tangki Larutan NaCl (TU – 04)

Fungsi : Membuat larutan NaCl jenuh yang akan digunakan untuk meregenerasi kation exchanger.

Jenis : Tangki silinder tegak

Kebutuhan NaCl : 31,8706 ft^3/hari.

Tinggi : 1,1 m

Volume : 1,0829 m^3

Diameter : 1,1132 m

Jumlah : 1

Harga : $ 10713.69

13) Tangki Larutan NaOH (TU – 05)

Fungsi : Membuat larutan NaOH yang akan digunakan untuk meregenerasi anion exchanger.

Jenis : Tangki silinder tegak

Kebutuhan NaOH : 8,8259 ft^3/hari.

Tinggi : 0,72 m

Volume : 0,3008 m^3

Diameter : 0,72 m

Jumlah : 1

Harga : $ 5365.14

14) Tangki Umpan Boiler (TU – 06)

Fungsi : Menampung umpan boiler sebanyak 2408,9381 kg/jam.

Jenis : Tangki silinder tegak

Tinggi : 1,93 m

Volume : 5,7814 m^3

Diameter : 1,93 m

Jumlah : 1

Harga : $ 29267.86

15) Tangki Penampung Kondensat (TU – 07)

Fungsi : Menampung kondensat dari alat proses sebelum disirkulasi menuju tangki umpan boiler.

Jenis : Tangki silinder tegak

Tinggi : 1,80 m

Volume : 4,6251 m^3

Diameter : 1,80 m

Jumlah : 1

Harga : $ 24576.28

16) Tangki Desinfektan

Fungsi : Membunuh bakteri yang dipergunakan untuk keperluan kantor dan rumah tangga.

Jenis : Tangki silinder tegak

Tinggi : 1,2 m

Volume : 1,3725 m^3

Diameter : 1,2 m

Jumlah : 1

Harga : $ 20236.27

17) Tangki Deaerator (TU - DE)

Fungsi : Membebaskan gas CO_2 dan O_2 dari air yang telah dilunakkan dalam anion dan kation exchanger dengan larutan N_2H_2

Jenis : Bak Silinder Tegak

Tinggi : 1,53 m

Volume : 2,8907 m^3

Diameter : 1,53 m

Jenis pengaduk : Marine propeller 3 blade.

Power pengaduk : 0,5 Hp

Jumlah : 1

Harga : $ 434820.87

18) Tangki Larutan Kaporit

Fungsi	: Membuat larutan desinfektan dari bahan kaporit untuk air yang akan digunakan di kantor dan rumah tangga.
Jenis	: Tangki silinder tegak
Kebutuhan air	: 1143,75 kg/jam
Kadar Clorine dalam Kaporit	: 49,6%
Kebutuhan kaporit	: 0,0092 kg/jam
Tinggi	: 0,58 m
Volume	: 0,1593 m^3
Diameter	: 0,58 m
Jumlah	: 1
Harga	: $ 4103.08

19) Tangki Larutan N_2H_4

Fungsi	: Melarutkan N_2H_4 yang berfungsi mencegah kerak dalam alat proses.
Jenis	: Tangki silinder tegak
Kebutuhan N_2H_4	: 0,0722 kg/jam.
Tinggi	: 1,16 m
Volume	: 1,2487 m^3
Diameter	: 1,16 m
Jumlah	: 1
Harga	: $ 12136.58

20) Bak Penampung air proses

Fungsi	: Menampung air proses dari bak penampung air bersih sebanyak 3346,1039 kg/jam.
Jenis	: Bak empat persegi panjang.
Tinggi	: 2,5 m
Volume	: 20,0766 m^3
Panjang	: 4,007 m
Lebar	: 2,003 m
Jumlah	: 1
Harga	: Rp. 401.303,88

21). Pompa (PU – 01)

Fungsi	: Mengalirkan air dari sungai kedalam bak pengendap sebanyak 10783,0792 kg/jam
Jenis	: *Centrifugal pump single stage*
Kecepatan Volume	: 47.4778 gpm
Kecepatan Linear	: 0,1057 ft/dtk
Heat pompa	: 8,29 ft
Tenaga pompa	: 0.1199 Hp
Tenaga motor	: 5 Hp
Jumlah	: 2 buah
Harga	: $ 4462.661737

22) Pompa (PU – 02)

Fungsi	: Mengalirkan air dari bak pengendap kedalam bak floakulator sebanyak 10783,0792 kg/jam
Jenis	: *Centrifugal pump single stage*
Kecepatan Volume	: 47.4778 gpm
Kecepatan Linear	: 0,1057 ft/dtk
Heat pompa	: 28,07 ft
Tenaga pompa	: 0,40 Hp
Tenaga motor	: 7,5 Hp
Jumlah	: 2 buah
Harga	: $ 5690.88

23) Pompa (PU – 03)

Fungsi	: Mengalirkan air dari bak floakulator kedalam clarifier sebanyak 10783,0792 kg/jam
Jenis	: *Centrifugal pump single stage*
Kecepatan Volume	: 501,2073 gpm
Kecepatan Linear	: 3,19 ft/dtk
Heat pompa	: 11,53 ft
Tenaga pompa	: 1,76 Hp
Tenaga motor	: 3 Hp
Jumlah	: 2 buah
Harga	: $ 5690.88

24) Pompa (PU – 04)

Fungsi	: Mengalirkan air dari bak pengendap kedalam bak saringan pasir sebanyak 10783,0792 kg/jam
Jenis	: *Centrifugal pump single stage*
Kecepatan Volume	: 501,2073 gpm
Kecepatan Linear	: 3,19 ft/dtk
Heat pompa	: 19,35 ft
Tenaga pompa	: 2,99 Hp
Tenaga motor	: 5 Hp
Jumlah	: 2 buah
Harga	: $ 5690.88

25) Pompa (PU – 05)

Fungsi	: Mengalirkan air dari bak saringan pasir kedalam bak penampung air bersih sebanyak 10783,0792 kg/jam
Jenis	: *Centrifugal pump single stage*
Kecepatan Volume	: 501,2073 gpm
Kecepatan Linear	: 3,19 ft/dtk
Heat pompa	: 13,85 ft
Tenaga pompa	: 2,11 Hp
Tenaga motor	: 3 Hp
Jumlah	: 2 buah
Harga	: $ 5690.88

26) Pompa (PU – 06)

Fungsi	: Mengalirkan air dari bak penampung air bersih kedalam kantor, proses, pembangkit steam sebanyak 10783,0792 kg/jam
Jenis	: *Centrifugal pump single stage*
Kecepatan Volume	: 501,2073 gpm
Kecepatan Linear	: 3,19 ft/dtk
Heat pompa	: 11,68 ft
Tenaga pompa	: 1,80 Hp
Tenaga motor	: 3 Hp
Jumlah	: 2 buah
Harga	: $ 5690.88

27) Pompa (PU – 07)

Fungsi	: Mengalirkan air dari bak pendingin kedalam pabrik sebanyak 99362,358 kg/jam
Jenis	: *Centrifugal pump single stage*
Kecepatan Volume	: 437,4922 gpm
Kecepatan Linear	: 2,78 ft/dtk
Heat pompa	: 7,37 ft
Tenaga pompa	: 0,98 Hp
Tenaga motor	: 2 Hp
Jumlah	: 2 buah
Harga	: $ 5245.07

28) Pompa (PU – 08)

Fungsi	: Mengalirkan air dari cooling tower kedalam pabrik sebagai pendingin sebanyak 99362,358 kg/jam
Jenis	: Centrifugal pump single stage
Kecepatan Volume	: 437,49 gpm
Kecepatan Linear	: 2,78 ft/dtk
Heat pompa	: 7,04 ft
Tenaga pompa	: 0,94 Hp
Tenaga motor	: 2 Hp
Jumlah	: 2 buah
Harga	: $ 5245.07

29) Pompa (PU – 09)

Fungsi	: Mengalirkan air dari air proses kedalam cooling tower sebanyak 99362,358 kg/jam
Jenis	: *Centrifugal pump single stage*
Kecepatan Volume	: 437,49 gpm
Kecepatan Linear	: 2,78 ft/dtk
Heat pompa	: 16,88 ft
Tenaga pompa	: 2,3 Hp
Tenaga motor	: 3 Hp
Jumlah	: 2 buah
Harga	: $ 5245.07

30) Pompa (PU – 10)

Fungsi	: Mengalirkan air dari tangki anion kedalam tangki kation sebanyak 2309,7765 kg/jam
Jenis	: *Centrifugal pump single stage*
Kecepatan Volume	: 10,1699 gpm
Kecepatan Linear	: 2,17 ft/dtk
Heat pompa	: 10,905 ft
Tenaga pompa	: 0,112 Hp
Tenaga motor	: 0,5 Hp
Jumlah	: 2 buah
Harga	: $ 548.9848

31) Pompa (PU – 11)

Fungsi	: Mengalirkan air dari tangki kation kedalam tangki deaerator sebanyak 2309,7765 kg/jam
Jenis	: *Centrifugal pump single stage*
Kecepatan Volume	: 10,170 gpm
Kecepatan Linear	: 2,26 ft/dtk
Heat pompa	: 7,86 ft
Tenaga pompa	: 0,08 Hp
Tenaga motor	: 0,5 Hp
Jumlah	: 2 buah
Harga	: $ 548.9848

32) Pompa (PU – 12)

Fungsi	: Mengalirkan air dari tangki deaerator kedalam tangki umpan boiler sebanyak 2309,7765 kg/jam
Jenis	: *Centrifugal pump single stage*
Kecepatan Volume	: 10,1699 gpm
Kecepatan Linear	: 2,2658 ft/dtk
Heat pompa	: 9,4967 ft
Tenaga pompa	: 0,097 Hp
Tenaga motor	: 0,5 Hp
Jumlah	: 2 buah
Harga	: $ 548.9847

33) Pompa (P – 13)

Fungsi	: Mengalirkan air dari tangki umpan boiler kedalam boiler sebanyak 2309,7765 kg/jam
Jenis	: *Centrifugal pump single stage*
Kecepatan Volume	: 10,1699 gpm
Kecepatan Linear	: 2,265 ft/dtk
Heat pompa	: 11,1049 ft
Tenaga pompa	: 0,1142 Hp
Tenaga motor	: 0,5 Hp
Jumlah	: 2 buah
Harga	: $ 548.9847

34) Pompa (PU – 14)

Fungsi	: Mengalirkan air dari bak air kantor kedalam kantor sebanyak 1143,75 kg/jam
Jenis	: *Centrifugal pump single stage*
Kecepatan Volume	: 5,04 gpm
Kecepatan Linear	: 1,9 ft/dtk
Heat pompa	: 8,93 ft
Tenaga pompa	: 0,05 Hp
Tenaga motor	: 0,5 Hp
Jumlah	: 2 buah
Harga	: $ 360.09

4.3.3 Unit Penyediaan Bahan Bakar

Unit penyediaan bahan bakar ini digunakan untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar pada boiler dan generator. Dalam perancangan ini digunakan bahan bakar solar untuk generator dan boiler.

1) Kebutuhan bahan baker untuk generator : 22,6062 lt/jam

2) Kebutuhan bahan bakar untuk boiler : 57,06898 lt/jam

Bahan bakar ini ditampung dalam tangki bahan bakar untuk persediaan selama 1 bulan. maka kebutuhan bakar selama 1 bulan adalah :

= (22,6062 lt/jam + 57,06898 lt/jam) x 24 jam/hari x 30 hari/bulan

= 57366,1296 liter/bulan

4.3.4 Unit Pengolahan Limbah

Limbah merupakan suatu masalah yang membutuhkan perhatian besar, sehingga perlu penanganan khusus dalam pengolahannya agar tidak mencemari lingkungan disekitarnya. Pada pabrik Propylene Glycol menghasilkan dua macam limbah yaitu :

1) Bahan buangan cair
2) Bahan buangan padat

4.3.4.1 Unit Pengolahan Limbah Cair

Limbah cair dihasilkan dari sistem air proses, air berminyak dari pompa, air sanitasi, air hujan dan air buangan dari laboratorium.

Air buangan sanitasi, laboratorium dan air hujan yang berasal dari seluruh kawasan pabrik dikumpulkan dan diolah dalam unit stabilitasi dengan menggunakan lumpur aktif (aerasi).

Air berminyak berasal dari buangan pelumas pada pompa dan alat-alat lain. Pemisahan dilakukan berdasarkan perbedaan berat jenisnya. Minyak di bagian atas dialirkan ke tungku pembakar, sedangkan air di bagian bawah dialirkan ke penampungan akhir kemudian dibuang.

4.3.4.2 Unit Pengolahan Limbah Padat

Limbah padat berasal dari limbah domestik berupa sampah kotor dan sampah yang berasal dari kantin. Limbah tersebut dikirim ke unit pengolahan limbah lanjutan yang kemudian di kubur dalam tanah.

4.4 LABORATORIUM

Kualitas merupakan salah satu daya tarik konsumen terhadap suatu produksi. Oleh sebab itu, mempertahankan mutu barang merupakan salah satu hal yang terpenting yang memerlukan perhatian khusus. Laboratorium sangat berperan dalam hal pengembangan dan penemuan-penemuan baru sehingga kemajuan pabrik dan daya saing pabrik tetap berkembang.

Dalam hal ini laboratorium mempunyai beberapa fungsi, antara lain:

1) Memeriksa kualitas bahan baku dan bahan tambahan lainnya yang digunakan.
2) Menganalisa dan mengecek kualitas produk yang akan dipasarkan
3) Sebagai pengontrol mutu air proses, air pendingin, air umpan boiler, steam, dan lain-lain yang berkaitan langsung dengan proses produksi.
4) Sebagai peneliti dan pelaku riset yang berkenaan dengan pengembangan dan peningkatan mutu produk.
5) Memeriksa bahan-bahan yang dapat menyebabkan pencemaran baik polusi udara, tanah atau air.

4.5. BENTUK PERUSAHAAN

Bentuk perusahaan yang direncanakan pada prarancangan pabrik Propylene Glycol ini adalah Perseroan Terbatas. Perseroan Terbatas merupakan bentuk perusahan yang mendapatkan modalnya dari penjualan saham dimana setiap sekutu dimana setiap sekutu dapat memiliki satu saham atau lebih. Saham adalah surat berharga yang dikeluarkan oleh PT tersebut dan orang yang memiliki

saham berarti menyertakan modal keperusahaan. Apabila terjadi sesuatu misalnya perusahaan mengalami kerugian maka kerugian ditanggung bersama, tidak dilimpahkan pada seorang pemegang saja dan apabila perusahaan untung maka semuanya mendapatkan keuntungan juga.

Alasan dipilihnya bentuk perusahaan ini adalah berdasarkan atas beberapa faktor, antara lain sebagai berikut :

1) Mudah untuk mendapatkan modal yaitu dengan menjual saham perusahaan.
2) Tanggung jawab pemegang saham terbatas, sehingga kelancaran produksi hanya dipegang oleh pimpinan perusahaan dan juga tidak terpengaruh dengan berhentinya pemegang saham, direksi, staf, serta karyawan perusahaan.
3) Pemilik dan pengurus perusahaan terpisah satu sama lain, pemilik perusahaan adalah pemegang saham dan pengurus perusahaan adalah direksi beserta stafnya yang diawasi oleh dewan komisaris.
4) Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin, karena kepemilikan saham tidak terbatas artinya setiap orang bisa memiliki saham dan juga keuntungan dan kerugian ditanggung bersama.
5) Lapangan usaha lebih luas.

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

4.5.1 Struktur Organisasi

Struktur organisasi yang digunakan pada pabrik Propylene Glycol ini adalah sistem lini dan staf. Pada sistem ini, garis kekuasaan sederhana dan praktis sehingga seorang karyawan hanya bertanggung jawab pada seorang atasan saja. Sedangkan untuk mencapai kelancaran produksi maka perlu dibentuk staf ahli yang terdiri atas orang-orang yang ahli dalam bidangnya. Staf ahli akan memberi bantuan pemikiran dan nasehat pada tingkat pengawas demi tercapainya tujuan perusahaan.

Ada dua kelompok orang-orang yang berpengaruh dalam menjalankan garis organisasi dan staf ini, yaitu :

1) Sebagai garis atau lini yaitu orang-orang yang menjalankan tugas pokok organisasi dalam rangka mencapai tujuan.
2) Sebagai staf yaitu orang-orang yang melakukan tugasnya dengan keahlian yang dimilikinya, dalam hal ini berfungsi untuk memberikan saran-saran kepada unit operasional.

Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan, dalam pelaksanaan tugas sehari-harinya diwakili oleh seorang Dewan Komisaris, sedangkan tugas menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh seorang Direktur Utama yang dibantu oleh Direktur Produksi serta Direktur Keuangan dan Umum. Dimana Direktur Produksi membawahi bidang produksi, utilitas dan pemeliharaan. Sedangkan direktur keuangan dan umum membidangi yang lainnya. Direktur membawahi beberapa kepala bagian yang akan bertanggung jawab membawahi atas bagian dalam perusahaan, sebagai bagian daripada pendelegasian wewenang dan

tanggung jawab. Masing-masing kepala bagian akan membawahi beberapa seksi dan masing-masing akan membawahi dan mengawasi beberapa karyawan perusahaan pada masing-masing bidangnya. Karyawan perusahaan akan dibagi dalam beberapa kelompok regu yang dipimpin oleh masing-masing kepala regu, dimana kepala regu akan bertanggung jawab kepada pengawas pada masing-masing seksi.

Untuk mendapatkan suatu sistem organisasi yang terbaik maka perlu diperhatikan beberapa azas yang dapat dijadikan pedoman antara lain :

1) Perumusan tujuan perusahaan dengan jelas
2) Pendelegasian wewenang
3) Pembagian tugas kerja yang jelas
4) Kesatuan perintah dan tanggung jawab
5) Sistem pengontrol atas pekerjaan yang telah dilaksanakan
6) Organisasi perusahaan yang fleksibel.

4.5.2 Tugas dan Wewenang

1) Pemegang Saham

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

a) Mengangkat dan memberhentikan dewan komisaris.

b) Mengangkat dan memberhentikan direktur utama.

c) Mengesahkan hasil-hasil usaha serta neraca perhitungan untung rugi tahunan dari perusahaan.

2) Dewan Komisaris

Dewan Komisaris merupakan pelaksana tugas sehari-hari para pemilik saham, sehingga dewan komisaris akan bertanggung jawab terhadap pemilik perusahaan. Tugas-tugas dewan komisaris meliputi :

a) Menilai dan menyetujui rencana direksi tentang kebijaksanaan umum, target laba perusahaan, alokasi sumber-sumber dana dan pengarahan pemasaran.

b) Mengawasi tugas-tugas direksi.

c) Membantu direksi dalam hal yang sangat penting.

3) Direktur Utama

Direktur Utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan bertanggung jawab sepenuhnya atas maju mundurnya perusahaan. Direktur utama bertanggung jawab pada dewan komisaris atas segala tindakan dan kebijaksanaan yang telah diambil sebagai pimpinan perusahaan. direktur utama membawahi direktur produksi serta direktur keuangan dan umum.

Tugas direktur utama antara lain :

a) Melaksanakan kebijaksanaan perusahaan dan mempertanggung jawabkan pekerjaannya pada pemegang saham pada akhir masa jabatannya.

b) Menjaga kestabilan organisasi perusahaan dan menjalin hubungan yang baik antara pemilik saham, pimpinan, konsumen dan karyawan.

c) Mengangkat dan memberhentikan kepala bagian dengan persetujuan rapat pemegang saham.

d) Mengkoordinir kerjasama dengan direktur produksi serta direktur keuangan dan umum.

4) Manager

Membantu direktur dalam pelaksanaan operasional perusahaan dan bertanggung jawab kepada direktur. Pada pabrik Propylene Glycol ini terdapat beberapa manager,antara lain :

1) Manager produksi, tugasnya antara lain :

a) Bertanggung jawab kepada direktur utama dalam bidang produksi, operasi dan teknik.

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

2) Manager umum, tugasnya antara lain :

a) Bertanggung jawab kepada direktur utama dalam bidang keuangan, pelayanan umum dan pemasaran.

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

5) Kepala Bagian

Secara umum tugas kepala bagian adalah mengkoordinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan garis-garis yang diberikan oleh pimpinan perusahaan.

Kepala bagian terdiri dari :

1) Kepala Bagian Operasi

Kepala bagian operasi bertanggung jawab kepada manager produksi dalam bidang mutu dan kelancaran produksinya.

Kepala bagian operasi membawahi :

a. Supervisor Utilitas

Tugas supervisor utilitas :

1) Memimpin dan mengkoordinir pelaksanaan operasional dalam pengadaan utilitas, tenaga dan instrumentasi.
2) Bertanggung jawab kepada manager atas hal-hal yang dilakukan bawahannya dalam menjalankan tugasnya masing-masing.

b. Supervisor Produksi

Tugas supervisor produksi :

1) Menjalankan tindakan seperlunya pada peralatan produksi yang mengalami kerusakan, sebelum diperbaiki oleh seksi yang berwenang.
2) Mengawasi jalannya proses dan produksi dan bertanggung jawab atas ketersediaan sarana utilitas.

c. Seksi Laboratorium

Tugas seksi laboratorium :

1) Mengawasi dan menganalisa mutu bahan baku dan bahan pembantu.

2) Mengawasi dan menganalisa produk

3) Mengawasi kualitas buangan pabrik.

2) Kepala Bagian Teknik

Kepala bagian teknik bertanggung jawab kepada manager produksi.

Tugas kepala bagian teknik antara lain :

1) Bertanggung jawab kepada manager produksi dalam bidang peralatan, proses dan utilitas.

2) Mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya.

Kepala bagian teknik membawahi :

a. Seksi Pemeliharaan Peralatan

Tugas seksi pemeliharaan peralatan antara lain :

1) Melaksanakan pemeliharaan fasilitas gedung dan peralatan pabrik.

2) Memperbaiki peralatan pabrik

b. Seksi Pengadaan Peralatan

Tugas seksi pengadaan peralatan antara lain :

1) Merencanakan penggantian alat.

2) Menentukan spesifikasi peralatan pengganti atau peralatan baru yang akan digunakan.

3) Kepala Bagian Kesehatan, Keselamatan Kerja dan Lingkungan

Kepala bagian kesehatan, keselamatan kerja dan lingkungan bertanggung jawab kepada manager produksi dalam bidang kesehatan, keselamatan kerja dan pengolahan limbah.

Kepala bagian kesehatan, keselamatan kerja dan lingkungan membawahi :

a. Seksi Keselamatan Kerja

Tugas seksi kesehatan dan keselamatan kerja antara lain :

1) Melaksanakan dan mengatur segala hal untuk menciptakan kesehatan dan keselamatan kerja yang memadai dalam perusahaan.
2) Menyelenggarakan pelayanan kesehatan terhadap karyawan terutama di poliklinik.
3) Melakukan tindakan awal pencegahan bahaya lebih lanjut terhadap kejadian kecelakaan kerja.
4) Menyediaan alat-alat keselamatan kerja.

b. Seksi Pengolahan Limbah

Tugas seksi pengolahan limbah antara lain :

1) Memantau pengolahan limbah yang dihasilkan di seluruh pabrik.
2) Memantau kadar limbah buangan agar sesuai dengan baku mutu lingkungan.

4) Kepala Bagian Penelitian dan Pengembangan (Litbang)

Kepala bagian penelitian dan pengembangan (Litbang) bertanggung jawab kepada manager produksi dalam bidang penelitian dan pengembangan perusahaan.

Kepala Bagian Litbang membawahi :

a) Seksi Penelitian

Tugas seksi penelitian antara lain :

Melakukan penelitian untuk peningkatan effisiensi dan efektivitas proses produksi serta peningkatan kualitas produk.

b) Seksi Pengembangan

Tugas seksi pengembangan antara lain :

Merencanakan kemungkinan pengembangan yang dapat dilakukan perusahaan baik dari segi kapasitas, keperluan plant, pengembangan pabrik maupun dalam struktur organisasi perusahaan.

5) Kepala Bagian Pemasaran

Kepala bagian pemasaran bertanggung jawab kepada manajer umum dalam bidang pengadaan dan pemasaran hasil produksi.

Kepala Bagian Pemasaran membawahi :

a) Seksi Pembelian

Tugas seksi pembelian antara lain :

1) Merencanakan besarnya kebutuhan bahan baku dan bahan pembantu.
2) Melaksanakan pembelian barang dan peralatan yang dibutuhkan.
3) Mengetahui harga pemasaran dan mutu bahan baku

b) Seksi Pemasaran

Tugas seksi pemasaran antara lain :

1) Merencanakan strategi penjualan hasil produksi.
2) Mengatur distribusi barang dari gudang.

6) Kepala Bagian Administrasi dan Keuangan

Kepala bagian keuangan bertanggung jawab kepada manager umum dalam bidang administrasi dan keuangan.

Kepala Bagian Administrasi dan Keuangan membawahi :

a) Seksi Administrasi :

Tugas seksi administrasi antara lain :

1) Menyelenggarakan pencatatan hutang piutang, administrasi persediaan kantor, pembukuan serta melakukan perhitungan masalah pajak.

b) Seksi Kas

Tugas seksi kas antara lain :

1) Mengadakan perhitungan tentang gaji dan intensif karyawan.
2) Menghitung penggunaan uang perusahaan dan membuat prediksi keuangan masa depan.

7) Kepala Bagian Personalia dan Umum

Kepala bagian personalia dan umum bertanggung jawab kepada manager umum dalam bidang personalia, hubungan masyarakat dan keamanan.

Kepala Bagian Personalia dan Umum membawahi :

a) Seksi Personalia

Tugas seksi personalia antara lain :

1) Membina tenaga kerja dan menciptakan suasana kerja yang sebaik mungkin antara pekerja.
2) Membina tenaga kerja agar tidak terjadi pemborosan waktu dan biaya.

3) Mengusahakan disiplin kerja yang tinggi dalam menciptakan kondisi kerja yang dinamis.

4) Melaksanakan hal-hal yang berhubungan dengan kesejahteraan karyawan.

b) Seksi Humas

Tugas seksi humas antara lain :

1) Mengatur hubungan dengan masyarakat di luar lingkungan perusahaan.

c) Seksi Keamanan

Tugas seksi keamanan antara lain :

1) Menjaga semua bangunan pabrik dan fasilitas yang ada di perusahaan.

2) Mengawasi keluar masuknya orang-orang baik karyawan maupun selain karyawan ke dalam lingkungan perusahaan.

6) Kepala Seksi

Kepala seksi adalah pelaksana dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan rencana yang telah diatur oleh para kepala bagian masing-masing, agar diperoleh hasil uang maksimal dan efektif selama berlangsungnya proses produksi.

4.5.3 Status Karyawan

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

a) Karyawan Tetap

Karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan Surat Keputusan(SK) Direksi dan mendapat gaji bulanan sesuai dengan kedudukan, keahlian dan masa kerja.

b) Karyawan Harian

Karyawan yang diangkat dan diberhentikan tanpa surat keputusan Direksi dan mendapat upah harian yang dibayar tiap akhir pekan.

c) Karyawan Borongan

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

4.5.4 Pembagian Kerja Karyawan

Pabrik Propylene Glycol ini direncanakan beroperasi 330 hari dalam 1 tahun dan 24 jam per hari. Sisa hari yang bukan hari libur digunakan untuk perbaikan atau perawatan dan *shut down*. Sedangkan pembagian jam kerja karyawan digolongkan dalam dua golongan, yaitu :

a) Karyawan Non Shift

Karyawan non shift adalah para karyawan yang tidak menangani proses produksi secara langsung, Yang termasuk para karyawan harian adalah : Direktur, Staf Ahli, Kepala Bagian serta bawahan yang berada di kantor. Karyawan harian dalam satu minggu bekerja selama 6 hari dengan jam kerja sebagai berikut :

Jam kerja : Senin – Jumat : jam 08.00 – 15.00

Sabtu : jam 08.00 – 12.00

Jam istirahat : Senin – Kamis : jam 12.00 – 13.00

Jumat : jam 11.00 – 13.00

b) Karyawan Shift

Karyawan Shift adalah karyawan yang langsung menangani proses produksi atau mengatur bagian-bagian tertentu dari pabrik Propylene Glycol ini. Yang termasuk karyawan shift ini adalah bagian operator produksi, bagian teknik, bagian gudang, bagian utilitas, bagian bengkel dan bagian-bagian yang harus siaga untuk menjaga keselamatan serta keamanan pabrik. Karyawan shift dibagi dalam 3 shift dengan pengaturan sebagai berikut :

- Shift pagi : jam 07.00 – 15.00
- Shift siang : jam 15.00 – 23.00
- Shift malam : jam 23.00 – 07.00

Untuk karyawan shift dibagi menjadi 4 regu dimana tiap regu beranggotakan 3 0rang, dimana 3 regu bekerja dan 1 regu lainnya istirahat dan ini berlaku secara bergantian. Tiap regu mendapat giliran 3 hari kerja dan 1 hari libur tiap shift, dan masuk lagi untuk shift berikutnya.

Jadwal kerja masing-masing regu ditabelkan sebagai berikut :

Tabel 4.1. Jadwal Kerja Karyawan Shift

Hari ke / Regu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I	P	P	P	L	M	M	M	L	S	S	S	L
II	S	S	L	P	P	P	L	M	M	M	L	S
III	M	L	S	S	S	L	P	P	P	L	M	M
IV	L	M	M	M	L	S	S	S	L	P	P	P

Keterangan : I, II, III, IV = Kelompok Kerja Shift

1, 2, 3 = Hari ke – 1, 2, 3....dst

P = shift pagi

S = shift siang

M = shift malam

L = libur

Kelancaran produksi dari suatu pabrik sangat dipengaruhi oleh faktor kedisiplinan karyawan. Untuk itu kepada seluruh karyawan diberlakukan presensi dan masalah presensi ini akan digunakan pimpinan perusahaan sebagai dasar dalam mengembangkan karier para karyawan dalam perusahaan.

4.5.5 Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji

4.5.5.1 Jabatan dan Prasyarat

Masing-masing jabatan dalam struktur organisasi diisi oleh orang-orang dengan spesifikasi pendidikan yang sesuai dengan jabatan dan tanggung jawab. Jenjang pendidikan karyawan yang diperlukan berkisar dari Sarjana S-1 sampai lulusan SMU/SMP.

4.5.5.2 Perincian Jumlah karyawan

Jumlah karyawan harus disesuaikan secara tepat sehingga semua pekerjaan yang ada dapat diselesaikan dengan baik dan efisien. Penentuan jumlah Karyawan dapat dilakukan dengan melihat jenis proses ataupun jumlah unit proses yang ada. Perinciannya jabatan dan jenjang pendidikan serta jumlah karyawan ditabulasikan **pada tabel 4.2 dan 4.3 sebagai berikut** :

Tabel 4.2 Jabatan dan Jenjang Pendidikan

No.	Jabatan	Prasyarat
1	Direktur	Sarjana Teknik Kimia
2	Manajer Produksi	Sarjana Teknik Kimia
3	Manajer Umum	Sarjana Ekonomi
4	Sekretaris	Akademi Sekretaris
5	Kepala Bagian Produksi	Sarjana Teknik Kimia
6	Kepala Bagian Personalia dan Umum	Sarjana Psikologi
7	Kepala Bagian Pemasaran	Sarjana Ekonomi
8	Kepala Bagian Administrasi dan Keuangan	Sarjana Ekonomi
9	Kepala Bagian Teknik	Sarjana Teknik Mesin
10	Kepala Bagian K3	SarjanaTeknik Lingkungan
11	Kepala Bagian Litbang	Sarjana Teknik Kimia
12	Kepala Seksi Personalia	Sarjana Psikologi
13	Kepala Seksi Humas	Sarjana Komunikasi
14	Kepala Seksi Keamanan	Sarjana Muda / DIII
15	Kepala Seksi Pemasaram	Sarjana Ekonomi
16	Kepala Seksi Administrasi	SarjanaAdministrasiNegara
17	Kepala Seksi Kas	Sarjana Ekonomi
18	Kepala Seksi Laboratorium	Sarjana Teknik Kimia
19	Kepala Seksi Pemeliharaan	Sarjana Teknik Mesin
20	Kepala Seksi Pengadaan	Sarjana Teknik Kimia
21	Kepala Seksi K3	SarjanaTeknik Lingkungan
22	Kepala Seksi Pengolahan Limbah	SarjanaTeknik Lingkungan
23	Kepala Seksi Penelitian	Sarjana Kimia
24	Kepala Seksi Pengembangan	Sarjana Teknik Kimia
25	Kepala Seksi Pembelian	Sarjana Teknik Limia
26	Supervisor Utilitas	Sarjana Teknik Kimia
27	Supervisor Produksi	Sarjana Teknik Kimia
28	Karyawan Personalia	Sarjana Muda / DIII
29	Karyawan Humas	Sarjana Muda / DIII
30	Karyawan Keuangan/Kas	Sarjana Muda / DIII
31	Karyawan Administrasi	Sarjana Muda / DIII
32	Karyawan Pemasaran	Sarjana Muda / DIII
33	Karyawan Pembelian	Sarjana Muda / DIII
34	Karyawan Pengembangan	Sarjana Muda / DIII
35	Karyawan Penelitian	Sarjana Muda / DIII
36	Karyawan Pengolahan Limbah	Sarjana Muda / DIII
37	Karyawan K3	Sarjana Muda / DIII
38	Karyawan Pengadaan Alat	Sarjana Muda / DIII
39	Karyawan Pemeliharaan Alat	Sarjana Muda / DIII
40	Karyawan Laboratorium	Sarjana Muda / DIII
41	Medis	Dokter
42	Paramedis	Akademi Keperawatan
43	Satpam	SMU Sederajat
44	Sopir	SMP / SMU
45	Pesuruh	SMP / SMU
46	Cleaning Service	SMP / SMU

Tabel. 4.3 Jumlah Karyawan

No.	Jabatan	Jumlah
1	Direktur	1
2	Manajer Produksi	1
3	Manajer Umum	1
4	Sekretaris	1
5	Kepala Bagian Produksi	1
6	Kepala Bagian Personalia dan Umum	1
7	Kepala Bagian Pemasaran	1
8	Kepala Bagian Administrasi dan Keuangan	1
9	Kepala Bagian Teknik	1
10	Kepala Bagian K3	1
11	Kepala Bagian Litbang	1
12	Kepala Seksi Personalia	1
13	Kepala Seksi Humas	1
14	Kepala Seksi Keamanan	1
15	Kepala Seksi Pemasaran	1
16	Kepala Seksi Administrasi	1
17	Kepala Seksi Kas	1
18	Kepala Seksi Laboratorium	1
19	Kepala Seksi Pemeliharaan	1
20	Kepala Seksi Pengadaan	1
21	Kepala Seksi K3	1
22	Kepala Seksi Pengolahan Limbah	1
23	Kepala Seksi Penelitian	1
24	Kepala Seksi Pengembangan	1
25	Kepala Seksi Pembelian	1
26	Supervisor Utilitas	1
27	Supervisor Produksi	1
28	Karyawan Personalia	4
29	Karyawan Humas	4
30	Karyawan Keuangan/Kas	2
31	Karyawan Administrasi	2
32	Karyawan Pemasaran	4
33	Karyawan Penbelian	2
34	Karyawan Pengembangan	4
35	Karyawan Penelitian	3
36	Karyawan Pengolahan Limbah	4
37	Karyawan K3	6
38	Karyawan Pengadaan Alat	3
39	Karyawan Pemeliharaan Alat	4
40	Karyawan Laboratorium	10
41	Medis	2
42	Paramedis	2
43	Satpam	8
44	Sopir	4
45	Pesuruh	2
46	Cleaning Service	4
47	Operator lapangan	50
	Total	151

4.5.5.3 Penggolongan dan Gaji

Tabel 4.4 Penggolongan Gaji Menurut Jabatan

Jabatan	Jumlah	Gaji per Bulan (Rp)	Total Gaji (Rp)
Direktur	1	15.000.000,00	15.000.000,00
Manajer	2	7.500.000,00	15.000.000,00
Sekretaris	1	1.500.000,00	1.500.000,00
Kepala Bagian	7	4.500.000,00	31.500.000,00
Supervisor	2	2.500.000,00	5.000.000,00
Kepala Seksi	14	3.000.000,00	42.000.000,00
Karyawan staf	52	2.000.000,00	104.000.000,00
Medis	2	1.500.000,00	3.000.000,00
Paramedis	2	750.000,00	1.500.000,00
Satpam	8	800.000,00	6.400.000,00
Sopir	4	800.000,00	3.200.000,00
Pesuruh & Cleaning Service	6	500.000,00	3.000.000,00
Operator Lapangan	50	1.000.000,00	50.000.000,00
Total	**151**		**281.100.000,00**

4.5.6 Kesejahteraan Karyawan

Kesejahteraan sosial yang diberikan oleh perusahaan pada karyawan antara lain berupa :

1) Tunjangan
   a) Tunjangan yang berupa gaji pokok yang diberikan berdasarkan golongan karyawan yang bersangkutan.
   b) Tunjangan jabatan yang diberikan berdasarkan jabatan yang dipegang oleh karyawan.
   c) Tunjangan lembur yang diberikan kepada karyawan yang bekerja di luar jam kerja berdasarkan jumlah jam kerja.

2) Cuti

a) Cuti tahunan diberikan kepada setiap karyawan selama 12 hari kerja dalam satu (1) tahun.

b) Cuti sakit diberikan kepada setiap karyawan yang menderita sakit berdasarkan keterangan dokter.

3) Pakaian Kerja

a) Pakaian kerja diberikan kepada setiap karyawan sejumlah 3 pasang untuk setiap tahunnya.

4) Pengobatan

a) Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit yang diakibatkan oleh kecelakaan kerja ditanggung perusahaan sesuai dengan undang-undang yang berlaku.

b) Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit yang tidak diakibatkan oleh kecelakaan kerja diatur berdasarkan kebijaksanaan perusahaan.

5) Asuransi tenaga kerja (ASTEK)

a) ASTEK diberikan oleh perusahaan bila jumlah karyawan lebih dari 10 orang dengan gaji karyawan Rp 1.000.000,00 per bulan.

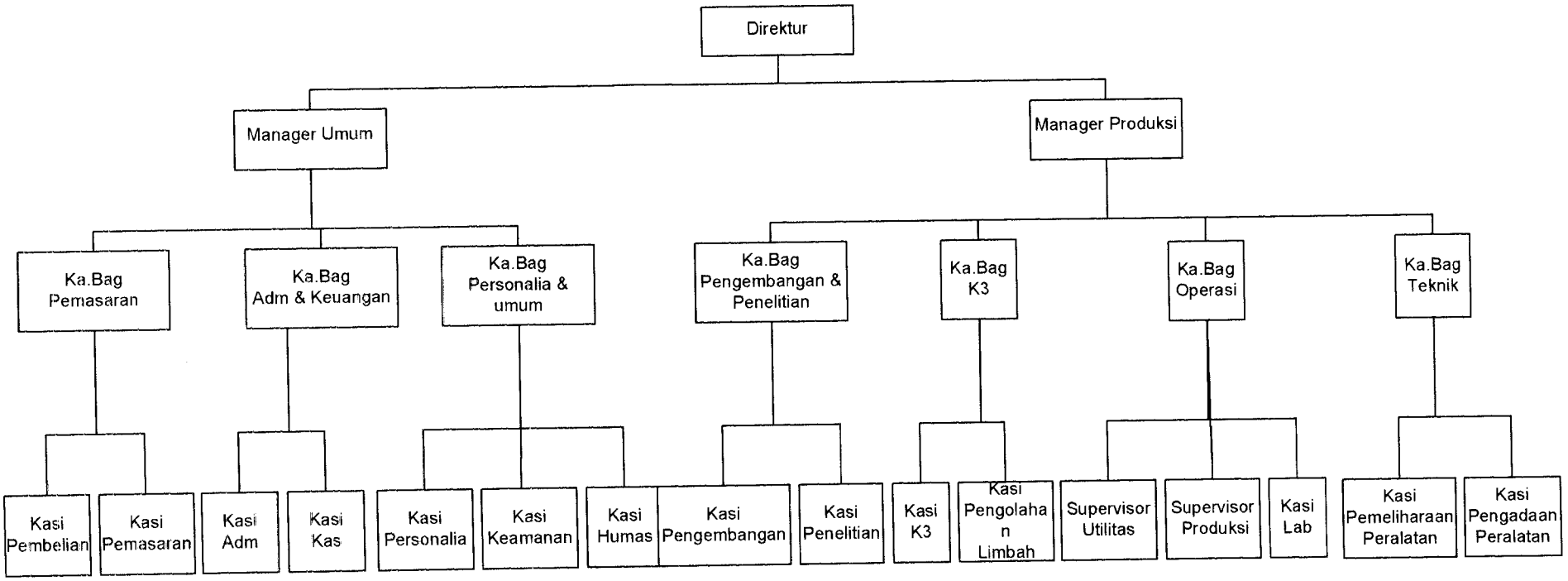
Fasilitas-fasilitas untuk kemudahan bagi karyawan dalam melaksanakan aktifitas selama di pabrik antara lain :

1) Penyediaan mobil dan bus untuk transportasi antar jemput karyawan.
2) Kantin, untuk memenuhi kebutuhan makan karyawan terutama makan siang.

3) Sarana peribadatan seperti masjid.

4) Pakaian seragam kerja dan peralatan-peralatan keamanan seperti *safety helmet*, *safety shoes* dan kacamata, serta tersedia pula alat-alat keamanan lain seperti *masker*, *car plug*, sarung tangan tahan api.

5) Fasilitas kesehatan seperti tersedianya poliklinik yang dilengkapi dengan tenaga medis dan paramedis.



Gambar 4.4 . Struktur Organisasi Perusahaan Pabrik Propylene Glycol dengan kapasitas 25.000 ton/tahun

BAB V

EVALUASI EKONOMI

Evaluasi ekonomi dimaksudkan untuk mengetahui apakah pabrik yang dirancang dapat menguntungkan atau tidak. Untuk itu pada perancangan pabrik Propylene Glycol ini dapat dibuat evaluasi atau penilaian atas investasi yang ditinjau dengan metode :

1) Return on Investment.

2) Pay Out Time.

3) Break Even Point.

4) Shut Down Point.

5) Discounted Cash Flow Rate.

Untuk meninjau faktor-faktor diatas perlu dibedakan penaksiran terhadap beberapa faktor, yaitu :

1) Penaksiran Modal Industri (*Total Capital Invesment*) :
   a) Modal Tetap (*Fixed Capital Invesment*).
   b) Modal Kerja (*Working Capital*).
2) Penentuan Biaya Produksi Total (*Total Reduction Invesment*) :
   a) Biaya Pembuatan (*Manufacturing Cost*).
   b) Biaya Pengeluaran Umum (*General Expense*).
3) Total Pendapatan.
4) Analisa Kelayakan

5.1. Penaksiran Harga Peralatan

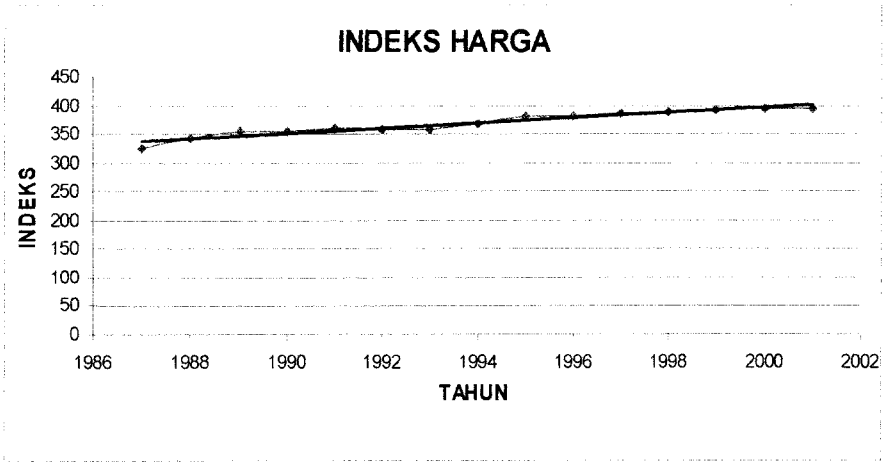
Harga peralatan proses selalu mengalami perubahan setiap tahun tergantung pada kondisi ekonomi yang ada. Untuk mengetahui harga peralatan yang ada sekarang, dapat ditaksir dari harga tahun sebelumnya dikalikan rasio indeks harga.

Diasumsikan kenaikan harga setiap tahun adalah linear, sehingga dapat ditentukan index nilai pada tahun tertentu. Berikut data indeks harga alat dari

Sumber : http://www.che.com

Tabel 5.1. Perkembangan Indeks Harga [29]

Tahun	n,X	Index,Y
1987	1	324
1988	2	343
1989	3	355
1990	4	356
1991	5	361,3
1992	6	358,2
1993	7	359,2
1994	8	368,1
1995	9	381,1
1996	10	381,7
1997	11	386,5
1998	12	389,5
1999	13	390,6
2000	14	394,1
2001	15	394,3



Grafik 5.1. Indeks nilai

Persamaan yang diperoleh adalah :

$$y = 4.4829x - 8569,3 \quad \ldots (5.1)$$

Dimana : x = tahun

y = index harga

Dengan menggunakan persamaan diatas, maka harga index pada tahun perancangan yaitu pada tahun 2010 dapat diperoleh, yaitu :

$$y = 4.4829\,(2010) - 8569,3$$

$$= 441,3292$$

Purchased Equipment Cost (PEC) adalah harga pembelian alat-alat proses dari tempat pembelian. Harga peralatan proses selalu mengalami perubahan setiap tahun tergantung pada kondisi ekonomi yang ada. Untuk mengetahui harga peralatan yang ada sekarang dapat ditaksir dari harga tahun lalu berdasarkan indeks harga. Persamaan pendekatan yang digunakan untuk memperkirakan harga peralatan pada saat sekarang adalah [29] :

$$E_x = E_y \, x \frac{N_x}{N_y} \qquad \ldots(5.2)$$

Dimana :

N_y = Harga index untuk tahun y

N_x = Harga index untuk tahun x

E_x = Harga alat pada tahun x

E_y = Harga alat pada tahun y

Apabila suatu alat dengan kapasitas tertentu ternyata tidak memotong kurva spesifikasi, maka harga alat dapat diperkirakan dengan persamaan **[29]**:

$$Eb = Ea\left(\frac{Cb}{Ca}\right)^x \qquad \ldots(5.3)$$

Dimana :

Ea = Harga alat a

Eb = Harga alat b

Ca = Kapasitas alat a

Cb = Kapasitas alat b

x = eksponen

Harga eksponen tergantung dari jenis alat yang akan dicari harganya. Harga exponen untuk bermacam-macam jenis alat dapat dilihat pada Peter&Timmerhaus, "Plant Design And Economic For Chemical Engineering", 3th ed.,hal 170. Untuk alat yang tidak diketahui harga eksponennya maka diambil harga x = 0,6.

5.2. Dasar Perhitungan

Dasar perhitungan yang digunakan dalam analisis ekonomi adalah :

1) Kapasitas produksi : 25.000 ton/tahun
2) Satu tahun operasi : 330 hari
3) Pabrik didirikan tahun : 2010
4) Nilai kurs US $: 1 US $ = Rp 9800,00
5) Umur alat : 10 tahun
6) Upah buruh :
   a Buruh asing = $. 20 / man hour
   b Buruh lokal = Rp 10.000,00 / man hour
   c Perbandingan man hour asing = 1,5 man hour local

Daftar harga alat-alat pada pabrik Propylene Glycol dapat dilihat pada Tabel sebagai berikut :

1) Harga alat besar pada proses : Tabel 5.2 (a)
   Harga alat kecil pada proses : Tabel 5.2 (b)
2) Harga alat utilitas dalam Dollar : Tabel 5.3 (a)
   Harga alat utilitas dalam Rupiah : Tabel 5.3 (b)

Tabel 5.2 (a) Harga Alat Besar pada Proses

Nama Alat	Kode Alat	Jumlah	Harga Satuan, $	Harga Total, $
Reaktor Alir Pipa	RAP	1	207122,9768	207122,9768
Evaporator	EV	1	58295,3870	58295,3870
Mixer	M	1	4853,6541	4853,6541
Menara Distilasi	MD	1	4238,0717	4238,0717
Total		4		274510,0897

Tabel 5.2 (b) Harga Alat Kecil pada Proses

Nama Alat	Kode Alat	Jumlah	Harga Satuan, $	Harga Total, $
Accumulator	ACC - 01	1	15229,4722	15229,4722
Condensor -01	CD - 01	1	9948,7520	9948,7520
Condensor - 02	CD - 02	1	10426,3680	10426,3680
Reboiler	RB	1	5555,3215	5555,3215
Cooler - 01	CL - 01	3	7409,4272	22228,2818
Cooler - 02	CL - 02	1	8244,8463	8244,8463
Cooler - 03	CL - 03	1	3647,2949	3647,2949
Heater - 01	H - 01	6	8496,6538	50979,9233
Heater - 02	H - 02	1	8496,6538	8496,6538
Expander Valve	EV	10	2148,2087	21482,0871
Tangki - 01	T - 01	1	125843,3574	125843,3574
Tangki - 02	T - 02	1	342263,3645	342263,3645
Tangki - 03	T - 03	1	129774,8059	129774,8059
Pompa - 01	P - 01	2	4462,6617	8925,3234
Pompa - 02	P - 02	2	3349,4544	6698,9088
Pompa - 03	P - 03	2	579,8574	1159,7149
Pompa - 04	P - 04	2	2527,8127	5055,6255
Pompa - 05	P - 05	2	598,3651	1196,7303
Pompa - 06	P - 06	2	2274,2915	4548,5830
Pompa - 07	P - 07	2	2068,5749	4137,1498
Pompa - 08	P - 08	2	1089,3560	2178,7120
Pompa - 09	P - 09	2	1089,3560	2178,7120
Pompa - 10	P - 10	2	8235,1451	16470,2902
Pompa - 11	P - 11	2	4336,8044	8673,6088
Total		51		815343,8883

Tabel 5.3 (a) Harga Alat Utilitas dalam dolar

Nama Alat	Kode Alat	Jumlah	Harga Satuan, $	Harga Total, $
Flokulator	TF-01	1	180693,37	180693,3692
Boiler	BLU-01	1	55569,78	55569,7830
Clarifier	CL-01	1	171889,03	171889,0296
Cooling Tower	CT-01	1	25240,05	25240,0479
Deaerator	D-01	1	18315,67	18315,6665
KE	KE-01	2	4969,16	9938,3150
AE	AE-01	2	4969,16	9938,3150
Tangki Condensat	TU-04	1	16501,83	16501,8278
Tangki Desinfektan	TU-02	1	8970,61	8970,6062
Tangki Kaporit	TU-01	1	2243,29	2243,2931
Tangki NaCl	TU-05	1	7164,34	7164,3440
Tangki NaOH	TU-06	1	3202,16	3202,1574
Tangki N_2H_4	TU-09	1	7522,30	7522,3020
Tangki Umpan Boiler	TU-03	1	18865,92	18865,9179
Compressor-01	CU-01	1	3909,43	3909,4302
Blower CT-01	BU-01	1	7454,07	7454,0652
Pompa Utilitas-01	PU-01	2	2845,44	5690,8831
Pompa Utilitas-02	PU-02	2	2845,44	5690,8831
Pompa Utilitas-03	PU-03	2	2845,44	5690,8831
Pompa Utilitas-04	PU-04	2	2845,44	5690,8831
Pompa Utilitas-05	PU-05	2	2845,44	5690,8831
Pompa Utilitas-06	PU-06	2	2845,44	5690,8831
Pompa Utilitas-07	PU-07	2	2622,54	5245,0718
Pompa Utilitas-08	PU-08	2	2622,54	5245,0718
Pompa Utilitas-09	PU-09	2	2622,54	5245,0718
Pompa Utilitas-10	PU-10	2	274,49	548,9847
Pompa Utilitas-11	PU-11	2	274,49	548,9847
Pompa Utilitas-12	PU-12	2	274,49	548,9847
Pompa Utilitas-13	PU-13	2	274,49	548,9847
Pompa Utilitas-14	PU-14	2	180,05	360,0949
Total		45		147.755.178,8433

Tabel 5.3 (b) Harga Alat Utilitas dalam Rupiah

Nama Alat	Volume, m3	Kode alat	Jumlah	Harga, Rp
Bak Pengendap	682,99	BU-01	1	6.829.991.836
Bak Saringan Pasir	17,43	BSP	1	1.743.566.879
Bak Penampung Air Bersih	682,99	BU-02	1	6.829.991.836
Bak Air Kantor	16,47	BU-04	1	1647000
Bak Penampung Air Dingin	238,46	BU-05	1	2.384.696.603
Bak Penampung Air Proses	4,01	BU-03	1	40.130.388
Total			6	1.642.386.735

5.3. Perhitungan Biaya

Untuk menghitung biaya yang dibutuhkan agar Pabrik Propylene Glycol dapat dioperasikan.. Dalam perancanangan pabrik hendaknya dilakukan perhitungan biaya yang akan digunakan/dibelanjakan dan diusahakan agar menelan biaya yang rendah sehingga dapat terjadi efisiensi biaya yang baik, diantaranya :

5.3.1.1 Capital Investment

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

a) *Fixed Capital Investment* (FCI)

Fixed Capital Investment adalah biaya yang diperlukan untuk mendirikan pabrik beserta fasilitas-fasilitasnya. Meliputi : harga alat sampai ditempat, instalasi, pemipaan, instrumentasi, isolasi, listrik, bangunan, tanah, bangunan, utilitas, engineering & construction, constractor's fee, contingency fee/biaya tak terduga.. Lihat Tabel 5.4

b) *Working Capital Investment* (WCI)

Working Capital Investment adalah biaya-biaya yang diperlukan untuk menjalankan usaha atau modal untuk menjalankan operasi dari suatu pabrik selama waktu tertentu. Meliputi: raw material inventory/ persediaan bahan baku, inprocess inventory/bahan yang akan diproses, extended credit/produk ada pada distributor, available cash/adanya uang untuk gaji pegawai. Lihat Tabel 5.5

Tabel 5.4 Fixed Capital Invesment (FCI)

NO	Jenis Biaya	US $	Rp.
1	Harga Alat Sampai Ditempat	1.362.317.437	
2	Instalasi	301,172.3189	544.978.481
3	Pemipaan	610,052.5544	630.131.369
4	Instrumentasi	290,416.1646	51.091.732
5	Isolasi	38,990.5762	85.152.887
6	Listrik	242,611.0346	51.091.732
7	Harga Alat Lokal		164.238.673
8	Biaya Bangunan		27.860.000.000
9	Biaya Tanah		6.000.000.000
Pysical Plant Cost (PPC)		**6.903.162,83**	**35238367824**
10	Enginering & Construction	2.070.948,85	8.846.671.219
Direct Plant Cost (DPC)		**8.974.111,68**	**1.793.499.513**
11	Constractor Fee	897.411	7.173.998.053
12	Contigency Cost	1.346.116,75	6.635.003.415
Fixed Capital Invesment(FCI)		**11.217.639**	**213.426.442.084**

Tabel 5.5 Working Capital(WC)

NO	Jenis Biaya	US $	Rp.
1	Raw Material Inventory	1.840.544.939	
2	Process Inventory		15.196.191
3	Extended Credit		16.062.024.537
4	Product Inventory		5.014.743.059
5	Available Cost		16.062.024.537
Working Capital(WC)		1.840.544.939	**37.153.988.325**

Jadi Total Capital Invesment= (Fixed Capital Invesment + Working Capital)

= US $ 11.236.044.45 + Rp. 250.580.430.409

5.3.1.2 Manufacturing Cost

Manufacturing cost adalah biaya yang dikeluarkan untuk produksi suatu barang, yang merupakan jumlah dari *Direct Manufacturing Cost* (DC), *Indirect Manufacturing Cost* (IC) dan *Fixed Manufacturing Cost* (FC) yang berkaitan dengan produk.

a) *Direct Manufacturing Cost* (DC)

Direct Manufacturing Cost (DC) adalah pengeluaran yang berkaitan langsung dengan pembuatan produk. Meliputi : raw material, labour, supervision, plant supplies, maintenance, patent, utilitas. Lihat Tabel 5.4 (a)

b) *Indirect Manufacturing Cost* (IC)

Indirect Manufacturing Cost (IC) adalah pengeluaran-pengeluaran sebagai akibat tidak langsung karena operasi pabrik. Meliputi : laboratory, packaging & shipping, payroll overhead, plant overhead. Lihat Tabel 5.4 (b)

c) *Fixed Manufacturing Cost* (FC) .

Fixed Manufacturing Cost (FC) adalah harga yang berkaitan dengan *Fixed Capital Investment* dan pengeluaran-pengeluaran yang bersangkutan dimana harganya tetap, tidak tergantung waktu maupun tingkat produksi. Meliputi : depresiasi, property taxes/pajak property, asuransi. Lihat Tabel 5.4 (c)

5.3.1.3 General Expense

General Expense atau pemgeluaran umum meliputi pengeluaran-pengeluaran yang berkaitan dengan fungsi-fungsi perusahaan yang tidak termasuk *Manufacturing Cost.* Meliputi : administrasi, sales, research, finance/bunga bank. Lihat Tabel 5.5

Tabel 5.6 (a) Direct Manufacturing Cost (DMC)

NO	Jenis Biaya	US $	Rp.
1	Raw Material	6.692.890.708	
2	Labor Cost		3.805.200.000
3	Maintenance	6.599.169.596	6.467.186.204
4	Plant Supplies	989.875.438	970.077.930
5	Royalty & Patent		1.927.442.944
6	Utilities		1.986.500.612
Direct Manufacturing Cost (DMC)		**14.281.935.742**	**15.156.407.692**

Tabel 5.6 (b) Indirect Manufacturing Cost (IMC)

NO	Jenis Biaya	US $	Rp.
1	Pay Roll Over Head		570.780.000
2	Laboratorium		380.520.000
3	Plant Over Head		1.902.600.000
4	Packing & Shipping		38.052.000
Indirect Manufacturing Cost (IMC)			**2.891.952.000**

Tabel 5.6 (c) Fixed Manufacturing Cost (FMC)

NO	Jenis Biaya	US $	Rp.
1	Depreciation	2,639,667.839	25.868.744.818
2	Property Tax	659,916.9596	6.467.186.204
3	Insurance	329,958.4798	3.233.593.102
Fixed Manufacturing Cost (FMC)		**3.629.543.278**	**35.569.524.124**

Jadi Manufacturing Cost (MC) = DMC + IMC + FMC

= US $ 5057736.85 + Rp. 53.617.883.816

Tabel 5.7 General Expense (GE)

NO	Jenis Biaya	US $	Rp.
1	Administrasi		1.805.307.501
2	Sales Promotion		3.008.845.836
3	Research		24.070.766.684
4	Finance		7.213.873.439
General Expense (GE)			**36.098.793.460**

Jadi hasil perhitungan Production Cost (biaya produksi) adalah :

Production Cost = Manufacturing Cost + General Expense

= US $ 5057736.85 + Rp. 89.716.677.276

= US $ 5057736.85 + Rp. 89.716.677.276

Berdasarkan pertimbangan faktor dari diatas maka Pabrik Propylene Glycol membutuhkan biaya sebesar :

Total Capital Investment = US $ 11.236.044.45 + Rp. 250.580.430.409

Total Production Cost = US $ 5057736.85 + Rp. 89.716.677.276

Total Biaya = US $ 16293781.30 + Rp. 340.297.107.685

= Rp 499.976.164.447,00

Modal didapat dari :

1) Biaya dari para penanam saham sebesar 60 % Total Biaya
2) Pinjaman dari Bank sebesar 40 % dari Total Biaya dengan bunga pinjaman sebesar 2 % biaya tetap (FCI / Fixed Capital Investment)

5.4. Analisa Kelayakan

Untuk dapat mengetahui keuntungan yang diperoleh tergolong besar atau tidak, dan untuk mengetahui pabrik tersebut berpotensial untuk didirikan atau taidak, maka perlu dilakukan analisa kelayakan.

a) *Percent Return on Investment* (ROI)

Return on Investment (ROI) adalah perkiraan keuntungan yang dapat diperoleh setiap tahun berdasarkan pada kecepatan pengembalian modal tetap yang diinvestasikan.

$$ROI = \frac{\text{Pr}\,ofit}{Fixed\ Capital\ Cost} x100\% \qquad ...(5.4)$$

b) *Pay Out Time* (POT)

Pay Out Time adalah jumlah tahun yang dibutuhkan untuk pengembalian *Fixed Capital Investment* dengan keuntungan pertahun sebelum dikurangi depresiasi.

$$POT = \frac{Fixed\ Capital\ Cost}{\text{Pr}\,ofit + (0.1\,x\,Fixed\ Capital\ Investment)} x100\% \qquad ...(5.5)$$

c) *Break Even Point* (BEP)

Break Even Point adalah titik impas (kondisi dimana pabrik tidak mendapatkan keuntungan maupun kerugian). Kapasitas pabrik pada saat *sales* sama dengan *total cost*.

$$BEP = \frac{(Fa + 0.3Ra)}{(Sa - Va - 0.7Ra)} x100\% \qquad ...(5.6)$$

Dimana :

Fa = *Annual Fixed Expense*

Ra = *Annual Regulated Expense*

Va = *Annual Variable Expense*

Sa = *Annual Sales Value*

d) *Shut Down Point* (SDP)

Shut Down Point (SDP) adalah kapasitas minimal suatu pabrik dapat mencapai kapasitas produk yang diharapkan dalam satu tahun. Apabila tidak mampu mencapai persen minimal kapasitas tersebut dalam satu tahun, maka pabrik harus berhenti beroperasi atau tutup.

$$SDP = \frac{0.3Ra}{(SA - Va - 0.7Ra)} x100\% \qquad ...(5.7)$$

e) *Discount Cash Flow Rate* (DFCR)

Evaluasi keuntungan dengan cara *Discount Cash Flow* yaitu menghitung nilai uang yang berubah tiap tahun berdasarkan investasi yang tidak kembali setiap akhir tahun selama umur pabrik (*Present Value*).

Rate of Return dihitung dengan persamaan :

$$\frac{(FC + WC)(1+i)^n}{CF} = \left[(1+i)^{n-1} + (1+i)^{n-2} + ... + (1+i) + 1\right] + \left[\frac{(WC + SV)}{CF}\right] \qquad ...(5.8)$$

Dimana :

FC = *Fixed Cost*

WC = *Working Capital*

SV = *Salvage*

*Value*Ci = *Annual Cash Flow*

i = *Discount Cash Flow*

n = Umur pabrik

5.4.1 Hasil Analisa Ekonomi

a) Keuntungan = Hasil penjualan produk – Biaya produksi total

Biaya produksi total = Manufacturing Cost + General Expense

b) Keuntungan Sebelum Pajak = Rp. 96.468.584.273

Keuntungan Setelah Pajak = Rp. 42.446.177.080

Didalam pajak keuntungan 50 % telah termasuk zakat.

c) Return On Invesment (ROI), dengan persamaan ...(5.4)

ROI sebelum pajak = 53,04 %

ROI setelah pajak = 31,82 %

- ROI sebelum pajak untuk pabrik beresiko rendah minimum 11 % [1]

d) Pay Out Time (POT), dengan persamaan ...(5.5)

POT sebelum pajak = 2,5 tahun

POT setelah pajak = 4,7 tahun

- POT sebelum pajak untuk pabrik beresiko rendah maksimum 5 tahun. [1]

e) Shut Down Point (SDP), dengan persamaan ...(5.6)

SDP = 27,65 %

f) Break Even Point (BEP), dengan persamaan ...(5.7)

BEP = 48,23 %

g) Discounted Cash Flow rate of Return (DCFRR), dengan persamaan ...(5.8)

DCFRR = 48,87 %

Umur pabrik (n) = Rp. 10 tahun

Salvage value = Depresiasi

= Rp. 9.531.580.795

Cash Flow = Profit after taxes + Depresiasi + Finance

= Rp. 6.314.783.510

Work Capital = Rp. 37.334.000.000

Fixed Capital Invesment = Rp. 323.359.000.000

Discounted cash flow rate dihitung dengan cara trial & error:

$R = S$

$R = ((WC+FCI) \times ((1+ i)^n))/ CF$

$S = [(1+ i)^{n-1} + (1+ i)^{n-2} + (1+ i)^{n-3} + ... + (1+ i) + 1)] + ((WC+SV)/CF)$

Tabel 5.7 Hasil Perhitungan DCFR

i	((WC+FCI)*((1+ i)^n))/ CF	(((1+i)^(n-1))+((1 i)^(n-2))+((1+i)^(n-3))+.. .....+(1+ i)+1)+((WC+SV)/CF)
0.488	176.67553	
0.4881	176.79430	103.98118
0.4882	176.91314	104.03126
0.4883	177.03206	104.08136
0.4884	177.15104	104.13148
0.4885	177.27010	104.18162
0.4886	177.38923	104.23179
0.4887	177.50843	104.28198
0.4888	177.62770	104.33219
0.4889	177.74705	104.38243
0.489	177.86646	104.43268
0.4891	177.98595	104.48297
0.4892	178.10552	104.53327
0.4893	178.22515	104.58360
0.4894	178.34486	104.63395
0.4895	178.46464	104.68433

Dari hasil trial & error diatas, diperoleh :

Interest (i) = 48,87 %

Dari hasil analisa ekonomi maka kelayakan pabrik Propylene Glycol dapat digambarkan secara grafik, dengan ditunjukkan pada Grafik 5.1, yaitu hubungan

kapasitas produksi terhadap Break Event Point(BEP) dan Shut Down Point(SDP).

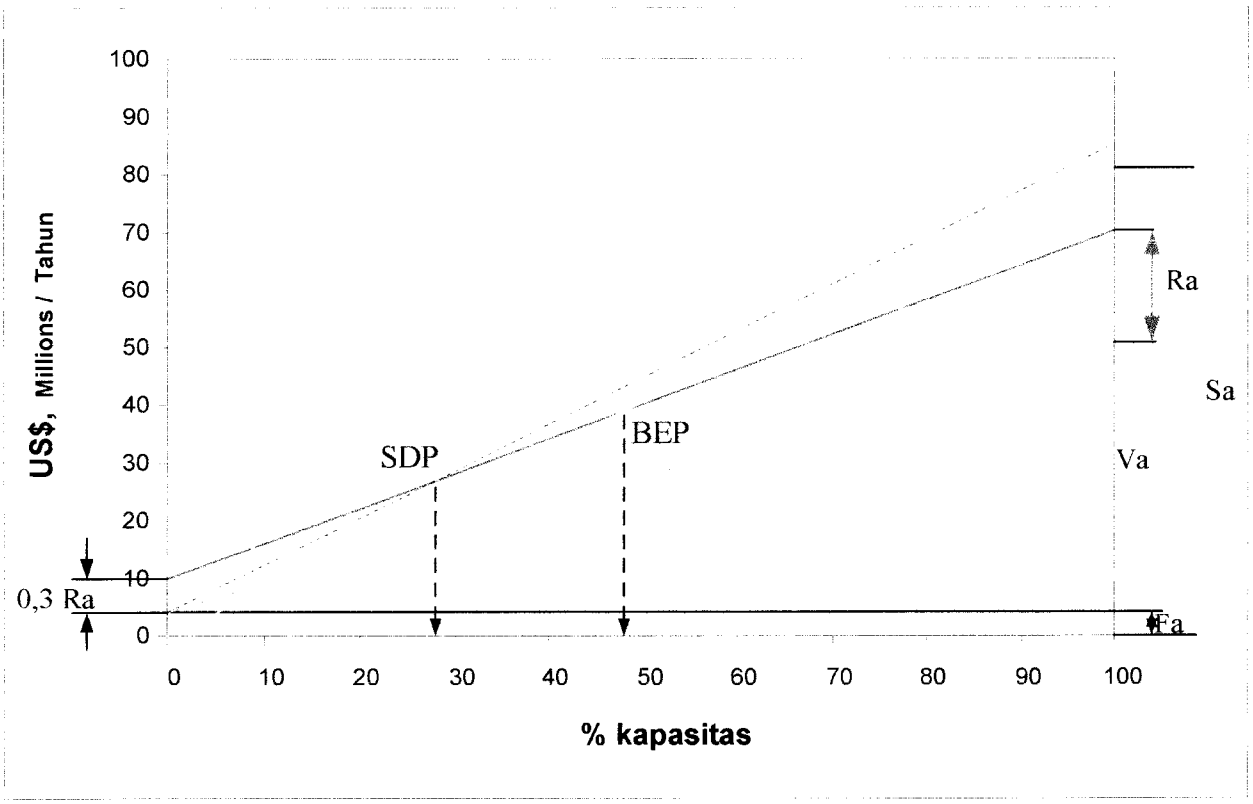
Dari grafik dapat dilihat harga-harga sebagai berikut :

1) Sa (Sales Price) = Harga jual produk.

2) Va (Variabel Cost) = Biaya yang harus dikeluarkan untuk mendukung penjualan produk yang meliputi biaya bahan baku, packing & shipping, utilitas dan royalty & patent.

3) Ra (Regulated Cost) = Biaya produksi yang meliputi labor cost, payroll overhead, plant overhead, laboratorium, general expense, maintenance, plant supplies.

4) Fa (Fixed Cost) = Biaya yang dikeluarkan jika pabrik tidak berproduksi yang meliputi depresiasi, property taxes, insurance.



Gambar 5.1 Hubungan Antara Kapasitas Produksi Terhadap BEP dan SDP

BAB VI

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa dari segi proses dan analisa teknis terhadap pabrik Propylene Glycol dari Propylene Oxide maka dapat diambil kesimpulan :

1) Pabrik Propylene Glycol ini, direncanakan akan didirikan di Cilacap, Jawa Tengah. karena dekat dengan bahan baku dan pelabuhan serta merupakan kota industri..
2) Ditinjau dari segi peralatan, proses pembuatan/mekanisme proses, maka pabik Propylene Glycol digolongkan sebagai pabrik yang beresiko rendah karena berjalan pada tekanan atmosferik. Dan produk yang dihasilkan mempunyai kemurnian yang tinggi yaitu 97 %

Hasil analisis kelayakan pabrik tersebut untuk kapasitas produksi 20.000 ton/tahun adalah sebagai berikut :

1) Keuntungan sebelum pajak sebesar Rp. 96.468.000.000.00
   dan keuntungan setelah pajak sebesar Rp. 42.446.000.000,00.
2) *Return on Investment* sebelum pajak adalah : 53,04 %
   Return on Investment sesudah pajak adalah : 31,82 %
   Syarat ROI minimum untuk pabrik beresiko rendah sebesar 11 % [1]

3) *Pay Out Time* sebelum pajak adalah : 2,5 tahun.

   Pay Out Time sesudah pajak adalah : 4,7 tahun.

   Syarat POT sebelum pajak untuk pabrik beresiko rendah minimal 5 tahun

4) *Break Even Point* sebesar 48,23 %.

   Nilai BEP untuk pabrik beresiko rendah berkisar antara 40 – 60 %.

5) *Shut Down Point* (SDP) pada 27,65 %

6) *Discounted Cash Flow Rate of Return* sebesar 48,87 %.

Dari hasil analisa ekonomi di atas dapat diambil kesimpulan bahwa pabrik Propylene Glycol dari Propylene Oxide dengan kapasitas 25.000 ton/tahun layak untuk didirikan

DAFTAR PUSTAKA

Aries, R.S and Newton, R.D, 1954, " *Chemical Engineering Cost Estimation* ", Mc GrawHill Book Co. Inc, New York

Biro Pusat Statistik, 1993, " *Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia* ", Edisi April, Jakarta

Brown, G.G, 1978, " *Unit Operation* ", 14th ed, Modern Asia Edition, John Wiley and Sons. Inc, New York

Brownell, L.E and Young, E.H, 1983, " *Process Equiment Design* ", John Wiley and Sons. Inc, New York

Coulson, J.J and Richardson, J.F, 1983, " *Chemical Equiment Design* ", John Wiley and Sons. Inc, New York

Coulson, J.J and Richardson, J.F, 1983, " *Chemical Equiment Design* ", vol 6, Pergamon Press, Oxford

Hill, C.G, 1996, " *An Introduction to Chemical Engineering Kinetics and Reactor Design* ", John Wiley and Sons. Inc, New York

Kern, D.Q, 1985, " *Process Heat Transfer* ", Mc GrawHill Book Co. Ltd, New York

Ludwig, E.E, 1984, " *Aplied Process Design for Chemical and Petrochemical Plants* ", 2nd ed, vol 1, 2, 3., Gulf Publishing Company

Mc Cabe, W.L, Smith, J.C, and Harriot, P., 1985, " *Unit Operation of Chemical Engineering* ", 4th ed, Mc GrawHill Book Co. Singapore

Mc Ketta, J.J and Cunningham, W.A, 1975, " *Encyclopedia of Chemical Processing and Design* ", vol 1, Marcell Decker. Inc, New York

Perry, R.H and Chilton, C.H, " *Chemical engineering's Hand Book* ", 6th ed, Mc GrawHill Book Kogakusha, Tokyo

Peters, M.S and Timmerhouse, K.D, 1981, " *Plant Design Economic's for Chemical engineering's* ", 4th ed, Mc GrawHill Book Co. Ltd., New York

Rase, H.F and Barrow, M.H, 1957, " *Chemical Reactor Design for Process Plant* ", John wiley and Sons. Inc, New York

Smith, J.M, 1973, " *Chemical Engineering Kinetic's* ", 3rd ed, Mc GrawHill Book Kogakusha, Tokyo

Smith, J.M and Van Ness, H.C, " *Introduction to Chemical Engineering Thermodinamic's* ", 2nd ed, Mc GrawHill Book Co. Ltd., New York

Treyball, R.E, 1979, " *Mass Transfer Operation's* ", 3rd ed, Mc GrawHill Book Kogakusha, Tokyo

Ulrich, G.D, 1984, " *A Guide to Chemical engineering Process Design and Economic's* ", John Wiley and Sons. Inc, New York

Wallas, Stenley, M., 1991, " *Chemical Process Equiment Selection and Design* ", Mc GrawHill Book Co., Tokyo

PROSES ENGINEERING FLOW DIAGRAM

PABRIK PROPYLENE GLYCOL DARI PROPYLENE OXIDE DENGAN PROSES HIDRASI

DENGAN KAPASITAS 25.000 TON / TAHUN

KOMPONEN	ALIRAN PROSES (Kg/Jam)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
PROPYLENE OXIDE	-	150.5746	167.3051	16.7305	16.7305	-	-	-
PROPYLENE GLYCOL	-	-	-	3061.8686	-	3061.8686	2970.0126	91.8560
DIPROPYLENE GLYCOL	-	-	-	431.7480	-	431.7480	12.5206	418.7955
AIR	3346.1039	-	3677.6524	334.6103	331.2790	3.0618	3.0618	-

KETERANGAN

R	Reaktor	▭	Suhu, °C
MD	Menara Distilasi	◇	Tekanan,atm
M	Mixer	○	Nomor Arus
EV	Evaporator	LI	Level Indikator
HE	Heat Exchanger	TI	Temperatur Indikator
P	Pompa	PI	Pressure Indikator
T	Tangki	LC	Level Contol
ACC	Accumulator	TC	Temperatur Control
CD	Condensor	PC	Pressure Control
RB	Reboiler	FC	Flow Control
EXV	Expander Valve		

JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM
PABRIK PROPYLENE GLYCOL DARI PROPYLENE OXIDE
DENGAN PROSES HIDRASI
DENGAN KAPASITAS 25.000 TON/TAHUN

DISUSUN OLEH :
ERY TRI HATMOKO (01 521 249)

DOSEN PEMBIMBING :
Diana, ST, MSc.

LAMPIRAN

REAKTOR ALIR PIPA

Fungsi : Mereaksikan *Propylene Oxide* dengan Air sehingga membentuk *Propylene Glycol.*

Type : Reaktor Alir Pipa

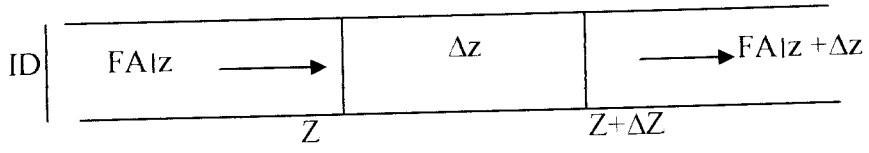
Kondisi Operasi : Temperatur 140-200°C

Pressure 29,1 atm

Reaktor Alir Pipa pada Pra Rancangan Pabrik *Propylene Glycol* ini ditempatkan secara horizontal, dimaksudkan untuk mendapatkan konversi yang maksimal di reaktor. Kondisi operasi pada reaktor adalah adiabatic, dimana tidak ada panas yang masuk dan panas yang keluar. Untuk menjaga kondisi tersebut maka pada reaktor digunakan isolasi. Reaksi yang terjadi di reaktor adalah eksotermis.

Neraca Massa

Neraca massa pada elemen volume, Δz



Asumsi

- Konsentrasi reaktan merata dalam arah radial
- Tidak ada disfusi reaktan arah axial
- Sistem dalam keadaan steady state

Rate of input – rate of output – rate of reaction = rate of accumulation

$$FA|z - FA|z+\Delta z - rA\,\Delta v = 0$$

$$FA|z - FA|z+\Delta z + rA * \frac{\Pi}{4}\Delta z * ID^2 = 0$$

$$\frac{Lim}{\Delta v \to 0}\ \frac{FA|z+\Delta z - FA|z}{\Delta z} = -rA * \frac{\Pi}{4} * ID^2$$

Karena : $F_A = F_Ao * (1-X_A)$

$$dF_A = F_Ao * dX_A$$

$$\frac{dFA}{dz} = F_{Ao} * \frac{dX_A}{dz}$$

Maka : $$-rA * \frac{\Pi}{4} * ID^2 = F_{Ao} * \frac{dX_A}{dz}$$

$$\frac{dX_A}{dz} = \frac{-rA * \Pi * ID^2}{4 * F_{Ao}}$$

keterangan :

ID = Diameter dalam pipa

X_A = Konversi PO

F_Ao = PO masuk ke reaktor, kg/jam

F_A = PO keluar reaktor, kg/jam

Neraca Panas

Elemen volum sebuah tube pada reaktor

Asumsi :

- Sistem dalam keadaan steady state
- Aliran plug flow
- Tidak ada gradient dalam suhu arah radial

Rate of input – rate of output = rate of accumulation

Pada keadaan steady state yang terakumulasi = 0

$$H|z - H|z+\Delta z + U_D * \Pi * \Delta z * OD * (T - T_S) + F_{Ao} * X_A * (-\Delta H_R) = 0$$

$$\frac{H|z+\Delta z - H|z}{\Delta z} = F_{Ao} * X_A * (-\Delta H_R) - U_D * \Pi * OD * (T - T_S)$$

Untuk keadaan Adiabatis $U_D = 0$

Limit $\Delta Z \longrightarrow 0$

$$\frac{dH}{dz} = F_{Ao} * \frac{dX_A}{dz} * (-\Delta H_R)$$

$$\Sigma (F_i * C_{pi}) \frac{dT}{dz} = F_{Ao} * \frac{dX_A}{dz} * (-\Delta H_R)$$

$$\frac{dT}{dz} = \frac{F_{Ao} * \frac{dX_A}{dz} * (-\Delta H_R)}{\Sigma (F_i * C_{pi})}$$

Karena : $F_{Ao} * \frac{dX_A}{dz} = (-rA) * \frac{\Pi}{4} * ID^2$

Maka :

$$\frac{dT}{dz} = \frac{(-rA) * \frac{\Pi}{4} * ID^2 * (-\Delta H_R)}{\Sigma (F_i * C_{pi})}$$

Untuk Nt buah pipa :

$$\frac{dT}{dz} = \frac{(-rA) * \frac{\Pi}{4} * ID^2 * (-\Delta H_R) - U_D * \Pi * OD * N_t * (T - T_s)}{\Sigma (F_i * C_{pi})}$$

karena untuk adiabatis $U_D = 0$, maka persamaan menjadi :

$$\frac{dT}{dz} = \frac{(-rA) * \frac{\Pi}{4} * ID^2 * (-\Delta H_R)}{\Sigma (F_i * C_{pi})}$$

ket

ΔH_R = Entalpi reaksi, Kcal/Kmol

OD = Diameter rata-rata pipa

U_D = Koefisien transfer panas overall design, Kcal/ j m^2

Fi = Kecepatan aliran umpan, Kmol/jam

Cpi = molal heat capacity komponen, Kcal/Kmol K

T = Suhu fluida dalam pipa, K

Dari persamaan diatas dengan Trial Error dapat ditentukan besarnya ID dan panjang reaktor sesungguhnya adalah :

ID = 2,6 m

T = 199,87 °C

Panjang reaktor = 11,5 m

$$V_R = \pi/4 \, D^2 Z$$

$= 110{,}4907 \text{ m}^3$

Waktu tinggal = $\tau = \frac{V.Cao}{Fao}$

= 0,0349 jam

= 2,0950 menit

Neraca Panas Masuk

Komponen	Kg/jam	Kmol/jam	Cp (kj/kmol °C)	M x Cp
H_2O	3677,6524	204,3140	32,243	6587,6963
PO	167,3051	2,8845	40,3073	80,6146
				66683,3109

Q_1 = m x Cp x $(T-T_R)$

= 140034,5289 kj/jam

Neraca Panas Keluar

Komponen	Kg/jam	Kmol/jam	Cp (kj/kmol °C)	m.Cp
PO	16,7305	0,2884	46,8268	13,5048
PG	3061,8686	40,2348	105,3541	4238,9011
DPG	431,7480	3,222	169,9709	547,3062
H_2O	334,6103	18,5894	46,9713	873,1682
				5672,8803

Q_2 = m x Cp x $(T - T_R)$

= 119130,4863 kj/jam

Panas Reaksi

PO yang bereaksi = PO umpan x PO keluar

= 0,8318 kmol/jam

Panas Reaksi = ΔH_R x PO yang bereaksi

= - 200360 kj/kmol x 0,8318 kmol/jam

= -166677,4403 kj/jam

Panas reaktan – panas produk – panas reaksi – panas dibuang = 0

Panas dibuang = 200554,8162 kj/jam

- Menentukan kecepatan reaksi

Dari GKT Project 2004 didapat data :

$$C_3H_6O + H_2O \longrightarrow C_3H_8O_2$$

$-rA = k * C_A$

dimana : $k = A * e^{-E/RT}$

Pada T = 200^0 C, didapat data : k = 0.218/menit

E = 120 Kj/mol

= 120000 J/mol

Nilai A pada T = 200^0 C

$K = A * e^{-E/RT}$

$0.218/mnt = A * e^{-120000\ J/mol\ /\ (8.314\ J/mol\ K)*(473\ K)}$

$A = 3.8981 * 10^8$

- Menentukan nilai C_Ao

Komponen	Kg/jam	$\rho, kg/m^3$	Volume, m^3/jam
PO	150,5747	829	0.1816
H_2O	3346,1040	998	3.3528

$$n_{AO} = \frac{150{,}5747 kg/jam}{58 Kg/Kmol} = 2.5961 Kmol/jam$$

Maka :

$$C_{AO} = \frac{n_{AO}}{V_O} = \frac{2,5961 Kmol/jam}{0,1816} = 14.2957 Kmol/m^3$$

F_{AO} = (0.1816+3.3528)m^3/jam * 14.2957 Kmol/m^3

= 50.5267 Kmol/jam

2. Persamaan pendukung

- Pressure Drop

Dalam reaktor alir pipa akan mengalami penurunan tekanan. Untuk mengetahui besarnya penurunan tekanan tersebut bisa digunakan rumus Ernest Ludwig hal 162

$$\frac{\Delta P}{\Delta Z} = \frac{f * G_T^{\,2} * L * n}{5,22 * 10^{10} * D_e * s * \Phi t}$$

Dimana : G_T : Kecepatan aliran massa gas dalam pipa, g/cm^2J

s : Spesifik gravity

De : Diameter pipa, ft

f : Faktor friksi

L : Panjang pipa, ft

n : Jumlah pipa

$$\frac{\Delta P}{\Delta Z} = \frac{f * G_t^{\,2} * L * n}{5,22 * 10^{10} * D_e * s * \Phi t}$$

$$\Delta P = \frac{0,000018 * 4710698,943^{\,2} * 1 * 11,089104}{5,22 * 10^{10} * 4,068192 * 1.155 * 1}$$

ΔP = 0,018 Psi

= 0,001224 Atm

- Panas reaksi Standar

Reaksi yang terjadi bersifat eksotermis, panas yang dikeluarkan adalah sebagai berikut:

Suhu referensi = 298 ^{0}K

$$\Delta H_{RT} = \Delta HR\,298 + \int_{T\,298}^{T} \Delta Cp\ dT$$

Reaksi 1 : $C_3H_6O + H_2O \longrightarrow (C_3H_8O_2)$

Reaksi 2 : $C_3H_6O + C_3H_8O_2 \longrightarrow C_6H_{14}O_3$

$2C_3H_6O + H_2O \longrightarrow C_6H_{14}O_3$

Panas pembentukan pada keadaan standart, (J/mol)

C3H6O = ΔHf = -92820 J/mol

$C_6H_{14}O_3$ = ΔHf = -628000 J/mol

H_2O = ΔHf = -242000 J/mol

(Properties Data Bank)

$\Delta H^0R = \Delta Hf(C_6H_{14}O_3)-(\Delta Hf\ H_2O + 2*\Delta Hf\ C3H6O)$

= - 200360 J/Kmol

- Kapasitas panas

Kapasitas panas dapat didekati dengan persaman polynomial orde 3:

$Cp = a + bT + cT^2 + dT^3$, Joule/mol k

Cp PO = $-8{,}457 + 3{,}256*10^{-1}\ T - 1{,}988*10^{-4}\ T^2 + 4{,}823\text{-}10^{-8}\ T^3$

Cp PG = $0{,}632 + 4{,}211*10^{-1}\ T - 2{,}981*10^{-4}\ T^2 + 8{,}951*10^{-8}\ T^3$

Cp DPG = $45{,}3517 + 6{,}332*10^{-1}\ T - 3{,}357*10^{-4}\ T^2 + 8{,}9*10^{-8}\ T^3$

Cp H_2O = $32{,}243 + 1{,}923*10^{-3}\ T + 1{,}055.10^{-5}\ T^2 - 3{,}596.10^{-9}\ T^3$

(Appendix D) Coulson Richadson

Tref = 298 ^{0}K

Didapat : ΔA = 69,7697 ΔC = $-\ 8{,}2205\ *10^{-4}\ T^2$

ΔB = 1,5722 T ΔD = $2{,}23144\ *\ 10^{-8}\ T^3$

Sehingga

$$\int \Delta Cp\,dT = 69{,}7697(T-298) + \frac{1{,}5722}{2}(T-298)^2 - \frac{8{,}2205*10^{-5}}{3}(T-298)^3 + \frac{2{,}23144*.10^{-8}}{4}(T-298)^4 dT$$

Maka

$$\Delta HR = \Delta H^0 R + \int \Delta Cp \, dT$$

$$\Delta HR = \Delta H^0 R + \Delta A(T-298) + \frac{\Delta B}{2}(T-298)^2 + \frac{\Delta C}{3}(T-298)^3 + \frac{\Delta D}{4}(T-298)^4$$

$$= \begin{aligned} &-200360\ J/mol + 69{,}7697(T-298) + \frac{1{,}5722}{2}(T-298)^2 \\ &-\frac{8{,}2205 * 10^{-4}}{3}(T-298)^3 + \frac{2{,}23144 * 10^{-8}}{4}(T-298)^4 \end{aligned}$$

3. Perhitungan Dimensi Reaktor

Tebal dinding shell reaktor

1. Tekanan design (diambil 1,5 dari tekanan operasi)

   P operasi max = 1,5 atm * 29,1

   = 34,92 Atm

   P design = 34,92 * 14,7 Psi

   = 513,324 Psi

2. Bahan konstruksi shell

   Dipilih material Stainless stell SA-285 grade C,

   Komposisi 18 % Cr- 8 % Ni

3. Tebal dinding shell

   dihitung dengan persamaan

$$ts = \frac{P * r}{f * E - 0{,}6P} \quad \text{...(Brownell and Young)}$$

Dimana :

Ts = Tebal dinding shell, inchi

P = Tekanan design, Psi

r = Radius dinding dalam shell, inchi

E = Effisiensi sambungan

f = Allowable working stess, Psi

C = faktor korosi, inchi

Dari tabel 13.1 Brownell and Young, diperoleh:

f = 13750 Psi

E = 0,85 dengan sambungan jenis double bult joint

C = 0,125

Dengan IDs = 106,12 in

r = 51,18 in

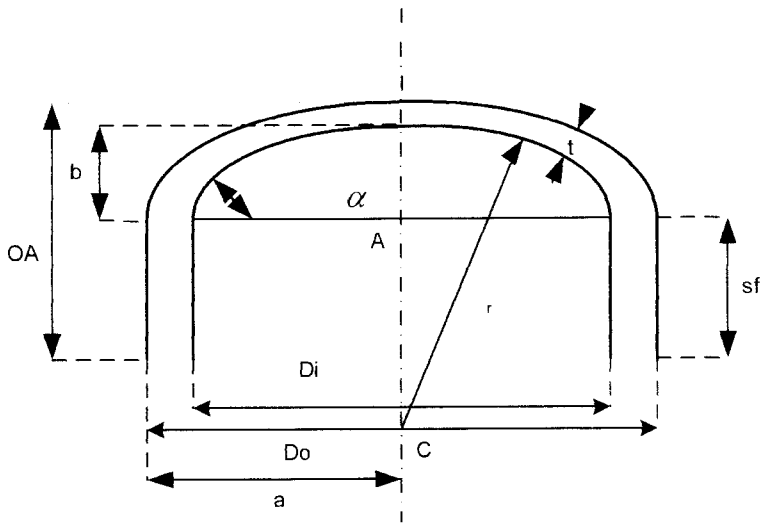
$$ts = \frac{513{,}324 * 51{,}18}{(13750 * 0{,}85) - (0{,}6 * 513{,}324)}$$

$$= 2{,}30 \text{ in}$$

Dipilih tebal dinding standart 7/3 in

Tebal head reaktor

- Bentuk head : Elliptical head



- Bahan Konstruksi : Material stainless stell SA-167 grade 3 type 304

(Appendix D, Brownell and Young)

- Tebal Head :

Dihitung dengan persamaan 13.12 Brownell and Young

$$th = \frac{P * D}{2 * f * E - 0{,}2 * P}$$

Dimana :

P : Tekanan design, Psi

r : jari-jari luar shell, inchi

E : Effisiensi sambungan

f : Alloable working stess, Psi

th : Tebal head, inchi

$$th = \frac{513,324 * 102.36}{(2 * 13750 * 0,85) - (0,2 * 513,324)}$$

$= 2,25$ in

Digunakan tebal head standart = 7/8 inchi, =0,875 inchi

Untuk th 7/8 inchi, maka sf = 1,5 – 2,25(tabel 5.8, Brownell and Young)

Ditetapkan harga sf = 2 in

ID = Dt

ID = 102,36 in

OD = ID + 2 ts

OD = 102,36 + 2 * (2,30)

= 103,97 in

Dipilih OD standart shell = 54 in

Dari tabel 5.7, Brownell and Young

Icr = 9 in

R = 72 in

a = ID / 2

= 51,18

AB = a - icr

= 42,18 in

BC = r - icr

= 63 in

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

= 19 in

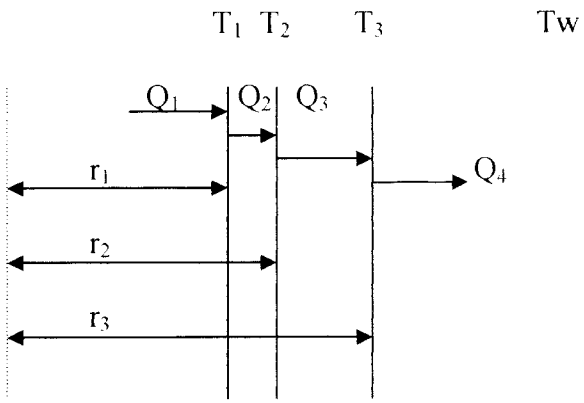
b = r - AC

= 53 in

OA = t + b + sf

= 63

Tebal Isolasi



Keterangan :

r_1 = Jari-jari dalam reaktor

r_2 = Jari-jari luar reaktor

r_3 = Jari-jari luar reaktor + isolasi

Tw = Suhu udara luar

Q_1 = Transfer panas konveksi dari pendingin ke dinding dalam reaktor

Q_2 = Transfer panas koduksi dari dinding dalam ke dinding luar reaktor

Q_3 = Transfer panas konduksi dari dinding luar reaktor ke dinding isolasi

Q_4 = Transfer panas konveksi dari dinding isolasi ke udara

Asumsi :

a. Keadaan steady state

b. Suhu dinding luar shell terisolasi = 50 ^{0}C

c. Suhu udara luar/lingkungan = 35 ^{0}C

Bahan isolasi = Asbestos

Ka = 0,114 Btu / j,ft°F (Kern,1988)

Untuk dinding shell Stainless stell

Ks = 26 Btu / j,ft°F

Koeffisien perpindahan panas konveksi keudara dinyatakan dengan

hc = 0,814 Btu / j ft^2°F

Menghitung tebal isolasi diambil pada suhu tertinggi reaktor

Tw = 60 ^{0}C = 140 ^{o} F

L = 11,5 m = 37,69 ft

r_1 = 4,62 ft, r_2 = 4,45 ft

Pra
Pro
26

J

$$T = 179\ ^{o}C = 354{,}2\ ^{o}F$$

Mencari panas yang hilang bila tidak digunakan isolasi

$$Qloss = \frac{T - Tw}{\left(\frac{Ln(r_2 / r_1)}{2 * \pi * Ka * L}\right)}$$

$$= \frac{354{,}2 - 140}{\frac{Ln(4{,}62 / 4{,}45)}{2 * \pi * 0{,}114 * 37{,}69}}$$

$$= 813{,}228 \text{ Btu/jam}$$

Panas yang hilang ke sekitar dengan isolator mempunyai batas maksimum 5% dari panas yang hilang. Jika menggunakan isolator maka batas maksimum panas yang hilang tersebut akan lebih kecil.

Panas hilang maksimum

$$= 0{,}05 * 27660{,}05936 \text{ Btu/jam}$$

$$= 1383{,}002968 \text{ Btu/jam}$$

Apabila menggunakan isolasi asbes maka

Q isolasi = Q loss - panas hilang maksimum

$$= 26277{,}0564 \text{ Btu/jam}$$

Mencari tebal isolasi

$$Qisolasi = \frac{2\pi L(T - Tw)}{\frac{Ln(r_2 / r_1)}{Ks} + \frac{Ln(r_3 / r_2)}{Ka} +}$$

$$26277{,}0564 = \frac{2\pi * 11{,}1516(403{,}85786 - 95)}{\frac{Ln(4{,}5/4{,}0682)}{32} + \frac{Ln(r_3/4{,}5)}{0{,}129}} +$$

$r_3 = 5{,}0021$ ft

Jadi tebal isolasi = $r_3 - r_2$

$= 0{,}5021$ ft

$= 0{,}1530$ m

$= 15{,}30$ cm