TA/TK/2012/56

PRA RANCANGAN PABRIK *ETHANOL*
DARI ETILEN DAN AIR
DENGAN KAPASITAS 35.000 TON / TAHUN

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia

Oleh :

Nama	**: Riki Rikardo**	**Nama**	**: Adyathma Saputra**
No. Mhs	**: 08521020**	**No. Mhs**	**: 08521029**

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

2012

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL

PRA RANCANGAN PABRIK *ETHANOL* DARI ETILEN DAN AIR KAPASITAS 35.000 TON/ TAHUN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama	**: Riki Rikardo**	**Nama**	**: Adyathma Saputra**
No. Mhs	**: 08521020**	**No. Mhs**	**: 08521029**

Yogyakarta, 4 Juli 2012

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

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

Riki Rikardo

Adyathma Saputra

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

PRA RANCANGAN PABRIK ETHANOL DARI ETHYLENE DAN AIR KAPASITAS 35.000 TON/TAHUN

TUGAS AKHIR

Disusun oleh:

Riki Rikardo	08 521 020
Adyathma Saputra	08 521 029

Yogyakarta, 4 Juli 2012

Menyetujui,

Dosen Pembimbing Tugas Akhir

Pembimbing,

Arif Hidayat, S.T., M.T.,

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PRA RANCANGAN PABRIK *ETHANOL* DARI ETILEN DAN AIR DENGAN KAPASITAS 35.000 TON/TAHUN

TUGAS AKHIR

Oleh :

Nama	: Riki Rikardo	Nama	: Adyathma Saputra
No. Mhs	: 08521020	No. Mhs	: 08521029

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

Yogyakarta, 3 Agustus 2012

Tim Penguji,

Arif Hidayat, ST., MT
Ketua

Ir. Bachrun Sutrisno, M.Sc
Anggota I

Khamdan Cahyari, ST., M.Sc
Anggota II

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

Dra. Hj. Kamariah Anwar, MS.

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb.

Segala puji dan syukur kita panjatkan Ke-hadirat Allah SWT sehingga kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Teriring sholawat serta salam semoga tercurah kepada suri tauladan kita Nabi Muhammad SAW.

Sesuai dengan kurikulum pada program studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Industri Universitas Islam Indonesia, maka salah satu kewajiban bagi setiap mahasiswa adalah menempuh Tugas Akhir yang merupakan syarat yang harus ditempuh untuk menuju kelulusan. Untuk memenuhi kewajiban tersebut, maka penyusun telah melaksanakan Tugas Akhir dengan mengambil judul *Pra rancangan Pabrik Ethanol dari Ethylene dan Air Kapasitas 35.000 ton/tahun.*

Terlaksananya Tugas Akhir ini tentu saja tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Gumbolo HS., Ir., M Sc, selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
2. Ibu Dra., Hj. Kamariah Anwar, MS., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Arif Hidayat S.T.,M.T., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan dalam penyusunan dan penulisan Tugas Akhir ini.

4. Seluruh civitas akademika di lingkungan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
5. Orang tua, kakak, adik serta seluruh teman-teman jurusan teknik kimia Universitas Islam Indonesia angkatan 2008. Kami ucapkan terimakasih atas dukungan dan doanya.
6. Semua pihak yang telah membantu penyusun hingga terselesaikannya laporan ini.

Penyusun menyadari bahwa dalam penyusunan laporan ini masih banyak kesalahan dan kekurangannya. Oleh sebab itu, penyusun mengharapakan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan penulisan yang akan datang.

Akhirnya penyusun berharap laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis pada khususnya dan bagi pembaca pada umumnya.

Wassalammualaikum. Wr.Wb.

Yogyakarta, 4 Juli 2012

Penyusun

HALAMAN MOTTO

“Tiada doa yg lebih indah selain doa agar skripsi ini cepat selesai**”**

“Kuolah kata, kubaca makna, kuikat dalam alinea, kubingkai dalam bab sejumlah lima, jadilah mahakarya, gelar sarjana kuterima, orangtua,calon istri/suami dan calon mertua pun bahagia**”**

“Wisuda setelah 8 semester adalah kesuksesan yang tertunda**”**

“Lebih baik terlambat daripada tidak wisuda sama sekali**”**

“Saya datang, saya bimbingan, saya ujian, saya revisi dan saya menang!**”**

“Jika sesuatu yang kita pikir bisa dan mungkin itu adalah benar
Dan jika sesuatu yang kita pikir tidak bisa, tidak mungkin itu juga benar
Jaga pikiran positif, jangan takut bermimpi karena dengan bermimpi segala sesuatu yang tidak mungkin menjadi mungkin”
(Habib)

“Manusia itu bias hebat dan bias memenangkan peperangan hidup di dunia karena ouya motivasi yang luaarrrrr biasa…jadi tidak ada istilah malas, gak bias, dan gak mungkin.”

DAFTAR ISI

Halaman Judul ..... **i**

Halaman Pernyataan ..... **ii**

Halaman Pengesahan Pembimbing ..... **iii**

Halaman Pengesahan Penguji ..... **iv**

Kata Pengantar ..... **v**

MOTTO ..... **vii**

Daftar Isi ..... **viii**

Daftar Tabel ..... **xi**

Daftar Gambar ..... **xiii**

Abstrak ..... **xiv**

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Tinjauan Pustaka 6

1.3 Pemilihan Proses 10

BAB II PERANCANGAN PRODUK

2.1 Spesifikasi Produk 12

2.1.1 Produk (etanol) 12

2.2 Spesifikasi Bahan 12

2.2.1 Bahan Baku 12

2.2.2 Bahan Pembantu 14

2.3 Pengendalian Kualitas 14

BAB III PERANCANGAN PROSES

3.1 Uraian Proses 16

3.1.1 Persiapan Bahan Baku 16

3.1.2 Reaksi Dalam Reaktor 17

3.1.3 Pemisahan dan Pemurnian Produk 17

3.2 Metode Penentuan Perancangan 18

3.2.1 Penentuan Neraca Massa 18

3.2.2 Neraca Panas 21

3.2.3 Spesifikasi Alat 22

3.3 Perencanaan Produksi 39

BAB IV PERANCANGAN PABRIK

4.1 Lokasi Pabrik 42

4.1.1 Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik 42

4.1.2 Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik 44

4.2 Tata Letak Pabrik 45

4.3 Tata Letak Alat Proses 52

4.4 Alir Proses dan Material 55

4.5 Perawatan (*Maintenance)* 57

4.6 Pelayanan Teknik (Utilitas) 58

4.6.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air 59

4.6.2 Unit Pembangkit Steam 66

4.6.3 Unit Pembangkit Listrik 68

4.6.4 Unit Penyediaan Udara Tekan 68

4.6.5 Unit Penyediaan Bahan Bakar 69
4.6.6 Spesifikasi Alat-alat Utilitas 69
4.7 Laboratorium 95
4.7.1 Kegunaan Laboratorium 95
4.8 Organisasi Perusahaan 97
4.8.1 Bentuk Organisasi Perusahaan 97
4.8.2 Struktur Organisasi Perusahaan 98
4.8.3 Tugas dan Wewenang 101
4.8.4 Pembagian Jam Kerja Karyawan 109
4.8.5 Penggolongan Jabatan, Karyawan dan Gaji 111
4.8.6 Kesejahteraan Sosial Karyawan 120
4.8.7 Manajemen Produksi 122
4.9 Evaluasi Ekonomi 125
4.9.1 Penaksiran Harga Peralatan 126
4.9.2 Dasar Perhitungan 129
4.9.3 Perhitungan Biaya 130
4.9.4 Analisa Kelayakan 131
4.9.5 Analisa Keuntungan 141
4.9.6 Hasil Kelayakan Ekonomi 141
BAB V PENUTUP
5.1 Kesimpulan 144
DAFTAR PUSTAKA 146
LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Perkembangan konsumsi etanol di Indonesia 2

Tabel 3.1 Neraca massa reaktor-01 (R-01) 19

Tabel 3.2 Neraca massa separator-01 (SP-01) 19

Tabel 3.3 Neraca massa menara destilasi-01 (MD-01) 20

Tabel 3.4 Neraca massa adsorber-01/02 (AD-01/02) 20

Tabel 3.5 Neraca panas reaktor-01 (R-01) 21

Tabel 3.6 Neraca panas menara destilasi-01 (MD-01) 21

Tabel 4.1 Perincian luas tanah bangunan pabrik etanol 50

Tabel 4.2 Kebutuhan air pendingin 65

Tabel 4.3 Kebutuhan air pembangkit *steam* 65

Tabel 4.4 Kebutuhan air untuk perkantoran dan rumah tangga 66

Tabel 4.5 Jadwal kerja *shift* tiap regu 111

Tabel 4.6 Jabatan dan keahlian 112

Tabel 4.7 Perincian jumlah karyawan alat proses 114

Tabel 4.8 Jumlah karyawan 115

Tabel 4.9 Penggolongan gaji menurut jabatan 118

Table 4.10 Harga Indeks 127

Tabel 4.11 Harga indeks pada tahun perancangan 128

Tabel 4.12 *Physical Plant Cost* 135

Tabel 4.13 *Direct Plant Cost (DPC)* 136

Tabel 4.14 *Fixed Capital Investment (FCI)* 136

Tabel 4.15 *Direct Manufacturing Cost (DMC)* 136

Tabel 4.16 *Indirect Manufacturing Cost (IMC)* 137

Tabel 4.17 *Fixed Manufacturing Cost (FMC)*..... 137

Tabel 4.18 *Total Manufacturing Cost (MC)*..... 138

Tabel 4.19 *Working Capital (WC)*..... 138

Tabel 4.20 *General Expense (GE)*..... 138

Tabel 4.21 Total biaya produksi 139

Tabel 4.22 *Fixed Cost (Fa)*..... 139

Tabel 4.23 *Variable Cost (Va)*..... 140

Tabel 4.24 *Regulated Cost (Ra)*..... 140

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Grafik hubungan etanol dari etilen dan air tiap tahunnya di Indonesia..... 3

Gambar 4.1 Tata letak pabrik etanol 49

Gambar 4.2 Tata letak alat proses pabrik etanol 54

Gambar 4.3 Indeks harga..... 128

Gambar 4.4 Grafik hubungan % kapasitas vs miliyar rupiah..... 143

ABSTRAKSI

Pabrik etanol dari etilen dan air dirancang berkapasitas 35.000 ton/tahun dan menghasilkan produk dengan kemurnian etanol berkisar 99,5 %. Pabrik beroperasi selama 330 hari dalam setahun. Bahan baku pabrik ini adalah etilen dengan kebutuhan 23.773 ton/tahun dan air dengan kebutuhan 15.145 ton/tahun. Pabrik ini direncanakan akan didirikan di kawasan industri di daerah Cilegon, Banten dengan luas tanah diperlukan sekitar 5 hektar dan mempekerjakan 135 orang karyawan. Proses pembuatan etanol ini terdiri dari dari tiga tahap utama, yaitu tahap persiapan bahan baku yaitu mempersiapkan etilen dan air menjadi gas umpan reaktor bersuhu 500 K dengan tekanan 10 atm. Tahap berikutnya adalah reaksi kimia di reaktor menggunakan katalisator asam phospat dengan suhu umpan 500 K dan tekanan 10 atm, reaksi yang terjadi adalah eksotermis sehingga dapat mempertahankan media operasi, media pendingin yang digunakan adalah *Dowtherm A* sebanyak 314.123,18 kg/jam pada suhu 100^{o}C konversi total reaktor sebesar 95 % terhadap umpan etilen. Tahap ketiga dari proses pembuatan etanol ini adalah pemurnian produk etanol keluar reaktor sehingga diperoleh kadar produk akhir minimum 99,5 %. Kebutuhan air untuk pabrik ini sebanyak 79.403,06 kg/jam, kebutuhan bahan bakar yang berupa *residual fuel oil* sebanyak 291,473 lt/jam. Dan kebutuhan listrik sebesar 190 kWh. Pabrik didirikan dengan *fixed capital investment* sebesar Rp. 33.314.105.639,20 *Working capital* diperlukan sebesar Rp. 63.985.814.904,69. Pabrik digolongkan beresiko rendah, dari evaluasi ekonomi diperoleh keuntungan setelah pajak per tahun sebesar Rp. 14.189.861.802,76. *Rate of Return on Investment* (ROI) sebesar 43 %, *Pay out Time* (POT) sebesar 1,90 tahun, *Break Event Point* (BEP) sebesar 43,48 % kapasitas, *Shut Down Point* (SDP) sebesar 33,69 % kapasitas, dan *Discounted Cash Flow* (DCF) sebesar 18,70 %. Berdasarkan hasil ini dapat disimpulkan bahwa pabrik etanol dari etilen dan air dengan kapasitas 35.000 ton/tahun cukup menarik untuk dikaji lebih lanjut.

ABSTRACT

Ethanol plants from ethylene and water are designed capacity of 35,000 tons / year and produce products with a purity ranging from 99,5 % ethanol. The plant operates for 330 days a year. The raw material is ethylene plant with the needs of 23,773 tonnes / year and water with the needs of 15,145 tonnes / year. The factory is planned to be established in industrial estates in the area of Cilegon, Banten with an area of land required about 5 acres and employs 135 people making ethanol employee. Process consists of three main phases, namely preparation of raw materials to prepare ethylene and water into gas reactor feed temperature 500 K with a pressure of 10 atm. The next stage is a chemical reaction in the reactor using phosphate acid catalyst with a feed temperature 500 K and 10 atm pressure, the reaction that occurs is exothermic so that it can maintain the operating media, cooling media used was Dowtherm A of 314,123.18 kg / h at the temperature 100 ^{o}C total conversion of the reactor is 95 % of the feed ethylene. The third stage of the process of making ethanol is ethanol purification products exit the reactor in order to obtain the final product concentration of minimum 98%. Water demand for this plant as much as 79,403.06 kg / h, the fuel needs in the form of residual fuel oil as much 291.473 lt / hour. And the demand for electricity amounted to 190 kWh. The factory was established with fixed capital investment amounted to Rp. 33.314.105.639,20 Working capital required by Rp 63,985,814,904.69 Factory classified low risk, economic evaluations obtained a profit after tax per year is Rp 14.189.861.802,76, Rate of Return on Investment (ROI) of 43 %, Pay out time (POT) amounted to 1.90 years, Break Event Point (BEP) at 43.48 % capacity, Shut Down Point (SDP) at 33.69 % capacity, and Discounted Cash Flow (DCF) of 18.70 %. Based on these results it can be concluded that ethanol plants from ethylene and water with a capacity of 35,000 tons / year is quite interesting to study further.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG PENDIRIAN PABRIK

Pada dasa warsa terakhir negara Indonesia sedang meningkatkan pembangunan di segala bidang khususnya bidang industri kimia. Kekuatan ekonomi akan meningkat jika mampu menghasilkan sendiri sebagian besar barang-barang kebutuhan utama, terutama didalamnya produk-produk industri. Etil alkohol atau sering disebut etanol merupakan salah satu bahan kimia yang sangat penting bagi industri kimia di Indonesia.

Pendirian pabrik etanol perlu dipertimbangkan karena banyak sekali digunakan sebagai bahan baku pada industri asam asetat dan juga digunakan sebagai bahan pelarut dalam industri farmasi, kosmetika dan bahan baku pembuatan senyawa-senyawa lain. Selain itu juga berguna sebagai bahan desinfektan untuk peralatan kedokteran dan rumah sakit. Oleh karena kegunaan yang luas tersebut maka berdirinya pabrik etanol akan memacu berdirinya industri-industri lain.

Konsumsi etanol di Indonesia sendiri ada kecenderungan meningkat. Sebagai gambaran bahwa konsumsi etanol meningkat, terlihat dari *supply*-nya yang berasal dari produksi dalam negeri ditambah dengan impor dan dikurangi oleh ekspor. Atas dasar bahwa pada tahun tertentu seluruhnya dikonsumsi pada tahun itu juga, maka diperkirakan laju pertumbuhan konsumsi etanol di Indonesia cenderung meningkat setiap tahunnya.

Kebutuhan etanol di dalam negeri cukup besar sehingga untuk mencukupinya masih harus mengimpor dari luar negeri (dari Amerika Serikat dan negara-negara Eropa). Adanya pabrik etanol ini diharapkan akan memenuhi kebutuhan dalam negeri. Selain itu akan membuka kesempatan bagi Indonesia menjadi negara pengekspor etanol ke luar negeri. Selain itu akan merangsang tumbuhnya industri-industri yang memproduksi etanol menjadi bahan lain sehingga perekonomian negara meningkat.

Di samping itu dengan didirikan pabrik ini akan membuat kesempatan terciptanya lapangan kerja baru, dan juga dengan adanya pabrik etanol ini akan mendorong berdirinya pabrik-pabrik lain yang menggunakan etanol sebagai bahan baku utama di dalam prosesnya. Pendirian pabrik ini didukung dengan adanya pabrik etilen di Indonesia yang berada di Cilegon, Banten sebagai salah satu bahan baku utamanya.

1.1.1 Penentuan Kapasitas Pabrik

Kebutuhan etanol dalam negeri dari tahun ke tahun semakin meningkat seiring dengan perkembangan industri yang menggunakannya. Dari data (Badan Pusat Statistik) : Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 1.1.

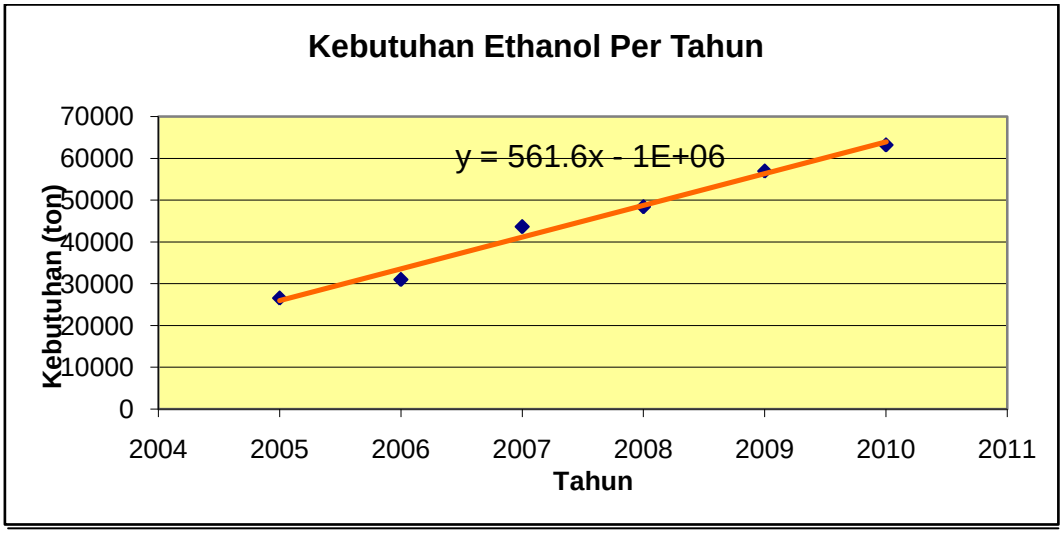
Tabel 1.1. Perkembangan konsumsi etanol di Indonesia

Tahun	Kapasitas, ton/tahun
2005	26.591
2006	31.026
2007	43.674

Tabel 1.1. Perkembangan konsumsi etanol di Indonesia

Tahun	Kapasitas, ton/tahun
2008	48.431
2009	56.973
2010	63.223

Sumber: BPS, 2010



Gambar 1.1 Grafik hubungan kebutuhan etanol dari etilen dan air tiap tahunnya di Indonesia.

Dari data BPS diatas, kenaikan etanol mencapai kenaikan setiap tahunnya. Oleh karena itu, dengan menggunakan metode pendekatan linier untuk tahun 2016 dengan menggunakan rumus :

$y = ax - b$

$y = 561{,}6x - 10^6$

Maka kebutuhan etanol pada tahun 2016 diperkirakan mencapai 109.527,97 ton/tahun, sehingga ditentukan kapasitas pabrik etanol 35.000 ton/tahun untuk

tahun 2016. Karena di Indonesia sudah ada beberapa pabrik yang menghasilkan etanol namun dengan demikian kebutuhan etanol di Indonesia masih belum tercukupi dan terus meningkat.

Berdasarkan uraian diatas, pabrik etanol ini adalah untuk mengetahui dan mempelajari kelayakan pabrik etanol unruk memenuhi kebutuhan dalam negri maupun ekspor dengan menggunakan proses reaksi etilen dan air.

1.1.2 Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi merupakan hal yang penting dalam perancangan suatu pabrik, karena berhubungan langsung dengan nilai ekonomis dari pabrik yang akan didirikan. Rencana pabrik akan didirikan di Cilegon, Banten. Pertimbangan pemilihan lokasi pabrik pada umumnya sebagai berikut :

1.1.2.1 Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik

Faktor-faktor primer yang berpengaruh secara langsung dalam pemilihan lokasi pabrik adalah:

1. Penyediaan bahan baku

   Bahan baku merupakan hal utama dalam pengoperasian pabrik. Pabrik etanol ini akan didirikan di Cilegon, Banten karena dekat dengan sumber bahan baku. Bahan baku etilen diperoleh dari PT. Chandra Asri. Dengan tersedianya bahan baku etilen yang relatif besar, diharapkan kebutuhan bahan baku ini bisa terpenuhi. Sedangkan bahan baku air diperoleh dari sungai Cikande.

2. Pemasaran

Diketahui bahwa sektor industri minimal beralkohol merupakan penyerap terbesar etanol, kemudian disusul dengan industri asam asetat, farmasi, kosmetika, rumah sakit, dan industri lainnya. Daerah pemasaran etanol tersebar diseluruh Indonesia. Untuk memasarkan etanol tidak mengalami kesulitan, karena sarana transportasi yang sudah cukup lengkap.

3. Utilitas

Utilitas yang diperlukan adalah air, bahan bakar dan listrik, karena Cilegon, Banten merupakan salah satu kawasan industri maka kebutuhan tersebut diharapkan dapat dipenuhi dengan mudah.

4. Tenaga Kerja

Tenaga kerja merupakan modal utama pendirian suatu pabrik, dengan didirikannya pabrik di Cilegon, Banten akan dapat menyerap tenaga kerja potensial yang cukup banyak terdapat di sekitar lokasi tersebut.

5. Transportasi

Transportasi dibutuhkan sebagai penunjang utama untuk penyediaan bahan baku ataupun pemasaran produk. Fasilitas transportasi meliputi jalan raya, pelabuhan dan bandar udara.

1.1.2.2 Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik

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

1. Perluasan Area Pabrik

   Pemilihan lokasi pabrik berada di kawasan industri Cilegon, Banten yang relatif tidak padat penduduknya sehingga masih memungkinkan perluasan area pabrik.

2. Perijinan

   Lokasi pabrik dipilih di daerah khusus untuk kawasan industri, sehingga memudahkan dalam perijinan pendirian pabrik.

   Pengaturan tata letak pabrik merupakan bagian yang penting dalam proses pendirian pabrik, hal-hal yang perlu diperhatikan antara lain :

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

3. Prasarana dan Fasilitas Sosial

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

1.2 TINJAUAN PUSTAKA

1.2.1 Macam-macam Proses

Proses pembuatan etanol ada beberapa metode yaitu:

1. Fermentasi

Bahan baku yang digunakan digolongkan menjadi 3 tipe yaitu gula: dari *sugar cane*, umbi (*sugar beets*), molasse, dan buah-buahan yang dapat diubah menjadi etanol secara langsung. Pati: dari padi-padian atau kentang dimana harus dihidrolisa terlebih dahulu untuk memfermentasikan gula dengan enzim dari hasil molds. Bahan selulosa: dari kayu dan sisa pertanian dimana harus diubah menjadi gula dengan asam-asam mineral atau enzim khusus.

Selulosa yang diperlukan untuk pembelahan enzimatik dari selulosa diusahakan dari *Trichoderma reesei*. Dalam limbah cairan sulfite, gula berasal dari hidrolisa selulosa dan hemiselulosa selama proses pembuatan kertas. Setelah gula paling sederhana terbentuk, enzim dari yeast dapat memfermentasikan menjadi etanol.

Enzim untuk fermentasi etanol mengikuti reaksi $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2\ CO_2 + 2\ C_2H_5OH$ diproduksi dari yeast. Langkah fermentasi ditunjukkan oleh EMP. Monoksida (hexoses) juga untuk fermentasi. Hexoses dari molasses digunakan untuk membuat etanol, tetapi lebih ekonomis untuk memproduksi gula dari tebu dan memfermentasikan hanya bagian yang tersisa sebagai cairan encer secara rafinasi.

Molasses mengandung 50 – 55 % gula. Terjadi persaingan untuk molasses sebagai bahan baku untuk fermentasi etanol dan sebagai umpan untuk persediaan hidup, sehingga harganya bervariasi,

tergantung dari ketersediaan bahan baku lain dan ini berpengaruh pada jumlah yang akan difermentasikan menjadi etanol.

Bahan selulosa seperti limbah tongkol jagung, kulit kapas, kulit kacang, dan bubuk gergaji dapat digunakan sebagai bahan baku etanol. Tetapi lebih ekonomis untuk membakarnya daripada mengolahnya untuk menjadi etanol.

2. Hidrasi Tidak Langsung

Reaksi proses pembuatan ethanol dengan hidrasi tidak langsung adalah sebagai berikut:

$C_2H_4 + H_2SO_4 \rightarrow C_2H_5HSO_4 \quad \Delta H = +60$ kJ/mol

$C_2H_4 + C_2H_5HSO_4 \rightarrow (C_2H_5)_2SO_4$

Etilen diabsorbsi dalam H_2SO_4 dengan kadar 95 – 98 % dalam kolom absorber. Sekitar 1,4 mol etilen per mol H_2SO_4 diserap dalam reaksi ini. Karena reaksi eksotermis, diperlukan pendingin pada menara absorber. Konsentrasi etilen umpan kira-kira 35 %, tetapi harus tidak mengandung apa-apa kecuali inert seperti metana, etana, propana dan selebihnya tidak boleh ada karena akan membentuk resin. Absorbsi etilen tergantung dari tekanan, sehingga tekanan reaksi antara 10 – 35 bar dipilih tergantung dari konsentrasi etilen umpan. Suhu reaksi berkisar antara 68 – 85 ºC. Suhu tinggi akan membentuk resin. Gas yang melewati menara absorber kemudian masuk ke scrubber yang mengandung kaustik. Hidrolisa dari etil sulfat dapat dilihat pada reaksi berikut:

$(C_2H_5)SO_4 + H_2O \rightarrow C_2H_5OH + C_2H_5HSO_4$

$C_2H_5SO_4 + H_2O \rightarrow C_2H_5OH + H_2SO_4$

Biasanya terjadi dalam dua langkah. Yang pertama terjadi pada suhu 70 ºC dan yang kedua pada suhu 100 ºC. Banyak air yang ditambahkan sehingga konsentrasi H_2SO_4 menjadi 40 – 55 %. Langkah ini dilakukan untuk mengurangi reaksi samping.

$(C_2H_5)_2SO_4 + C_2H_5OH \rightarrow C_2H_5OC_2H_5 + C_2H_5HSO_4$

Etanol yang terbentuk dipisahkan bersama eter dari kolom stripper, kemudian dicuci dengan kaustik soda sehingga bebas asam, kemudian dipisahkan dari eter dan dipekatkan dengan dua kolom distilasi.

Pemekatan kembali cairan H_2SO_4 adalah operasi paling mahal dalam proses ini. Langkah ini membutuhkan panas tinggi dan karena adanya sifat korosif yang tinggi. Silumin, tantalum, dan timah hitam digunakan dalam proses ini. Alat absorbsi dan distilasi etanol dibuat dari baja ringan. Timah hitam dan batu bata yang tahan terhadap asam digunakan dalam seksi hidrolisa.

3. Hidrasi Langsung Dengan Katalis

Reaksi hidrasi langsung dengan katalis ini berada dalam fase gas:

$C_2H_4 + H_2O \rightarrow C_2H_5OH \quad \Delta H = -43{,}4$ kJ/mol

Seperti reaksi eksotermis lainnya, katalis diperlukan untuk menyesuaikan kecepatan reaksi pada suhu rendah. Karena mekanisme

reaksi melewati ion karbonium, katalis yang cocok untuk reaksi ini adalah donor proton. Yang banyak digunakan adalah H_3PO_4 dengan pembawa seperti tanah diatomae, bentoine, alumina gel, dan opoka.

Etilen dan air bebas garam dengan rasio mol 1,3 : 1 dipanaskan hingga mencapai suhu reaksi 227 ºC dengan tekanan 10 atm. Karena reaksi eksotermis, gas keluar dari reaktor sekitar 231,76 ºC lebih panas. Konversi reaksi yang diperoleh cukup tinggi, yaitu 95 %. dengan menggunakan katalis asam phospat yang berdiameter 4,50 mm, kemudian dipisahkan dalam separator dimana fase uap akan di *recycle* ke reaktor dan fase cair diumpankan ke menara distilasi untuk dipisahkan dan dimurnikan dan akhirnya dihasilkan etanol dengan kemurnian 99,5 % sebagai produk utama dan air sebagai produk samping.

(kirk ortmer)

I.3. PEMILIHAN PROSES

Dari perbandingan ketiga proses di atas maka pembuatan etanol direncanakan dengan menggunakan proses reaksi antara etilen dan air dengan hidrasi langsung dengan katalis (proses 3) dengan pertimbangan sebagai berikut:

a. Suhu dan Tekanan operasi yang digunakan lebih rendah sehingga energi yang dibutuhkan lebih rendah.
b. Dengan menggunakan katalisator asam phospat dapat diperoleh konversi dan tingkat kecepatan reaksi yang lebih tinggi. Dan untuk diproses hidrolisis tidak langsung Pemekatan kembali cairan H_2SO_4 adalah operasi paling mahal dalam

proses ini. Langkah ini membutuhkan panas tinggi dan karena adanya sifat korosif yang tinggi.

c. Tingkat kemurnian produk etanol yang didapatkan lebih tinggi.

BAB II

PERANCANGAN PRODUK

Untuk memenuhi kualitas produk sesuai target pada perancangan ini, maka mekanisme pembuatan etanol dirancang berdasarkan variabel utama yaitu: spesifikasi produk, spesifikasi bahan baku, spesifikasi bahan pembantu dan pengendalian kualitas.

2.1 Spesifikasi Produk

2.1.1 Produk (etanol)

Rumus molekul : C_2H_5OH

Warna : jernih

Berat molekul : 46,049

Titik didih normal : 78,4^oC

Titik beku : - 114,1 ºC

Densitas : 568,65 kg/m^3

Viskositas : 0,161 cP

Flash point : 14 ºC

Kemurnian : 99,5 % etanol, 0,5 % impuritis (H_2O).

2.2 Spesifikasi Bahan

2.2.1 Bahan Baku

1. Etilen

Rumus molekul : C_2H_4

Bentuk : gas berwarna

Berat molekul : 28,054

Titik didih : -103,7 ^{o}C

Titik lebur : -169,2 ^{o}C

Viskositas : 0,161 cP

Kemurnian : 97 %

Impurities (3 %) :

C_2H_2

Bentuk : gas

Berat molekul : 26,038

Titik didih : -84^{0}C

Titik lebur : - 80,8^{0}C

Kemurnian : 0,5%

CH_4

Bentuk : gas

Berat molekul : 16,043

Titik didih : - 161,6^{0}C

Titik lebur : - 187,5^{0}C

Kemurnian : 1 %

C_2H_6

Bentuk : gas

Berat molekul : 30,07

Titik didih : - 89^{0}C

Titik lebur : - 181,76

Kemurnian : 1,5%

2. Uap air (steam)

Bentuk : gas

Warna : jernih

Titik didih : 100 ^{o}C

Berat molekul : 18,015

2.2.2 Bahan Pembantu

Bahan pembantu berupa katalis pada reaktor fixed bed. Katalis yang digunakan adalah asam pospat.

Rumus molekul : H_3PO_4

Bentuk : Padatan silinder

Titik didih : 158 ^{o}C

Porositas : 0,384 *void fraction*.

Diameter ekivalen : 4,50 mm

2.3 Pengendalian Kualitas

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 dari perusahaan.

Untuk mempertahankan dan menjaga mutu produk agar sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan maka perlu dilakukan:

1. Menjaga kualitas produk dari segi:
    a. Kadar produk minimum 99,5 % sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan pasar.
    b. *Performance* fisik yang meliputi : bau, warna, *packing*, dan lain-lain.
    c. Menjaga kebersihan produk baik saat proses maupun pasca proses.
2. Melakukan pengendalian mutu sesuai standar ISO 9001 maupun ISO 14001 baik pada prosesnya maupun dampak lingkungan. Hal tersebut dapat dilakukan dengan cara:
    a. Uji laboratorium produk setiap hari (intern pabrik).
    b. Uji produk secara berkala sesuai peraturan standar mutu yang berlaku.
    c. Survei kepada konsumen.
3. Memastikan semua peralatan bekerja sesuai dengan fungsinya sehingga dapat diperoleh produk sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan.

BAB III

PERANCANGAN PROSES

Untuk mencapai kualitas produk yang diinginkan maka pada perancangan pabrik etanol perlu memilih proses yang tepat agar proses produksi lebih efektif dan efisien.

3.1 Uraian Proses

Secara garis besar proses pembuatan etanol dapat dibagi menjadi 3 tahap proses, yaitu:

1. Persiapan Bahan baku
2. Proses Reaksi dalam Reaktor
3. Pemisahan dan Pemurnian Produk

1. Persiapan Bahan Baku

Bahan baku pembuatan etanol dengan fase gas adalah etilen dan air. Etilen yang disimpan di tangki (T-01) dalam bentuk cair pada temperatur 33 ^{o}C, tekanan 17,27 atm. Kemudian umpan dialirkan ke *ekspansion valve* untuk diturunkan tekanannya menjadi 10 atm. Kemudian dipanaskan menggunakan *heater* (HE-01) dan *heater* (HE-02) sehingga fasenya berubah menjadi gas pada temperatur 227 ^{o}C. *Steam* dengan suhu 150 ^{o}C tekanan 1 atm dialirkan ke *compressor* untuk dinaikkan tekanannya menjadi 10 atm dan dipanaskan menggunakan *heater* (HE-03) sehingga temperaturnya naik menjadi 227 ^{o}C. Dan *recycle* dari bagian atas separator (SP-01) dengan suhu 72,66 ^{o}C tekanan 1 atm dialirkan ke *compressor*

untuk dinaikkan tekanannya menjadi 10 atm yang selanjutnya dialirkan ke *heater* (HE-04) untuk menaikkan suhu menjadi 227 ^{o}C sebelum diumpankan ke reaktor.

2. Reaksi dalam Reaktor

Gas campuran etilen dengan *steam* bersama dengan gas *recycle* dari separator (SP-01) diumpankan melalui bagian bawah reaktor *fixed bed multitube* di mana reaksi akan terjadi dengan bantuan katalisator asam phospat yang berlangsung pada temperatur 227 ^{o}C dan tekanan 10 atm.

Reaktor bekerja secara non-isotermal dan non-adiabatis. Dalam reaktor terjadi reaksi antara etilen dan *steam* membentuk etanol dengan konversi total 95% terhadap etilen. Reaksi berjalan eksotermis sehingga perlu pendinginan untuk menjaga suhu reaksi agar tidak melampaui batas batas yang sudah ditentukan, pendingin yang digunakan adalah *Dowtherm* A cair.

3. Pemisahan dan Pemurnian Produk

Gas keluar reaktor yang masih bersuhu tinggi kemudian didinginkan dan dimanfaatkan panasnya untuk memanaskan umpan reaktor. Hasil keluar reaktor kemudian di embunkan sebagian di kondensor (CD-01) yang bekerja pada suhu 72,66 ^{o}C tekanan 1 atm. Hasil keluar kondensor yang berupa campuran uap-cair selanjutnya diumpankan ke separator (SP-01) untuk memisahkan gas dan cairan. Hasil atas SP-01 selanjutnya diumpankan kembali ke reaktor, sedangkan hasil bawah SP-01 yang berupa cairan selanjutnya diumpankan ke menara distilasi (MD-01) untuk dimurnikan. Hasil atas menara distilasi (MD-01) yang berupa etanol dengan kemurnian 95 % dengan suhu 90 ^{o}C kemudian di alirkan ke dalam

adssorber untuk dimurnikan menjadi produk etanol dengan kemurnian 99,5 %. Setelah itu produk dialirkan kedalam tangki penyimpan produk (TP-02). Sedangkan hasil bawah menara distilasi (MD-01) yang berupa air dan etanol dan hasil bawah adsorber (AD) yang berupa air dibuang ke unit pengolahan limbah.

3.2 Metode Penentuan Perancangan

Prediksi konsumsi etanol di Indonesia selalu mengalami kenaikan yang berarti. Hal ini berhubungan erat dengan perkembangan sektor industri, penggunaan etanol baik sebagai bahan baku maupun sebagai bahan pembantu. Pengaturan perencanaan pendirian pabrik etanol dari bahan baku etilen dan air dengan kapasitas 35.000 ton/tahun meliputi : neraca massa, neraca panas dan spesifikasi alat.

3.2.1 Penentuan Neraca Massa

Pengaturan neraca massa pendirian pabrik etanol dari bahan baku etilen dan air dengan kapasitas 35.000 ton/tahun meliputi :

1. Neraca massa reaktor
2. Neraca massa separator 01
3. Neraca massa menara distilasi 01
4. Neraca massa adsorber

Basis Perhitungan Neraca Massa :

Kapasitas Produk : 35.000 ton/tahun

Diambil dalam 1 tahun : 330 hari kerja

Basis Perhitungan : 1 jam

$$= \left[\frac{35.000 ton}{1 tahun}\right] x \left[\frac{1000 kg}{1 ton}\right] x \left[\frac{1 tahun}{330 hari}\right] \left[\frac{1 hari}{24\ jam}\right]$$

= 4419,1919 kg/jam

1. Reaktor *Fixed Bed Multitube* (R-01)

Tabel 3.2 Neraca massa reaktor (R-01)

Komponen	**Input (kg/jam)**	**Output (kg/jam)**
CH_4	24,4328	24,4328
C_2H_4	2888,5972	144,4299
C_2H_6	68,6930	68,6930
C_2H_2	19,8274	19,8274
C_2H_5OH	1931,2914	6437,6378
H_2O	1912,2943	150,1151
Total	**6845,1360**	**6845,1360**

2. Separator (SP-01)

Tabel 3.3 Neraca massa separator (SP-01)

Komponen	**Input (kg/jam)**	**Output (kg/jam)**	
		Bawah	**Atas**
CH_4	24,4328	0	24,4328
C_2H_4	144,4299	0	144,4299

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
		Bawah	Atas
C_2H_6	68,6930	0	68,6930
C_2H_2	19,8274	0	19,8274
C_2H_5OH	6437,6378	4506,3465	1931,2914
H_2O	150,1151	148,6139	1,5012
Total	**6845,1360**	**6845,1360**	

3. Menara Distilasi (MD-01)

Tabel 3.4 Neraca massa menara distilasi (MD-01)

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
		Atas	Bawah
C_2H_5OH	4506,3465	4397,0959	109,2506
H_2O	148,6139	139,6743	8,9396
Total	**4654,9604**	**4654,9604**	

4. Adsorber (AD 01/02)

Tabel 3.5 Neraca massa adsorber (AD 01/02)

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
		Atas	Bawah
C_2H_5OH	4397,0959	4397,0959	-
H_2O	139,6743	22,0960	117,5783
Total	**4536,7702**	**4536,7702**	

3.2.2 Neraca Panas

Basis : 1 jam

Suhu referensi : 25^{o}C (298 K)

Variabel yang berpengaruh dalam neraca panas antara lain:

1. Neraca Panas di Reaktor (R-01)
2. Neraca Panas di Menara Distilasi (MD-01)

1. Neraca Panas Reaktor (R-01)

Tabel 3.6 Neraca panas Reaktor (R-01)

Panas Masuk (k.kal/jam)		**Panas Keluar (k.kal/jam)**	
Panas masuk	610.076,0739	Panas keluar	-580.637,4452
Panas reaksi	399,4220	Panas yang dibuang	1.191.112,941
Total	**610.475,496**	**Total**	**610.475,496**

2. Neraca Panas di Menara Distilasi (MD-01)

Tabel 3.7 Neraca panas MD-01

No	**Arus**	**Masuk, kg/jam**	**Keluar, kg/jam**
1	Umpan Masuk	628.756,3441	0
2	Hasil atas	0	2.004.076,883
3	Hasil Bawah	0	58.049,0032
4	Kondensor	0	10.352.587,96
5	Reboiler	11.785.957,5	0
Jumlah		**12.414.713,85**	**12.414.713,85**

3.2.3 Spesifikasi Alat

1. Tangki Penyimpanan Etilen (TP-01).

Fungsi : Menyimpan bahan baku Etilen dalam fase cair untuk kebutuhan 6 hari sebanyak 72.037,207 kg/hari.

Kondisi penyimpanan :

Temperatur : 306 K

Tekanan : 17,27 atm

Kondisi : Fase cair

Tipe : Tangki silinder tegak dengan *conical roof, flat bottom*

Kapasitas tangki : 458,640 m^3

Jumlah : 1 buah

Diameter : 6,63 m

Panjang : 13,26 m

Tebal *head* : 2,6875 in

Bahan Konstruksi : *Carbon steel SA 283 grade C*

Harga : $ 24.365,11

2. Tangki Etanol (T-02)

Fungsi : Menyimpan produk etanol selama 6 hari sebanyak 106.060,60 kg/hari

Tipe : Tangki silinder tegak dengan *conical roof, flat bottom*

Kondisi penyimpanan :

Temperatur : 305 K

Tekanan : 1 atm

Kondisi : Fase cair

Kapasitas tangki : 2.524,72 m^3

Jumlah : 1 buah

Diameter : 11,07 m

Panjang : 19,16 m

Tebal *head* : 0,1875 in

Bahan Konstruksi : *Carbon Steel SA-283 grade C*

Harga : $ 43.595,23

3. Reaktor (R-01)

Fungsi : Tempat berlangsungnya reaksi uap air dan etilen menjadi etanol sebanyak 6.845,1361 kg/jam. Dengan bantuan katalis asam phospat (H_3PO_4).

Tipe : *Fixed Bed Multitube*

Jumlah : 1 buah

Kondisi : Non-adiabatis non-isotermal

Tekanan : 10 atm

Suhu masuk : 500 K

Suhu keluar : 504,76 K

Fase : Gas dengan katalis padat

Bahan konstruksi : *Carbon Steel SA 283 Grade C*

Jumlah *tube* : 163 buah

Diameter dalam *tube* : 1,38 in

Diameter luar *tube* : 1,66 in

Tinggi reaktor : 3,56 m

Tebal *shell* : 0,4375 in

Tebal *head* : 0,8750 in

Katalis :

Bentuk : Silinder

Densitas katalis : 1,574 g/cm^3

Diameter : 0,45 cm

Harga : $ 34.705,74

4. Separator (SP-01)

Fungsi : Memisahkan campuran uap-cair yang keluar dari *Condensor*-01 pada suhu 345,66 K sebanyak 2190,1757 kg/jam uap dan 4654,9604 kg/jam cair.

Tipe : *Vertikal separator single stage*

Jumlah : 1 buah

Dimensi separator :

Diameter : 0,76 m

Tinggi : 2,14 m

Tebal *Shell* standar : 0,1875 in

Bahan konstruksi : *Stainless steel, SA 167 grade 11*

Harga : $ 104,96

5. Menara Distilasi (MD-01)

Fungsi : Memisahkan dan memurnikan produk etanol pada suhu 345,66 K dan tekanan 1 atm sebanyak 4654,9604 kg/jam

Tipe : *Sieve Tray*

Jumlah : 1 buah

Kondisi operasi :

Puncak menara : Suhu = 363 K

Tekanan = 1 atm

Dasar menara : Suhu = 353,38 K

Tekanan = 1 atm

Umpan menara : Suhu = 345,66 K

Tekanan = 1 atm

Jumlah plate : 14 plate

Lokasi umpan masuk : Stage ke - 5 dari puncak menara

Tray spacing : 0,6 m

Diameter menara : 2,08 m

Bahan konstruksi : *Carbon Steel SA 283 Grade C*

Tebal *shell* standar : 3/16 in

Tebal *head* standar : 3/16 in

Tinggi kolom : 8,63 m

Harga : $ 15.670,87

6. Adsorber (AD)

Fungsi : Menyerap H_2O dari campuran etanol-air sebesar 117,5783 kg/jam dengan bahan isian *Zeolite* 3A.

Jenis : Menara dengan bahan isian.

Bahan : *Carbon Steel SA 283 Grade C*

Jumlah : 2 buah

Diameter menara : 1,45 m

Tebal *Shell* standar : 3/16 in

Tebal *Head* standar : 3/16 in

Tinggi adsorber : 3,15 m

Harga : $ 65.826,96

7. Heat Exchanger (HE-01)

Fungsi : Memanaskan fluida sebanyak 3001,5503 kg/jam dengan media pemanas menggunakan *Steam.*

Tipe : *Double pipe Exchanger*

Bahan : *Carbon Steel SA 283 Grade C*

Luas transfer panas : 0,9329 ft^2

Dirt Factor (Rd) : 0,0030 jam ft^2 ^oF/Btu

ΔT LMTD : 72,21 F

Pressure drop total : 0,001 psi

IPS : 1,25 in

2,50 in

OD : 1,66 in

2,88 in

ID : 1,88 in

2,469 in

Schedule Number : 40

Jumlah : 1 buah

Harga : $ 2.805,41

8. Heat Exchanger (HE-02)

Fungsi : Memanaskan fluida sebanyak 3001,5503 kg/jam dengan media pemanas menggunakan *Steam.*

Tipe : *Double pipe Exchanger*

Bahan : *Carbon Steel SA 283 Grade C*

Luas transfer panas : 3,9915 ft^2

Dirt Factor (Rd) : 0,003 jam ft^2 ^oF/Btu

ΔT LMTD : 67,66 F

Pressure drop total : 0,0008 psi

IPS : 1,25 in

2,50 in

OD : 1,66 in

2,88 in

ID : 1,88 in

2,469 in

Schedule Number : 40

Jumlah : 1 buah

Harga : $ 2.805,41

9. Heat Exchanger (HE-03)

Fungsi : Memanaskan *steam* sebanyak 1912,2943 kg/jam dengan media pemanas menggunakan *Steam.*

Tipe : *Double pipe Exchanger*

Bahan : *Carbon Steel SA 283 Grade C*

Luas transfer panas : 0,9867 ft^2

Dirt Factor (Rd) : 0,0030 jam ft^2 ^oF/Btu

ΔT LMTD : 61,13 F

Pressure drop total : 0,0411 psi

IPS : 1,25 in

2,50 in

OD : 1,66 in

2,88 in

ID : 1,88 in

2,469 in

Schedule Number : 40

Jumlah : 1 buah

Harga : $ 2.805,41

10. Heat Exchanger (HE-04)

Fungsi	: Memanaskan komponen hasil *recycle* sebanyak 2190,1755 kg/jam dengan media pemanas menggunakan *Dowtherm A.*
Tipe	: *Double pipe Exchanger*
Bahan	: *Carbon Steel SA 283 Grade C*
Luas transfer panas	: 0,3726 ft^2
Dirt Factor (Rd)	: 0,0030 jam ft^2 ^oF/Btu
ΔT LMTD	: 71,29 F
Pressure drop total	: 0,0011 psi
IPS	: 1,25 in
	2,50 in
OD	: 1,66 in
	2,88 in
ID	: 1,88 in
	2,469 in
Schedule Number	: 40
Jumlah	: 1 buah
Harga	: $ 2.805,41

11. Condensor (CD-01)

Fungsi	: Mengembunkan sebagian uap keluar reaktor dengan suhu masuk 500,76 K menjadi 345,66 K.
Tipe	: *Shell and Tube Heat Exchanger*

Bahan : *Carbon Steel SA 283 Grade C*

Tekanan : 1 atm

Luas transfer panas : 526,46 ft^2

UD : 10 Btu/jam.ft^2.^{0}F

Uc : 879,76 Btu/jam.ft^2.^{0}F

Dirt Factor (Rd) : 0.1025 jam ft^2 ^{o}F/Btu

Shell Side :

Cold fluid : W*ater*

ID : 15,25 in

Pass : 1 pass

Tube Side :

Hot fluid : *Light Organic*

OD : 0,75 in

BWG : 10

Panjang : 12,4 ft

Jumlah pipa : 217 pipa

Pass : 2 pass

Pitch : 15/16 *in triangular pitch*

Jumlah : 1 buah

Harga : $ 18.917,46

12. Condensor (CD-02)

Fungsi : Mengembunkan uap produk hasil atas adsorber (AD)

Tipe	: *Shell and Tube Heat Exchanger*
Bahan	: *Carbon Steel SA 283 Grade C*
Tekanan	: 1 atm
Luas transfer panas	: 2851,37 ft^2
UD	: 50 Btu/jam.ft^2.^{0}F
Uc	: 549,14 Btu/jam.ft^2.^{0}F
Dirt Factor (Rd)	: 0.0064 jam ft^2 ^{o}F/Btu
Shell Side	:
Cold fluid	: *water*
ID	: 31 in
Pass	: 1 pass
Tube Side	:
Hot fluid	: uap keluar absorber
OD	: 0,75 in
BWG	: 16
Panjang	: 6 ft
Jumlah pipa	: 746 pipa
Pass	: 1 pass
Pitch	: 1 *in triangular pitch*
Jumlah	: 1 buah
Harga	: $ 51.870,68

13. Reboiler (RB-01)

Fungsi : Menguapkan sebagian hasil bawah MD-01 untuk dikembalikan ke menara distilasi (MD-01)

Tipe : *Kettle Reboiler*

Bahan konstruksi : *Carbon steel SA 283 Grade C*

Luas transfer panas : 843,89 ft^2

Dirt Factor (Rd) : 0,0060 jam ft^2 ^oF/Btu

Shell Side :

Cold fluid : *Light organic*

ID : 27 in

Tube Side :

Hot fluid : Steam

OD : 1,5 in

BWG : 16

Panjang : 16 ft

Jumlah *tube* : 202 pipa

Pitch : 1,875 *in triangular pitch*

Jumlah : 1 buah

Harga : $ 9.322,34

14. Expansion Valve - 01

Fungsi : Menurunkan tekanan gas etilen keluar tangki penyimpan bahan baku (TP-01) sebanyak 3001,5504 kg/jam dari 17,27 atm menjadi 1 atm.

Jenis : *Globe Valve*

Bahan : *Carbon Steel SA 283 Grade C*

Suhu aliran : 33 ^{0}C

Tekanan masuk : 17,27 atm

Tekana keluar : 1 atm

Diameter keluar :

NPS : 2,0 in

OD : 2,38 in

ID : 2,067 in

Jumlah : 1 buah

Harga : $ 138,17

15. Expansion Valve - 02

Fungsi : Menurunkan tekanan gas komponen keluar rektor sebanyak 10.612,5046 kg/jam dari 10 atm menjadi 1 atm.

Jenis : *Globe Valve*

Bahan : *Carbon Steel SA 283 Grade C*

Suhu aliran : 231,76 ^{0}C

Tekanan masuk : 10 atm

Tekana keluar : 1 atm

Diameter keluar :

NPS : 2,5 in

OD : 2,88 in

ID : 2,469 in

Jumlah : 1 buah

Harga : $ 138,17

16. Pompa (P-01)

Fungsi : Untuk memompa etanol dari condenser ke separator dengan tekanan 1 atm sebanyak 6845,136 kg/jam

Tipe : *Centrifugal Pump Multi Stage*

Bahan : *Carbon Steel SA 283 Grade C*

Kapasitas : 122,17 gpm

Ukuran pipa :

NPS : 4 in

Sch No : 40

OD : 4,5 in

ID : 4,026 in

Head pompa : 5,25 meter

Power pompa : 0,4 HP

Power motor : 0,5 HP

Jumlah : 1 buah

Harga : $ 373,35

17. Pompa (P-02)

Fungsi : Untuk memompa cairan dari separator ke menara distilasi dengan tekanan dari 1 atm sebanyak 4654,960 kg/jam

Jenis : *Centrifugal Pump Single Stage*

Bahan : *Carbon Steel SA 283 Grade C*

Kapasitas : 80,04 gpm

Ukuran pipa :

NPS : 3 in

Sch No : 40

OD : 3,5 in

ID : 3,068 in

Head pompa : 18,10 meter

Power pompa : 1,0 HP

Power motor : 1,1 HP

Jumlah : 1 buah

Harga : $ 282,77

18. Pompa (P-03)

Fungsi : Untuk memompa cairan dari *condenser* (CD-02) ke *Cooler* (CL-01) sebanyak 4.419,19 kg/jam

Tipe : *Centrifugal PumpMulti Stage*

Bahan : *Carbon Steel SA 283 Grade C*

Kapasitas : 78,51 gpm

Ukuran pipa :

NPS : 3 in

Sch No : 40

OD : 3,5 in

ID : 3,068 in

Head pompa : 15,10 meter

Power pompa : 1,5 HP

Power motor : 1,8 HP

Jumlah : 1 buah

Harga : $ 164,29

19. Pompa (P-04)

Fungsi : Untuk memompa cairan dari *Cooler* (CL-01) ke Tangki penyimpanan (TP-02) sebanyak 4.419,19 kg/jam

Tipe : *Centrifugal Pump single Stage*

Bahan : *Carbon Steel SA 283 Grade C*

Kapasitas : 76,06 gpm

Ukuran pipa :

NPS : 3 in

Sch No : 40

OD : 3,5 in

ID : 3,088 in

Head pompa : 13,09 meter

Power pompa : 1,3 HP

Power motor : 1,5 HP

Jumlah : 1 buah

Harga : $ 164,75

20. Pompa (P-05)

Fungsi : Untuk memompa cairan dari menara distilasi (MD-01) ke *Reboiler* sebanyak 235,76 kg/jam

Tipe : *Centrifugal PumpSingle Stage*

Bahan : *Carbon Steel SA 283 Grade C*

Kapasitas : 3,2071 gpm

Ukuran pipa :

NPS : 0,75 in

Sch No : 40

OD : 1,05 in

ID : 0,824 in

Head pompa : 17,08 meter

Power pompa : 0,2 HP

Power motor : 0,2 HP

Jumlah : 1 buah

Harga : $ 204,30

21. Pompa (P-06)

Fungsi : Untuk memompa cairan dari *Reboiler* 01 ke UPL sebanyak 235,76 kg/jam

Tipe : *Centrifugal Pump Single Stage*

Bahan : *Carbon Steel SA 283 Grade C*

Kapasitas : 47,59 gpm

Ukuran pipa :

NPS : 0,75 in

Sch No : 40

OD : 1,05 in

ID : 0,824 in

Head pompa : 15,08 meter

Power pompa : 0,2 HP

Power motor : 0,2 HP

Jumlah : 1 buah

Harga : $ 99,89

22. Cooler (CL-01)

Fungsi : Menurunkan Suhu cairan keluar Menara Distilasi menuju tangki dari suhu 78,65 ^{o}C menjadi 32 ^{o}C.

Jenis *: Shell and Tube Heat Exchanger*

Beban Panas : 515,6524 kJ/jam

Luas transfer panas : 1,0156 ft^{2}

Dirt Factor (Rd)	: 0,0030 jam ft^2 ^oF/Btu
ΔT LMTD	: 48,62 F
Pressure drop total	: 0,0011 psi
IPS	: 1,25 in
	2,50 in
OD	: 1,66 in
	2,88 in
ID	: 1,88 in
	2,469 in
Schedule Number	: 40
Jumlah	: 1 buah
Harga	: $ 2.805,41

3.3 Perencanaan Produksi

Dalam menyusun rencana produksi secara garis besar ada dua hal yang perlu dipertimbangkan yaitu faktor eksternal dan internal. Yang dimaksud faktor eksternal adalah faktor yang menyangkut kemampuan pasar terhadap jumlah produk yang dihasilkan, sedang faktor internal adalah kemampuan pabrik.

1. Kemampuan Pasar

Dapat dibagi dua kemungkinan :

- Kemampuan pasar lebih besar dibandingkan kemampuan pabrik, maka rencana produksi disusun secara maksimal.
- Kemampuan pasar lebih kecil dibandingkan kemampuan pabrik.

Ada tiga alternatif yang dapat diambil :

- Rencana produksi sesuai dengan kemampuan pasar atau produksi diturunkan sesuai dengan kemampuan pasar, dengan mempertimbangkan untung dan rugi.
- Rencana produksi tetap dengan mempertimbangkan bahwa kelebihan produksi disimpan dan dipasarkan tahun berikutnya.
- Mencari daerah pemasaran lain.

2. Kemampuan Pabrik

Pada umumnya kemampuan pabrik ditentukan oleh beberapa faktor antara lain

a. Material (bahan baku)

   Dengan pemakaian yang memenuhi kualitas dan kuantitas maka akan mencapai target produksi yang diinginkan.

b. Manusia (tenaga kerja)

   Kurang terampilnya tenaga kerja akan menimbulkan kerugian pabrik, untuk itu perlu dilakukan pelatihan atau training pada karyawan agar keterampilan meningkat.

c. Mesin (peralatan)

   Ada dua hal yang mempengaruhi kehandalan dan kemampuan peralatan, yaitu jam kerja mesin efektif dan kemampuan mesin. Jam kerja mesin efektif adalah kemampuan suatu alat untuk beroperasi pada kapasitas yang diinginkan pada periode tertentu.

Perencanaan target produksi:

1. Tahun pertama ditargetkan sudah dapat beroperasi sampai 80% kapasitas produksi total.
2. Tahun kedua ditargetkan sudah dapat beroperasi sampai 100% kapasitas produksi total sampai tahun kedelapan.
3. Tahun kedelapan sampai tahun kesepuluh produksi agak menurun karena peralatan sudah agak tua maka pada tahun kedelapan sampai tahun kesepuluh sudah direncanakan untuk mendirikan pabrik baru sebagai pengembangan, tetapi hal-hal tersebut sangat tergantung kepada perkembangan perekonomian dan pasar.

BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

4.1 Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi merupakan hal yang sangat penting dalam perancangan suatu pabrik, karena berhubungan langsung dengan nilai ekonomis dari pabrik yang akan didirikan. Untuk itu pemilihan lokasi yang tepat sangat diperlukan sejak tahap perancangan dengan memperhatikan berbagai macam pertimbangan. Pertimbangan utama yaitu lokasi yang dipilih harus memberikan biaya produksi dan distribusi yang minimum, dengan tetap memperhatikan ketersediaan tempat untuk pengembangan pabrik dan kondisi yang aman untuk operasi pabrik *(Peters and Timmerhaus, 2003*).

Pabrik etanol dari etilen dan air dengan kapasitas produksi 35.000 ton/tahun direncanakan akan didirikan di Cilegon, Banten. Adapun pertimbangan-pertimbangan dalam pemilihan lokasi pabrik ini adalah sebagai berikut :

4.1.1 Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik

Faktor primer merupakan faktor yang secara langsung mempengaruhi tujuan utama dari usaha pabrik. Tujuan utama ini meliputi proses produksi dan distribusi.

Adapun faktor-faktor primer yang berpengaruh secara langsung dalam pemilihan lokasi pabrik adalah :

1. Penyedian Bahan Baku

Penyediaan bahan baku relatif mudah karena bahan baku etilen tidak perlu mengimpor, melainkan dapat diperoleh dari PT.Chandra Asri, Cilegon dan air diperoleh dari sungai cikande.

2. Pemasaran

Produk pabrik ini merupakan bahan baku untuk pembuatan infus, karet sintetis, metil selulosa dan industri pertanian. Pemasarannya diharapkan untuk mencukupi kebutuhan dalam negeri dan ekspor. Daerah pemasaran etanol tersebar diseluruh Indonesia. Untuk memasarkan etanol tidak mengalami kesulitan, karena sarana transportasi yang sudah cukup lengkap.

3. Utilitas

Utilitas yang diperlukan adalah air, bahan bakar dan listrik. Kebutuhan air dapat dipenuhi dengan baik dan murah karena area kawasan ini memiliki sumber aliran sungai. Sarana yang lain seperti bahan bakar dan listrik dapat diperoleh dengan cukup mudah. Energi merupakan faktor utama dalam operasional pabrik.

4. Tenaga Kerja

Tenaga kerja merupakan modal utama pendirian suatu pabrik. Sebagian besar tenaga kerja yang dibutuhkan adalah tenaga kerja yang berpendidikan kejuruan atau menengah dan sebagian sarjana. Untuk memenuhinya dapat diperoleh dari daerah sekitar lokasi pabrik. Selain itu faktor kedisiplinan dan pengalaman kerja juga menjadi prioritas dalam perekrutan tenaga kerja, sehingga diperoleh tenaga kerja yang berkualitas.

5. Transportasi

Lokasi pabrik harus mudah dicapai sehingga mudah dalam pengiriman bahan baku dan penyaluran produk, terdapat transportasi yang lancar baik darat dan laut.

6. Letak Geografis

Letak pabrik sebaiknya terletak di daerah yang stabil dari gangguan bencana alam. Kebijakan pemerintah setempat juga turut mempengaruhi lokasi pabrik yang akan dipilih. Kondisi sosial masyarakat diharapkan memberi dukungan terhadap operasional pabrik sehingga dipilih lokasi yang memilih mesyarakat yang dapat menerima keberadaan pabrik.

Penentuan lokasi pabrik merupakan hal yang sangat penting yang akan menentukan kelancaran perusahaan dalam menjalankan operasinya. Dari pertimbangan tersebut maka area tanah yang tersedia memenuhi persyaratan untuk pembangunan sebuah pabrik.

4.1.2 Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik

Faktor sekunder tidak secara langsung berperan dalam proses industri, akan tetapi sangat berpengaruh dalam kelancaran proses produksi dari pabrik itu sendiri. Adapun faktor-faktor sekunder adalah sebagai berikut :

1. Perluasan Areal Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik berada di kawasan industri Cilegon, Banten yang relatif tidak padat penduduknya sehingga masih memungkinkan perluasan area pabrik dengan tidak mengganggu pemukiman penduduk.

2. Perijinan

Lokasi pabrik dipilih pada daerah khusus untuk kawasan industri, sehingga memudahkan dalam perijinan pendirian pabrik.

Pengaturan tata letak pabrik merupakan bagian yang penting dalam proses pendirian pabrik, hal-hal yang perlu diperhatikan antara lain :

a. Segi keamanan kerja terpenuhi.

b. Pengoperasian, pengontrolan, pengangkutan, pemindahan maupun perbaikan semua peralatan proses dapat dilakukan dengan mudah dan aman.

c. Pemanfaatan areal tanah seefisien mungkin.

d. Transportasi yang baik dan efisien.

3. Prasarana dan Fasilitas Sosial

Prasarana seperti jalan dan transportasi lainnya harus tersedia. Selain itu fasilitas-fasilitas sosial seperti sarana pendidikan, ibadah, hiburan, bank dan perumahan sehingga dapat meningkatkan kesejahteraan dan taraf hidup.

4.2. Tata Letak Pabrik

Tata letak letak pabrik merupakan tempat kedudukan dari bagian-bagian pabrik yang meliputi tempat karyawan bekerja, tempat peralatan dan tempat penyimpanan bahan baku dan produk yang ditinjau dari segi hubungan antara satu dengan yang lainnya. Tata letak pabrik harus dirancang sedemikian rupa sehingga penggunaan area pabrik efisien dan proses produksi dapat berjalan dengan lancar.

Selain peralatan yang tercantum dalam flow sheet proses, beberapa bangunan fisik lainnya seperti kantor, gudang, laboratorium, bengkel dan lain sebagainya harus terletak pada bagian yang seefisien mungkin, terutama ditinjau dari segi lalu lintas barang, kontrol, keamanan, dan ekonomi. Selain itu yang harus diperhatikan dalam penentuan tata letak pabrik adalah penempatan alat-alat produksi sedemikian rupa sehingga dalam proses produksi dapat memberikan kenyamanan.

Adapun hal-hal yang perlu diperhatikan dalam perancangan tata letak pabrik adalah :

1. Daerah Proses

   Daerah proses adalah daerah yang digunakan untuk menempatkan alat-alat yang berhubungan dengan proses produksi. Dimana daerah proses ini diletakkan pada daerah yang terpisah dari bagian lain.

2. Perluasan Pabrik

   Perluasan pabrik dan penambahan bangunan dimasa mendatang harus sudah masuk dalam perhitungan awal. Sehingga sejumlah areal khusus sudah harus disiapkan sebagai perluasan pabrik bila suatu saat dimungkinkan pabrik menambah peralatannya untuk menambah kapasitas.

3. Keamanan

   Keamanan terhadap kemungkinan adanya bahaya kebakaran, ledakan, asap, atau gas beracun harus benar-benar diperhatikan di dalam menentukan tata letak pabrik. Untuk itu harus dilakukan penempatan alat-alat pengamanan seperti hidran, penampung air yang cukup, dan penahan ledakan. Tangki

penyimpanan bahan baku dan produk yang berbahaya harus diletakkan di area khusus dan perlu adanya jarak antara bangunan satu dengan lainnya guna memberikan pertolongan dan penyediaan jalan bagi karyawan untuk menyelamatkan diri.

4. Luas Area yang Tersedia

   Harga tanah menjadi faktor yang membatasi kemampuan penyediaan areal, sehingga bila harga tanah sedemikian tinggi maka kadang-kadang diperlukan efisiensi yang tinggi terhadap pemakaian ruang.

5. Bangunan

   Bangunan yang ada secara fisik harus memenuhi standar dan perlengkapan yang menyertainya seperti ventilasi, instalasi, dan lain-lainnya tersedia dan memenuhi syarat.

6. Penempatan Instalasi dan Utilitas

   Pemasangan dan distribusi yang baik dari gas, udara, steam, dan listrik akan membantu kemudahan kerja dan perawatan. Penempatan peralatan proses di tata sedemikian rupa sehingga petugas dapat dengan mudah menjangkaunya dan dapat terjalin kelancaran operasi serta memudahkan perawatannya.

7. Jaringan Jalan Raya

   Untuk pengangkutan bahan, keperluan perbaikan, pemeliharaan dan keselamatan kerja, maka diantara daerah proses dibuat jalan yang cukup untuk memudahkan mobil keluar masuk, sehingga bila terjadi suatu bencana maka tidak akan mengalami kesulitan dalam menanggulanginya.

Secara garis besar tata letak pabrik dibagi dalam beberapa daerah utama, yaitu :

1) Daerah administrasi / perkantoran, laboratorium dan fasilitas pendukung.

Areal ini terdiri dari :

a) Daerah administrasi sebagai pusat kegiatan administrasi dan keuangan pabrik.

b) Laboratorium sebagai pusat kontrol kualitas bahan baku dan produk.

c) Fasilitas–fasilitas bagi karyawan seperti : poliklinik, koperasi, kantin, *sport centre* dan masjid.

2) Daerah proses dan perluasan.

Merupakan lokasi alat-alat proses diletakkan untuk kegiatan produksi dan perluasannya.

3) Daerah pergudangan umum, bengkel dan garasi.

4) Daerah utilitas dan pemadam kebakaran

Merupakan lokasi pusat kegiatan penyediaan air, steam, air pendingin dan tenaga listrik disediakan guna menunjang jalannya proses serta unit pemadam kebakaran.

Dalam uraian di atas maka dapat disimpulkan bahwa tujuan dari pembuatan tata letak pabrik adalah sebagai berikut :

a) Mengadakan integrasi terhadap semua faktor yang mempengaruhi produk.

b) Mengalirkan kerja dalam pabrik sesuai dengan jalannya diagram alir proses.

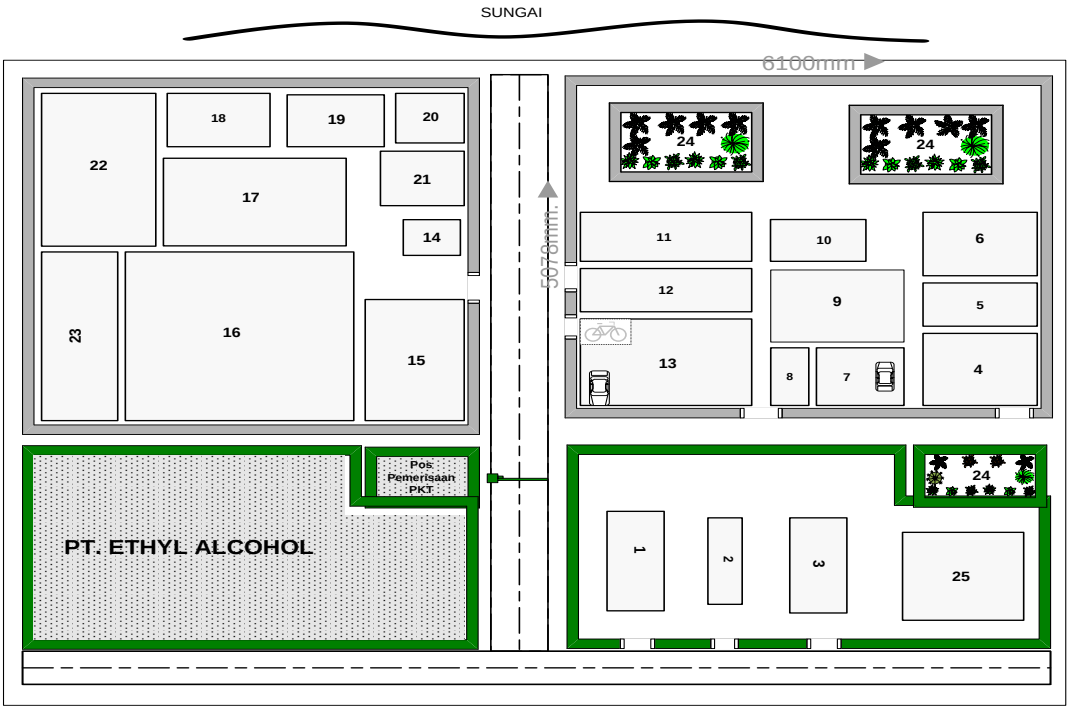
c) Mengerjakan perpindahan bahan sesedikit mungkin.

d) Menggunakan seluruh areal secara efektif.

e) Menjamin keselamatan dan kenyamanan karyawan.

f) Mengadakan pengaturan alat-alat produksi yang fleksibel.

Gambar peta situasi pabrik dapat dilihat dalam gambar tata letak pabrik (*plant lay out*) ethanol dari ethylene dan air dengan kapasitas produksi 35.000 ton/tahun.



(Skala 1 : 100)

Gambar 4.1. Tata Letak Pabrik Ethanol

Keterangan :

1. Mess karyawan
2. Mess tamu
3. Mess direktur
4. Masjid
5. Gedung serba guna
6. Perluasan
7. Parkir direksi
8. Pos
9. Kantor utama
10. Kantin dan koperasi
11. Pemadam kebakaran
12. Poliklinik
13. Parkir karyawan dan tamu
14. Pos
15. Kantor produksi
16. Area produksi
17. Area utilitas
18. Area unit pengolahan limbah
19. Parkir truk
20. Bengkel
21. Gedung penyimpan alat
22. Perluasan
23. Perluasan
24. Taman
25. Perluasan

Table 4.1 Perincian Luas Tanah Bangunan Pabrik Etanol

Lokasi	**Panjang, m**	**Lebar, m**	**Luas, m^2**
Kantor utama	44	14	616
Pos Keamanan/satpam	7	4	28
Mess	16	36	576
Parkir Tamu	12	22	264

Table 4.1 Perincian Luas Tanah Bangunan Pabrik Etanol

Lokasi	**Panjang, m**	**Lebar, m**	**Luas, m^2**
Parkir Truk	18	12	216
Ruang timbang truk	12	6	72
Kantor teknik dan produksi	20	14	280
Klinik	12	10	120
Masjid	14	12	168
Kantin	15	12	180
Bengkel	12	24	288
Unit pemadam kebakaran	16	14	224
Gudang alat	22	10	220
Laboratorium	12	16	192
Utilitas	24	10	240
Area proses	50	35	1750
Control Room	28	10	280
Control Utilitas	10	10	100
Jalan dan taman	55	40	2200
Perluasan pabrik	110	20	2200
Luas Tanah			10158
Luas Bangunan			5758
Total	**505**	**331**	**10158**

4.3 Tata Letak Alat Proses

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

1) Aliran bahan baku dan produk

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

2) Aliran Udara

   Aliran udara di dalam dan disekitar area proses perlu diperhatikan kelancarannya. Hal ini bertujuan untuk menghindari stagnasi udara pada suatu tempat yang dapat mengakibatkan akumulasi bahan kimia yang berbahaya, sehingga dapat membahayakan keselamatan pekerja. Selain itu, perlu juga diperhatikan arah hembusan angin.

3) Pencahayaan

   Penerangan seluruh pabrik harus memadai pada tempat-tempat proses yang berbahaya atau berisiko tinggi.

4) Lalu lintas manusia

   Dalam hal perancangan tata letak peralatan perlu diperhatikan agar pekerja dapat mencapai seluruh alat proses dengan cepat dan mudah agar apabila terjadi gangguan pada alat proses dapat segera diperbaiki. Selain itu keamanan pekerja selama menjalankan tugasnya perlu diprioritaskan.

5) Tata letak alat proses

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

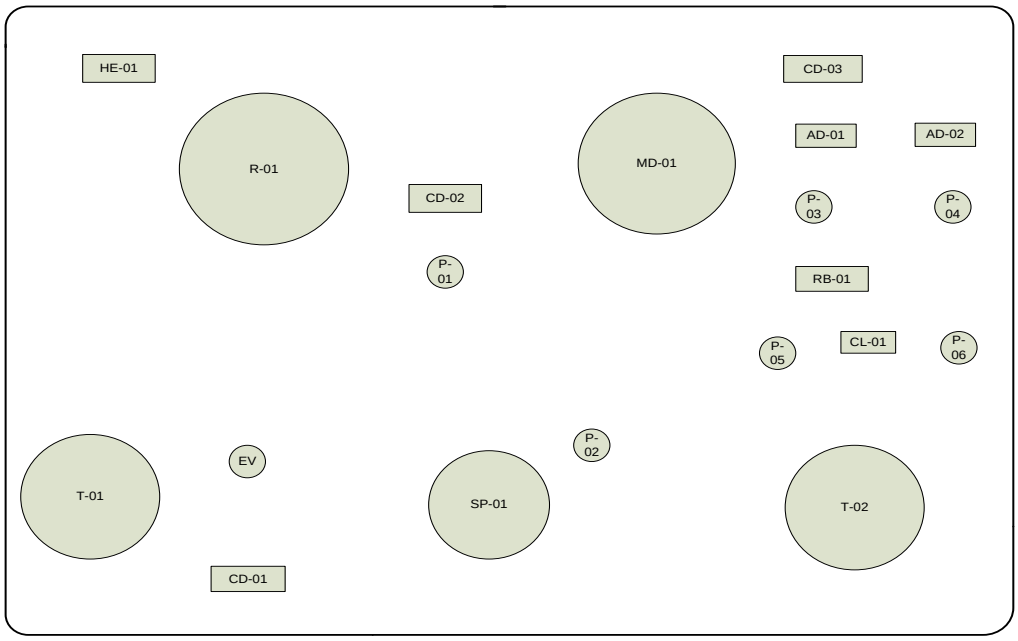
6) Jarak antar alat proses

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

Tata letak alat proses harus dirancang sedemikian rupa sehingga :

a. Kelancaran proses produksi dapat terjamin
b. Dapat mengefektifkan penggunaan luas lantai
c. Biaya material dikendalikan agar lebih rendah, sehingga dapat mengurangi pengeluaran untuk kapital yang tidak penting.
d. Jika tata letak peralatan proses sudah benar dan proses produksi lancar, maka perusahaan tidak perlu memakai alat angkut dengan biaya mahal.
e. Karyawan mendapatkan kepuasan kerja.

Berikut gambar peta situasi pabrik dapat dilihat dalam gambar tata letak alat (*equipment lay out*) Pabrik etanol dari etilen dan air dengan kapasitas produksi 35.000 ton/tahun.



(Skala 1 : 100)

Gambar 4.2. Tata Letak Alat Proses Pabrik Etanol

Keterangan :

- Tangki Penyimpan bahan baku Etilen (T-01)
- Tangki penyimpan produk Etanol (T-02)
- Reaktor (R-01)
- Separator (SP-01)
- Menara Distilasi (MD-01)
- Adsorber (AD-01 dan AD-02)
- Kondensor (CD-01 dan CD-02)
- Eksvansion Valve (EV-01)
- Heater (HE-01)
- Cooler (CL-01)
- Pompa (P-01, P-02, P-03, P-04, P-05, P-06)

4.4 Alir Proses dan Material

Pembuatan Etanol secara garis besar dapat dijelaskan sebagai berikut:

- Bahan baku yang berupa metana (CH_4) sebesar 24,43 kg/jam, etilen (C_2H_4) sebesar 2.888,59 kg/jam, etana (C_2H_6) sebesar 68,69 kg/jam, acetien (C_2H_2) sebesar 19,82 kg/jam, serta air (H_2O) sebesar 1.912,29 kg/jam, dimasukkan ke dalam reaktor untuk direaksikan dengan memakai katalis asam phospat (H_3PO_4). Reaktor yang dipakai adalah *fixedbed multitubulator reactor* dilengkapi dengan pendingin. Reaksi yang terjadi adalah eksotermis dengan suhu 504,76 K dan tekanan 10 atm.

- Bahan keluar reaktor berupa metana (CH_4) sebesar 24,43 kg/jam, etilen (C_2H_4) sebesar 144,42 kg/jam, etana (C_2H_6) sebesar 68,69 kg/jam, acetilen (C_2H_2) sebesar 19,82 kg/jam, etanol (C_2H_5OH) sebesar 6.437,63 kg/jam, serta air (H_2O) sebesar 150,11 kg/jam, dialirkan ke separator 01. Hasil bawah SP-01 dialirkan ke menara distilasi 01 untuk proses pemurnian etanol (C_2H_5OH) dengan kadar produk 95%, sedangkan hasil atas dari SP-01 yang berupa metana (CH_4) sebesar 24,43 kg/jam, etilen (C_2H_4) sebesar 144,42 kg/jam, etana (C_2H_6) sebesar 68,69 kg/jam, acetilen (C_2H_2) sebesar 19,82 kg/jam, etanol (C_2H_5OH) sebesar 1931,29 kg/jam, serta air (H_2O) sebesar 1,50 kg/jam kemudian di *recycle* ke reaktor untuk diuapkan kembali.

- Setelah dari menara distilasi 01 (MD-01), hasil atas yang berupa etanol (C_2H_5OH) sebesar 4.397,10 kg/jam kemurnian 95 % dengan suhu 90 C,

dan air (H_2O) sebesar 139,67 kg/jam kemudian dimurnikan kembali menjadi 99,5% didalam adsorber. Di adsorber air diserap sebanyak 117,58 kg/jam dan hasil atas adsorber berupa etanol sebanyak 4397,10 kg/jam dan air sebanyak 22,10 kg/jam disimpan dalam tangki penyimpanan produk (TP-02). Sedangkan hasil bawah menara distilasi (MD-01) yang mengandung etanol (C_2H_5OH) sebesar 109,25 kg/jam, serta air (H_2O) sebesar 8,94 kg/jam dialirkan ke unit pengolahan limbah.

- Unit pengolahan limbah berfungsi untuk mengolah limbah yang dihasilkan dari seluruh area pabrik, sehingga air buangan pabrik tidak mencemari lingkungan. Limbah yang dihasilkan oleh pabrik etanol antara lain adalah limbah buangan sanitasi, air berminyak dari pompa dan air sisa proses.

  1. Unit Pengolahan Air Buangan Sanitasi

  Air buangan sanitasi yang berasal dari seluruh toilet dikawasan pabrik dikumpulkan dan diolah dalam unit stabilisasi dengan menggunakan Lumpur aktif, aerasi, dan desinfektan *Ca-hypochlorite*.

  2. Air Berminyak dari Pompa

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

3. Air Sisa Proses

Air buangan dari sanitasi dikumpulkan dan diolah dalam unit stabilisasi dalam lumpur aktif, aerasi, dan injeksi chlorin yang berfungsi membunuh mikroorganisme yang menimbulkan penyakit. Sedangkan untuk limbah gas, dibuat cerobong yang tinggi supaya limbah gas langsung terbawa keatas bersama udara sehingga tidak mencemari lingkungan.

4.5 Perawatan (*Maintenance*)

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

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

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

1) *Overhaul* 1 x 1 tahun

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

2) *Repairing*

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

Faktor-faktor yang mempengaruhi *maintenance*:

1. Umur alat

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

2. Bahan baku

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

3. Tenaga manusia

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

4.6 Pelayanan Teknik (Utilitas)

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 :

1) Unit Penyediaan dan Pengolahan Air
2) Unit Pembangkit Steam
3) Unit Pembangkit Listrik
4) Unit Penyedia Udara Instrumen
5) Unit Penyediaan Bahan Bakar

4.6.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air

4.6.1.1 Unit Penyediaan Air

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

- Pengolahan air sungai relatif lebih mudah, sederhana dan biaya pengolahan relatif murah dibandingkan dengan proses pengolahan air laut yang lebih rumit dan biaya pengolahannya umumnya lebih besar.
- Air sungai merupakan sumber air yang kontinuitasnya relatif tinggi, sehingga kendala kekurangan air dapat dihindari.

Air yang diperlukan di lingkungan pabrik digunakan untuk :

1) Air pendingin

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

a) Air merupakan materi yang dapat diperoleh dalam jumlah besar.

b) Mudah dalam pengolahan dan pengaturannya.

c) Dapat menyerap jumlah panas yang relatif tinggi persatuan volume.

d) Tidak mudah menyusut secara berarti dalam batasan dengan adanya perubahan temperatur pendingin.

e) Tidak terdekomposisi.

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

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

a) Zat-zat yang dapat menyebabkan korosi.

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

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

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

3) Air sanitasi.

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

a) Syarat fisika, meliputi:

- Suhu : Dibawah suhu udara
- Warna : Jernih
- Rasa : Tidak berasa
- Bau : Tidak berbau

b) Syarat kimia, meliputi:

- Tidak mengandung zat organik dan anorganik yang terlarut dalam air.
- Tidak mengandung bakteri, terutama bakteri yang pathogen.

4.6.1.2 Unit Pengolahan Air

Tahapan-tahapan pengolahan air adalah sebagai berikut :

1) Clarifier

Kebutuhan air dalam suatu pabrik dapat diambil dari sumber air yang ada di sekitar pabrik dengan mengolah terlebih dahulu agar memenuhi syarat untuk digunakan. Pengolahan tersebut dapat meliputi pengolahan secara fisika dan kimia, penambahan *desinfektan* maupun dengan penggunaan *ion exchanger*.

Mula-mula *raw water* diumpankan ke dalam tangki kemudian diaduk dengan putaran tinggi sambil menginjeksikan bahan-bahan kimia, yaitu:

a) $Al_2(SO_4)_3.18H_2O$, yang berfungsi sebagai flokulan.

b) Na_2CO_3, yang berfungsi sebagai flokulan.

Air baku dimasukkan ke dalam *clarifier* untuk mengendapkan lumpur dan partikel padat lainnya, dengan menginjeksikan alum ($Al_2(SO_4)_3.18H_2O$), koagulan acid sebagai pembantu pembentukan flok dan NaOH sebagai pengatur pH. Air baku ini dimasukkan melalui bagian tengah *clarifier* dan diaduk dengan agitator. Air bersih keluar dari pinggir *clarifier* secara *overflow*, sedangkan *sludge* (flok) yang terbentuk akan mengendap secara grafitasi dan di *blowdown* secara berkala dalam waktu yang telah ditentukan. Air baku yang mempunyai *turbidity* sekitar 42 ppm diharapkan setelah keluar *clarifier turbidity*nya akan turun menjadi lebih kecil dari 10 ppm.

2) Penyaringan

Air dari *clarifier* dimasukkan ke dalam *sand filter* untuk menahan/menyaring partikel-partikel solid yang lolos atau yang terbawa bersama air dari *clarifier*. Air keluar dari *sand filter* dengan *turbidity* kira-kira 2 ppm, dialirkan ke dalam suatu tangki penampung (*filter water reservoir*).

Air bersih ini kemudian didistribusikan ke menara air dan unit demineralisasi. *Sand filter* akan berkurang kemampuan penyaringannya. Oleh karena itu perlu diregenerasi secara periodik dengan *back washing*.

3) Demineralisasi

Untuk umpan ketel (*boiler*) dibutuhkan air murni yang memenuhi persyaratan bebas dari garam-garam murni yang terlarut. Proses demineralisasi dimaksudkan untuk menghilangkan ion-ion yang terkandung pada *filtered water*.

Adapun tahap-tahap proses pengolahan air untuk umpan ketel adalah sebagai berikut :

a) Cation Exchanger

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

Sehingga air yang keluar dari kation tower adalah air yang mengandung anion dan ion H^+.

Reaksi:

$CaCO_3 \longrightarrow Ca^{2+} + CO_3^-$

$MgCl_2 + R - SO_3 \longrightarrow MgRSO_3 + Cl^- + H^+$

Na_2SO_4 (resin) $\longrightarrow Na^{2+} + SO_4^{2-}$

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

Reaksi:

$Mg + RSO_3 + H_2SO_4 \longrightarrow R_2SO_3H + MgSO_4$

b) Anion Exchanger

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

Reaksi:

$CO_3^- \longrightarrow CO_3$

$Cl^- + RNOH \longrightarrow RN\ Cl^- + OH^-$

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

Reaksi:

$RN\ Cl^- + NaOH \longrightarrow RNOH + NaCl$

c) Deaerasi

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

Reaksi:

$$2N_2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O + 2N_2$$

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

4) Pendinginan dan Menara Pendingin (*Cooling Tower*)

Air pendingin harus mempunyai sifat – sifat yang tidak korosif, tidak menimbulkan kerak dan tidak mengandung hal diatas, maka ke dalam air pendingin diinjeksikan bahan – bahan kimia sebagai berikut :

1. Fosfat, berguna untuk mencegah timbulnya kerak.
2. Klorin, untuk membunuh mikroorganisme.
3. Zat dispersan, untuk mencegah terjadinya penggumpalan (pengendapan fosfat).

Air yang telah digunakan pada *cooler*, temperaturnya akan naik akibat perpindahan panas. Oleh karena itu untuk digunakan kembali perlu didinginkan pada *cooling tower*. Air yang didinginkan pada *cooling tower*

adalah air yang telah menjalankan tugasnya pada unit-unit pendingin di pabrik.

4.6.1.2.1 Perhitungan Kebutuhan Air

1) Kebutuhan Air Pendingin

Tabel 4.16 Kebutuhan Air untuk Pendingin (kg/jam)

Nama alat	Kebutuhan Air (Kg/Jam)
Condensor-01	15.097,06
Condensor -02	49.606,42
Cooler-01	264,94
Total	**64.968,42**

Air pendingin 80% dimanfaatkan kembali, maka make up yang diperlukan 20%, sehingga :

Make up air pendingin = 20% x 64.968,42 kg/jam = 12.993,68 kg/jam.

2) Kebutuhan Air Pembangkit *Steam*

Tabel 4.17 Kebutuhan *Steam* (kg/jam)

Nama Alat	Kebutuhan *Steam* (Kg/Jam)
Steam	2964,77
Reboiler	1990,28
HE-01	109,64
HE-02	259,73
HE-03	6,39
HE-04	4,12
Total	**5.334,93**

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

Make up Steam = 20% x 5.334,93 kg/jam = 1.066,99 kg/jam

3) Air Untuk Keperluan Perkantoran dan Rumah Tangga

Dianggap 1 orang membutuhkan air = 150 lt/hari

Jumlah karyawan + keluarga = ± 220 orang

Tabel 4.19 Kebutuhan Air Untuk Perkantoran dan Rumah Tangga

No	Penggunaan	Kebutuhan (kg/jam)
1	Karyawan	843,750
2	Perumahan	500,000
3	Laboratorium	134,375
4	Bengkel	134,375
5	Kantin	134,375
6	Kebersihan, Pertamanan, dan Lain-lain	134,375
	Jumlah	**1.881,250**

Kebutuhan air total = (64.968,42 + 5.334,93 + 1.881,250) kg/jam

= 72.184,60 kg/jam

Diambil angka keamanan 10% = 1,1 x 72.184,60 = 79.403,06 kg/jam.

4.6.2 Unit Pembangkit *Steam*

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

Kapasitas : 1.066,99 kg/jam

Jenis : *Fire Tube Boiler*

Jumlah : 1 buah

Boiler tersebut dilengkapi dengan sebuah unit *economizer safety valve* sistem dan pengaman-pengaman yang bekerja secara otomatis.

Air dari water treatment plant yang akan digunakan sebagai umpan *boiler* terlebih dahulu diatur kadar silica, O_2, Ca dan Mg yang mungkin masih terikut dengan jalan menambahkan bahan-bahan kimia ke dalam *boiler feed water tank*. Selain itu juga perlu diatur pHnya yaitu sekitar 10,5 – 11,5 karena pada pH yang terlalu tinggi korosifitasnya tinggi.

Sebelum masuk ke *boiler*, umpan dimasukkan dahulu ke dalam *economizer*, yaitu alat penukar panas yang memanfaatkan panas dari gas sisa pembakaran minyak residu yang keluar dari *boiler*. Di dalam alat ini air dinaikkan temperaturnya hingga 150°C dengan tekanan 2 atm, kemudian diumpankan ke *boiler*.

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

4.6.3 Unit Pembangkit Listrik

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

Kapasitas : 190 KWh

Jenis : Generator Diesel

Jumlah : 1 buah

Prinsip kerja dari diesel ini adalah solar dan udara yang terbakar secara kompresi akan menghasilkan panas. Panas ini digunakan untuk memutar poros engkol sehingga dapat menghidupkan generator yang mampu menghasilkan tenaga listrik. Listrik ini didistribusikan ke panel yang selanjutnya akan dialirkan ke unit pemakai. Pada operasi sehari-hari digunakan tenaga listrik 100% dan diesel. Tetapi apabila listrik padam, operasinya akan menggunakan tenaga listrik dari diesel 100%.

4.6.4 Unit Penyediaan Udara Tekan

Udara tekan diperlukan untuk pemakaian alat *pneumatic control* dengan tekanan 1,4 atm. Total kebutuhan udara tekan diperkirakan 579,73 kg/jam.

4.6.5 Unit Penyediaan Bahan Bakar

Unit ini bertujuan untuk menyediakan bahan bakar yang digunakan pada generator dan *boiler*. Bahan bakar yang digunakan untuk generator adalah solar

(*Industrial Diesel Oil*) yang diperoleh dari PT. Pertamina, Cilacap. Sedangkan bahan bakar yang dipakai pada *boiler* adalah *Residual Oil* no. 6 yang juga diperoleh dari PT. Pertamina, Cilacap.

4.6.6 Spesifikasi Alat-alat Utilitas

1. Pompa Utilitas (PU-01)

Fungsi : Mengalirkan air sungai menuju bak pengendap awal (BU-01) sebanyak 493.106,14 kg/jam.

Jenis : *Centrifugal Pump Single Stage*

Tipe : *Axial Flow Impeller*

Bahan : *Stainless Steel*

Kapasitas : 493.106,14 kg/jam

Kecepatan Volumetrik : 2.605,37 gpm

Kecepatan Linier : 1,10 m/s

Head Pompa : 2,84 m

Tenaga Pompa : 1,46 Hp

Tenaga Motor : 3 Hp

Putaran Standar : 1750 rpm

Putaran Spesifik : 16.747,66 rpm

Jumlah : 1

Harga : $ 5.506,40

2. Pompa Utilitas (PU-02)

Fungsi : Mengalirkan air dari bak pengendap awal (BU-01) menuju bak flokulator (BF) sebanyak 493.106,14 kg/jam.

Jenis : *Centrifugal Pump Single Stage*

Tipe : *Axial Flow Impeller*

Bahan : *Stainless Steel*

Kapasitas : 493.106,14 kg/jam

Kecepatan Volumetrik: 2.606,37 gpm

Kecepatan Linier : 1,10 m/s

Head Pompa : 8,59 m

Tenaga Pompa : 1,03 Hp

Tenaga Motor : 1,5 Hp

Putaran Standar : 1750 rpm

Putaran Spesifik : 7.304,83 rpm

Jumlah : 1

Harga : $ 5.506,40

3. Pompa Utilitas (PU-03)

Fungsi : Mengalirkan air dari bak flokulator (BF) menuju Clarifier (CF) sebanyak 493.106,14 kg/jam.

Jenis : *Centrifugal Pump Single Stage*

Tipe : *Axial Flow Impeller*

Bahan : *Stainless Steel*

Kapasitas : 493.106,14 kg/jam

Kecepatan Volumetrik: 26,05 gpm

Kecepatan Linier : 1,10 m/s

Head Pompa : 8,59 m

Tenaga Pompa : 0,88 Hp

Tenaga Motor : 1,5 Hp

Putaran Standar : 1750 rpm

Putaran Spesifik : 7.304,83 rpm

Jumlah : 1

Harga : $ 5.506,40

4. Pompa Utilitas (PU-04)

Fungsi : Mengalirkan air dari bak *Clarifier* (CF) menuju bak saringan pasir (BSP) sebanyak 493.106,14 kg/jam.

Jenis : *Centrifugal Pump Single Stage*

Tipe : *Mixed Flow Impeller*

Bahan : *Stainless Steel*

Kapasitas : 493.106,14 kg/jam

Kecepatan Volumetrik: 2.605,27 gpm

Kecepatan Linier : 1,10 m/s

Head Pompa : 11,59 m

Tenaga Pompa : 1,19 Hp

Tenaga Motor : 1,5 Hp

Putaran Standar : 1750 rpm

Putaran Spesifik : 5831,95 rpm

Jumlah : 1

Harga : $ 5.506,40

5. Pompa Utilitas (PU-05)

Fungsi : Mengalirkan air dari bak penampung air bersih (BU-02) untuk didistribusikan ke bak penampung air untuk kantor dan rumah tangga, bak penampung air pendingin, bak air proses dank tangki pembangkit steam sebanyak 591.727,37 kg/jam.

Jenis : *Centrifugal Pump Single Stage*

Tipe : *Axial Flow Impeller*

Bahan : *Stainless Steel*

Kapasitas : 591.727,37 kg/jam

Kecepatan Volumetrik: 2.605,37 gpm

Kecepatan Linier : 1,10 m/s

Head Pompa : 6,95 m

Tenaga Pompa : 0,71 Hp

Tenaga Motor : 1 Hp

Putaran Standar : 1750 rpm

Putaran Spesifik : 8.554,27 rpm

Jumlah : 1

Harga : $ 5.507,19

6. Pompa Utilitas (PU-06)

Fungsi : Mengalirkan air dari bak air pendingin (BU-04) ke proses pendingan sebanyak 2.366.909,48 kg/jam

Jenis : *Centrifugal Pump multi Stage*

Tipe : *Radial Flow Impeller*

Bahan : *Stainless Steel*

Kapasitas : 2.366.909,48 kg/jam

Kecepatan Volumetrik: 10.421,49 gpm

Kecepatan Linier : 168,44 m/s

Head Pompa : 793,33 m

Tenaga Pompa : 1,11 Hp

Tenaga Motor : 1,5 Hp

Putaran Standar : 1750 rpm

Putaran Spesifik : 890,26 rpm

Jumlah : 1

Harga : $ 12.650,74

7. Pompa Utilitas (PU-07)

Fungsi : Mengalirkan air dari bak air pendingin menuju *cooling tower* untuk didinginkan sebanyak 2.366.909,48 kg/jam.

Jenis : *Centrifugal Pump multi Stage*

Tipe : *Radial Flow Impeller*

Bahan : *Stainless Steel*

Kapasitas : 2.366.909,48 kg/jam

Kecepatan Volumetrik: 10.421,49 gpm

Kecepatan Linier : 168,44 m/s

Head Pompa : 793,33 m

Tenaga Pompa : 2,09 Hp

Tenaga Motor : 3 Hp

Putaran Standar : 1750 rpm

Putaran Spesifik : 890,26 rpm

Jumlah : 1

Harga : $ 12.650,74

8. Pompa Utilitas (PU-08)

Fungsi : Mengalirkan air dari *cooling tower* untuk dimanfaatkan kembali sebagai pendingin sebanyak 2.366.909,48 kg/jam.

Jenis : *Centrifugal Pump Multi Stage*

Tipe : *Radial Flow Impeller*

Bahan : *Stainless Steel*

Kapasitas : 2.366.909,48 kg/jam

Kecepatan Volumetrik: 10.421,49 gpm

Kecepatan Linier : 168,44 m/s

Head Pompa : 789,43 m

Tenaga Pompa : 1,75 Hp

Tenaga Motor : 3 Hp

Putaran Standar : 1750 rpm

Putaran Spesifik : 892,08 rpm

Jumlah : 1

Harga : $ 12.650,74

9. Pompa Utilitas (PU-09)

Fungsi : Mengalirkan air dari tangki kation menuju tangki anion sebanyak 4.138,13 kg/jam.

Jenis : *Centrifugal Pump Multi Stage*

Tipe : *Mixed Flow Impeller*

Bahan : *Stainless Steel*

Kapasitas : 4.138,13 kg/jam

Kecepatan Volumetrik: 22 gpm

Kecepatan Linier : 0,51 m/s

Head Pompa : 1,53 m

Tenaga Pompa : 0,05 Hp

Tenaga Motor : 0,05 Hp

Putaran Standar : 1750 rpm

Putaran Spesifik : 2.451,49 rpm

Jumlah :1

Harga : $ 313,91

10. Pompa Utilitas (PU-10)

Fungsi : Mengalirkan air dari tangki anion menuju tangki deaerator sebanyak 4.138,13 kg/jam.

Jenis : *Centrifugal Pump Single Stage*

Tipe : *Mixed Flow Impeller*

Bahan : *Stainless Steel*

Kapasitas : 4.138,13 kg/jam

Kecepatan Volumetrik: 22 gpm

Kecepatan Linier : 0,51 m/s

Head Pompa : 1,85 m

Tenaga Pompa : 0,06 Hp

Tenaga Motor : 0,08 Hp

Putaran Standar : 1750 rpm

Putaran Spesifik : 2.124,79 rpm

Jumlah : 1

Harga : $ 313,91

11. Pompa Utilitas (PU-11)

Fungsi : Mengalirkan air dari tangki daerator menuju tangki umpan *boiler* sebanyak 4.138,13 kg/jam.

Jenis : *Centrifugal Pump Single Stage*

Tipe : *Mixed Flow Impeller*

Bahan : *Stainless Steel*

Kapasitas : 4.138,13 kg/jam

Kecepatan Volumetrik: 22 gpm

Kecepatan Linier : 0,51 m/s

Head Pompa : 2,43 m

Tenaga Pompa : 0,07 Hp

Tenaga Motor : 0,13 Hp

Putaran Standar : 1750 rpm

Putaran Spesifik : 1.732,61 rpm

Jumlah : 1

Harga : $ 313,91

12. Pompa Utilitas (PU-12)

Fungsi : Mengalirkan air dari tangki air umpan *boiler* menuju *boiler* sebanyak 4.965,75 kg/jam.

Jenis : *Centrifugal Pump Single Stage*

Tipe : *Mixed Flow Impeller*

Bahan : *Stainless Steel*

Kapasitas : 2794,16 kg/jam

Kecepatan Volumetrik: 22 gpm

Kecepatan Linier : 0,51 m/s

Head Pompa : 1,85 m

Tenaga Pompa : 0,06 Hp

Tenaga Motor : 0,08 Hp

Putaran Standar : 1750 rpm

Putaran Spesifik : 2.124,79 rpm

Jumlah : 1

Harga : $ 313,91

13. Pompa Utilitas (PU-13)

Fungsi : Mengalirkan air dari bak air proses (BU-03) untuk keperluan air kantor dan rumah tangga sebanyak 2.736,91 kg/jam.

Jenis : *Centrifugal Pump Single Stage*

Tipe : *Mixed Flow Impeller*

Bahan : *Stainless Steel*

Kapasitas : 2.736,91 kg/jam

Kecepatan Volumetrik: 15 gpm

Kecepatan Linier : 0,77 m/s

Head Pompa : 2,26 m

Tenaga Pompa : 0,05 Hp

Tenaga Motor : 0,05 Hp

Putaran Standar : 1750 rpm

Putaran Spesifik : 1.509,30 rpm

Jumlah : 1

Harga : $ 249,46

14. Pompa Utilitas (PU-14)

Fungsi : Mengalirkan *Dowterm A* dari tangki *Dowterm* (TU-11) menuju *furnace*-02 sebanyak 112.526,53 kg/jam.

Jenis : *Centrifugal Pump Single Stage*

Tipe : *Mixed Flow Impeller*

Bahan : *Stainless Steel*

Kapasitas : 112.526,53 kg/jam

Kecepatan Volumetrik: 595 gpm

Kecepatan Linier : 6,24 m/s

Head Pompa : 10,75 m

Tenaga Pompa : 8,84 Hp

Tenaga Motor : 15 Hp

Putaran Standar : 1750 rpm

Putaran Spesifik : 2.950,09 rpm

Jumlah : 1

Harga : $ 2.270,16

15. Pompa Utilitas (PU-15)

Fungsi : Mengalirkan *Dowterm A* dari *furnace* -02 menuju ke proses (Reaktor) sebanyak 112.526,53 kg/jam

Jenis : C*entrifugal Pump Single Stage*

Tipe : *Axial Flow Impeller*

Bahan : *Stainless Steel*

Kapasitas : 112.526,53 kg/jam

Kecepatan Volumetrik: 3000 gpm

Kecepatan Linier : 1,27 m/s

Head Pompa : 7,25 m

Tenaga Pompa : 3,01 Hp

Tenaga Motor : 5 Hp

Putaran Standar : 1750 rpm

Putaran Spesifik : 8.903,67 rpm

Jumlah : 1

Harga : $ 2.269,11

16. Pompa Utilitas (PU-16)

Fungsi : Mengalirkan *Dowtherm A* dari proses (reactor) menuju tangki penampung *Dowtherm* sementara (TU-12) sebanyak 112.526,53 kg/jam

Jenis : *Centrifugal Pump Single Stage*

Tipe : *Axial Flow Impeller*

Bahan : *Stainless Steel*

Kapasitas : 112.526,53 kg/jam

Kecepatan Volumetrik: 3000 gpm

Kecepatan Linier : 1,27 m/s

Head Pompa : 7,25 m

Tenaga Pompa : 3,01 Hp

Tenaga Motor : 5 Hp

Putaran Standar : 1750 rpm

Putaran Spesifik : 8.903,67 rpm

Jumlah : 1

Harga : $ 2.269,11

17. Pompa Utilitas (PU-17)

Fungsi : Mengalirkan *Dowtherm A* dari *cooler* menuju proses (Reaktor) sebanyak 112.526,53 kg/jam

Jenis : *Centrifugal Pump Single Stage*

Tipe : *Axial Flow Impeller*

Bahan : *Stainless Steel*

Kapasitas : 112.526,53 kg/jam

Kecepatan Volumetrik: 3000 gpm

Kecepatan Linier : 1,26 m/s

Head Pompa : 7,25 m

Tenaga Pompa : 3 Hp

Tenaga Motor : 5 Hp

Putaran Standar : 1750 rpm

Putaran Spesifik : 8.903,67 rpm

Jumlah : 1

Harga : $ 2.269,11

18. Bak Pengendap Awal (BU-01)

Fungsi : Menampung dan menyediakan air untuk diolah serta mengendapkan kotoran sebanyak 493.106,14 kg/jam dengan waktu tinggal selama 3 jam.

Jenis : Bak persegi panjang yang diperkuat beton bertulang

Panjang : 37,68 m

Lebar : 18,84 m

Tinggi : 2,5 m

Volume : 1775,18 m^3

Jumlah : 1

Harga : $ 287.317,55

19. Flokulator (FL)

Fungsi : Mengendapakan kotoran yang berupa dispersi koloid dalam air dengan menambahkan koagulan, sebanyak 493.106,14 kg/jam dengan waktu tinggal selama 1 jam.

Jenis : Bak silinder tegak

Diameter : 9,10 m

Tinggi : 9,10 m

Volume : 591,72 m^3

Power pengaduk : 20 Hp

Jumlah : 1

Harga : $ 138,17

20. Clarifier (CL)

Fungsi : Menampunng sementara air yang mengalami fluktuasi dan memisahkan flok dari air sebanyak 493.106,14 kg/jam dengan waktu tinggal selama 1 jam.

Jenis : Bak silinder tegak dengan tutup kerucut

Diameter : 9,10 m

Tinggi : 12,13 m

Volume : 591,73 m^3

Jumlah : 1

Harga : $ 135.096,14

21. Bak Saringan Pasir (BSP)

Fungsi : Menyaring koloid-koloid yang lolos dari clarifier sebanyak 493.106,14 kg /jam

Debit : 2.171,14 gpm

Tinggi : 1,51 m

Volume : 76,47 m^3

Panjang : 7,10 m

Lebar : 7,10 m

Ukuran pasir rata-rata : 28 mesh

Tinggi lapisan pasir : 1,26 m

Jumlah : 1

Harga : $ 1.923,58

22. Bak Penampung Air Bersih (BU-02)

Fungsi : Menampung air bersih yang keluar dari bak saringan pasir sebanyak 493.106,14 kg/jam.

Jenis : Bak empat persegi panjang beton bertulang

Tinggi : 2,5 m

Volume : 1775,18m^3

Panjang : 37,68m

Lebar : 18,84 m

Jumlah : 1

Harga : $ 43.543,11

23. Bak Penampung Air Kantor dan Rumah Tangga (BU-03)

Fungsi : Menampung air bersih untuk keperluan kantor dan rumah tangga sebanyak 1,88 kg/jam.

Jenis : Bak empat persegi panjang beton bertulang

Tinggi : 1,5 m

Volume : 0,03 m^3

Panjang : 0.19 m

Lebar : 0,10 m

Jumlah : 1

Harga : $ 370,25

24. Bak Penampung Air Pendingin (BU-04)

Fungsi : Menampung air untuk keperluan proses yang membutuhkan air pendingin sebanyak 493.106,14 kg/jam dengan waktu tinggal 2 jam.

Jenis : Bak empat persegi panjang beton bertulang

Tinggi : 1,5 m

Volume : 1.183,45 m^3

Panjang : 39,72 m

Lebar : 19,86 m

Jumlah : 1

Harga : $ 225.272,09

25. Cooling Tower (CT)

Fungsi : Mendinginkan air pendingin setelah digunakan sebanyak 1.972.424,56 kg/jam.

Jenis : *Cooling tower induced draft*

Tinggi : 10,84 m

Ground area : 201,70 m^2

Panjang : 14,20 m

Lebar : 14,20 m

Jumlah : 1

Harga : $ 57.554,90

26. Kation Exchanger (KN)

Fungsi	: Menghilangkan kesadahan air yang disebabkan oleh kation-kation seperti Ca dan Mg sebanyak 4.138,13 kg/jam.
Jenis	: Silinder tegak
Bahan konstruksi	: *Carbon stell SA-283 grade C*
Tinggi	: 1,91 m
Volume	: 1,07 m3
Diameter	: 0,85 m
Tebal	: 0,0048 m
Jumlah	: 2
Harga	: $ 5.780,79

27. Anion Exchanger (AN)

Fungsi	: Menghilangkan kesadahan air yang disebabkan oleh anion-anion seperti Cl, SO4 dan NO3 sebanyak 4.138,13 kg/jam.
Jenis	: Silinder tegak
Bahan konstruksi	: *Carbon stell SA-283 grade C*
Tinggi	: 1,91 m
Volume	: 1,07 m3
Diameter	: 0,85 m
Tebal	: 0,0048 m
Jumlah	: 2

Harga : $ 5.780,79

28. Tangki Deaerator (DE)

Fungsi : Membebaskan gas CO_2 dan O_2 dari air yang telah dilunakkan dalam anion dan kation *exchanger* dengan larutan Na2SO3 dan larutan NaH2PO4.H2O sebanyak 4.138,13 kg/jam.

Jenis : Bak silinder tegak

Tinggi : 1,85 m

Volume : 4,97 m3

Diameter : 1,85 m

Jenis pengaduk : *Marine propeller 3 blade*

Power pengaduk : 0,125 Hp

Jumlah : 1

Harga : $ 9.970,11

29. Tangki $Al_2 (SO_4)_3$ (TU-01)

Tugas : Menyiapkan dan menyimpan larutan alum 5 % untuk 1 minggu operasi dengan kecepatan 493.106,14 kg/jam

Jenis : tangki silinder tegak

Kapasitas : 49,70 m^3

Dimensi : D = 3,36 m

L= 6,72 m

Harga : $ 34.014,10

30. Tangki Na_2CO_3 (TU-02)

Tugas : Menyiapkan dan menyimpan larutan Na_2CO_3 5 % untuk 1 minggu operasi dengan kecepatan 493.106,14 kg/jam

Jenis : tangki silinder tegak

Kapasitas : 49,71 m^3

Dimensi : D = 3,36 m ; L= 6,72 m

Harga : $ 34.014,10

31. Tangki Larutan Kaporit (TU-03)

Fungsi : Membuat larutan desinfektan dari bahan kaporit untuk air yang akan digunakan di kantor dan rumah tangga.

Jenis : Tangki silinder tegak

Kebutuhan air : 1,88 kg/jam

Kadar *clorine* : 49,6 % dalam kaporit

Kebutuhan kaporit : 1,52 x 10^{-5} kg/jam

Tinggi : 1,07 m

Volume : 0,30 m^3

Diameter : 1,07 m

Jumlah : 1

Harga : $ 25,60

32. Tangki Desinfektan (TU-04)

Fungsi : Membunuh bakteri yang digunakan untuk keperluan kantor dan rumah tangga sebanyak 1,88 kg/jam.

Jenis : Tangki silinder tegak

Tinggi : 1,4 m

Volume : 0,23 m^3

Diameter : 1,4 m

Jumlah : 1

Harga : $ 93,19

33. Tangki Larutan NaCl (TU-05)

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

Jenis : Tangki silinder tegak

Kebutuhan NaCl : 54,75 ft^3/hari

Tinggi : 1,33 m

Volume : 1,86 m3

Diameter : 1,33 m

Jumlah : 1

Harga : $ 4.136,17

34. Tangki Larutan NaOH (TU-06)

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

Jenis : Tangki silinder tegak

Kebutuhan NaOH : 15,21 ft^3/hari

Tinggi : 1,87 m

Volume : 0,52 m3

Diameter :1,87 m

Jumlah : 1

Harga : $ 1.917,86

35. Tangki Larutan N_2H_4 (TU-07)

Fungsi :Melarutkan N_2H_4 yang berfungsi mencegah kerak dalam alat proses sebanyak 4.138,13 kg/jam

Jenis : Tangki Silinder Tegak

Kebutuhan N_2H_4 : 0,12 kg/jam.

Tinggi : 1,40 m

Volume : 2,14 m^3

Diameter : 1,40 m

Jumlah : 1

Harga :$ 4.505,29

36. Tangki Larutan Na_2SO_4 (TU-08)

Fungsi	: Melarutkan Na_2SO_4 yang berfungsi mencegah kerak dalam alat proses sebanyak 4.138,13 kg/jam.
Jenis	: Tangki silinder tegak
Kebutuhan Na_2SO_4	: 0,12 kg/jam
Tinggi	: 1,40 m
Volume	: 2,15 m3
Diameter	: 1,40 m
Jumlah	: 1
Harga	: $ 4.505,29

37. Tangki Umpan Boiler (TU-09)

Fungsi	: Menampung umpan boiler sebanyak 4.138,13 kg/jam.
Jenis	: Tangki silinder tegak
Tinggi	: 2,33 m
Volume	: 9,93 m3
Diameter	: 2,33 m
Jumlah	: 1
Harga	: $ 25,60

38. Tangki Umpan Kondensat (TU-10)

Fungsi : Menampung kondensat dari alat proses sebelum disirkulasi menuju tangki umpan boiler sebanyak 4.138,13 kg/jam.

Jenis : Tangki silinder tegak

Tinggi : 2,16 m

Volume : 7,95 m3

Diameter : 2,16 m

Jumlah : 1

Harga : $ 34.014,10

39. Tangki Downterm A (TU-11)

Tugas : Menampung Downterm A sebelum digunakan pada reaktor

Jenis : Tangki silinder tegak

Kapasitas : 15,6618 m^3

Dimensi : D = 2,3693 m

T = 3,5540 m

Harga : US$ 9.640,6123

40. Tangki penampung downterm A sementara (TU-12)

Tugas : Menampung downterm A sementara dari alat proses sebelum disirkulasi menuju CL-01 untuk didinginkan

Jenis : Tangki silinder tegak

Kapasitas : 6,62 m^3

Dimensi : D = 2,16 m

T = 2,16 m

Harga : $ 16.801,3803

41. Cooler-01 (Unit Downterm A)

Fungsi : Menurunkan suhu downterm dari 550 K menjadi 350 K sebelum disirkulasikan lagi menuju alat proses.

Tipe : *Double pipe heat exchanger*

Bahan : *Carbon Steel SA 283 Grade C*

Luas transfer panas : 0,0262 ft^2

Dirt Factor (Rd) : 0,0030 jam ft^2 ^oF/Btu

Harga : US$ 4,7490

42. Furnace

Fungsi : Memanaskan Downterm dari suhu 298 K sampai suhu 350 K

Beban *furnace* : 0,0348 Kkal/jam

Bahan bakar : Fuel oil

Kebutuhan bahan bakar: 9,47E-06 Kg/jam

Harga : $ 99,8344

43. Kompresor (KU-01)

Fungsi : Menyediakan udara tekan untuk keperluan alat instrumentasi dan kontrol sebanyak 579,73 kg/jam.

Jenis : *Single stage centrifugal compressor*

Kebutuhan udara tekan : 500 m^3/jam

Kapasitas : 579,73 kg/jam

Power motor : 0,33 Hp

Jumlah : 1

Harga : $ 15.902,48

44. Generator (GU)

Fungsi : Membangkitkan listrik untuk keperluan proses, utilitas dan umum sebanyak 682 kW.

Jenis : *Generator diesel*

Power : 682 kW

Jumlah : 1

Harga : $ 58.276,75

45. Blower (BWU-01)

Fungsi : Menghisap udara sekeliling ke dalam *boiler* (BO) sebanyak 263.971,60 ft^3/jam

Kebutuhan udara : 263.971,60 ft^3/jam

Power motor : 3 Hp

Jumlah : 1

Harga : $ 21.094,14

46. Boiler (BO)

Fungsi : Memproduksi steam sebanyak 4.138,13 kg/jam.

Jenis : *Fire tube boiler*

Kebutuhan steam : 4.138,13kg/jam

Luas transfer panas : 4.626,64 ft^2

Jumlah *tube* : 310 buah

Jumlah : 1

Harga : $ 66.564,71

Berikut flow diagram proses pengolahan air pabrik etanol dari etilen dan air dengan kapasitas produksi 35.000 ton/tahun.

4.7 Laboratorium

4.7.1 Kegunaan Laboratorium

Laboratorium merupakan bagian yang sangat penting dalam menunjang kelancaran proses produksi dan menjaga mutu produk. Laboratorium kimia merupakan sarana untuk mengadakan penelitian mengenai bahan baku, proses maupun produksi. Hal ini dilakukan untuk meningkatkan dan menjaga kualitas atas mutu produksi perusahaan. Analisa yang dilakukan dalam rangka pengendalian mutu meliputi analisa bahan baku dan bahan pembantu, analisa proses dan analisa kualitas produk.

Fungsi lain dari laboratorium adalah mengendalikan pencemaran lingkungan, baik pencemaran udara maupun pencemaran air. Laboratorium kimia merupakan sarana kegiatan guna pembangunan perusahaan supaya lebih maju dan menguntungkan baik dari segi teknis maupun non teknis.

Laboratorium berada di bawah bidang teknis dan produksi yang mempunyai tugas:

1) Sebagai pengontrol kualitas bahan baku dan bahan tambahan lainnya yang digunakan.
2) Sebagai pengontrol 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 terhadap segala sesuatu yang berkenaan dengan pengembangan dan peningkatan mutu produk.
5) Sebagai pengontrol terhadap proses produksi, baik polusi udara, cair maupun padatan.

Adapun analisa yang dilakukan di laboratorium adalah:

1) Analisa mutu bahan baku
2) Analisa mutu produk
3) Analisa mutu air

4.8 Organisasi Perusahaan

4.8.1 Bentuk Organisasi Perusahaan

Pabrik *Ethanol dari ethylene dan air* yang akan didirikan ini direncanakan berbentuk Perseroan Terbatas (PT). Perseroan Terbatas (PT) merupakan bentuk perusahaan yang mendapatkan modalnya dari penjualan saham dimana tiap sekutu turut mengambil bagian sebanyak satu saham atau lebih. Dalam Perseroan Terbatas (PT) pemegang saham hanya bertanggung jawab menyetor penuh jumlah yang disebutkan dalam tiap saham.

Untuk perusahaan-perusahaan skala besar, biasanya menggunakan bentuk Perseroan Terbatas (PT/korporasi). Perseroan Terbatas (PT) merupakan asosiasi pemegang saham yang diciptakan berdasarkan hukum dan dianggap sebagai badan hukum.

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

a) Mudah mendapatkan modal, yaitu dengan menjual saham perusahaan.

b) Tanggung jawab pemegang saham terbatas, sehingga kelancaran produksi hanya dipegang oleh pimpinan perusahaan.

c) Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin, karena tidak terpengaruh berhentinya pemegang saham, direksi beserta stafnya atau karyawan perusahaan.

d) Efisiensi dari manajemen

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

e) Lapangan usaha lebih luas

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

f) Merupakan badan usaha yang memiliki kekayaan tersendiri yang terpisah dari kekayaan pribadi.

g) Mudah mendapatkan kredit dari bank dengan jaminan perusahaan.

h) Mudah bergerak di pasar global.

4.8.2 Struktur Organisasi Perusahaan

Untuk menjalankan segala aktivitas di dalam perusahan secara efisien dan efektif, diperlukan adanya struktur organisasi. Struktur organisasi merupakan salah satu unsur yang sangat diperlukan dalam suatu perusahaan. Dengan adanya struktur yang baik maka para atasan dan para karyawan dapat memahami posisi masing-masing. Dengan demikian struktur organisasi suatu perusahaan dapat menggambarkan bagian, posisi, tugas, kedudukan, wewenang dan tanggung jawab dari masing-masing personil dalam perusahaan tersebut.

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

a) Perumusan tujuan perusahaan dengan jelas.

b) Pendelegasian wewenang.

c) Pembagian tugas kerja yang jelas.

d) Kesatuan perintah dan tanggung jawab.

e) Sistem pengontrol atas pekerjaan yang telah dilaksanakan.

f) Organisasi perusahaan yang fleksibel.

Dengan berpedoman terhadap azas-azas tersebut, maka diperoleh bentuk struktur organisasi yang baik, yaitu : sistem *line* dan staf. Pada sistem ini, garis kekuasaan sederhana dan praktis. Demikian pula kebaikan dalam pembagian tugas kerja seperti yang terdapat dalam sistem organisasi fungsional, 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 organisasi garis dan staf ini, yaitu :

1) Sebagai garis atau *line* 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 Teknik dan Produksi serta Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum. Dimana Direktur Teknik dan Produksi membawahi bidang produksi, pengendalian, utilitas dan pemeliharaan. Sedangkan Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum membawahi bidang pembelian dan pemasaran, administrasi, keuangan dan umum, serta penelitian dan pengembangan. Direktur ini membawahi beberapa kepala bagian yang bertanggung jawab atas bawahannya sebagai bagian dari pendelegasian wewenang dan tanggung jawab. Masing-masing kepala bagian akan membawahi beberapa seksi yang dikepalai oleh kepala seksi dan masing-masing seksi akan membawahi dan mengawasi para 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.

Sedangkan untuk mencapai kelancaran produksi maka perlu dibentuk staf ahli yang terdiri dari orang-orang yang ahli di bidangnya. Staf ahli akan memberikan bantuan pemikiran dan nasehat kepada tingkat pengawas, demi tercapainya tujuan perusahaan.

Manfaat adanya struktur organisasi tersebut adalah sebagai berikut :

a) Menjelaskan mengenai pembatasan tugas, tanggung jawab dan wewenang.

b) Sebagai bahan orientasi untuk pejabat.

c) Penempatan pegawai yang lebih tepat.

d) Penyusunan program pengembangan manajemen.

e) Mengatur kembali langkah kerja dan prosedur kerja yang berlaku bila terbukti kurang lancar.

Berikut gambar struktur organisasi pabrik *ethanol dari ethylene dan air* dengan kapasitas 35.000 ton/tahun.

4.8.3 Tugas dan Wewenang

4.8.3.1 Pemegang Saham

Pemegang saham adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi perusahaan yang mempunyai bentuk Perseroan Terbatas (PT) adalah Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS). Pada RUPS tersebut para pemegang saham berwenang:

a) Mengangkat dan memberhentikan Dewan Komisaris

b) Mengangkat dan memberhentikan direktur

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

4.8.3.2 Dewan Komisaris

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

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

b. Mengawasi tugas-tugas direktur.

c. Membantu direktur dalam tugas-tugas penting.

4.8.3.3 Dewan Direksi

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

Tugas Direktur Utama antara lain:

a) Tugas kebijakan perusahaan dan mempertanggungjawabkan pekerjaannya pada pemegang saham pada akhir masa jabatannya.

b) Menjaga stabilitas organisasi perusahaan dan membuat kontinuitas 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 Teknik dan Produksi serta Administrasi, Keuangan dan Umum.

Tugas Direktur Teknik dan Produksi antara lain:

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

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

Tugas Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum antara lain:

a) Bertanggung jawab kepada Direktur Utama dalam bidang administrasi, keuangan dan umum, pembelian dan pemasaran, serta penelitian dan pengembangan.

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

4.8.3.4 Staf Ahli

Staf ahli terdiri dari tenaga-tenaga ahli yang bertugas membantu direksi dalam menjalankan tugasnya baik yang berhubungan dengan teknik maupun administrasi. Staf ahli bertanggung jawab kepada Direktur Utama sesuai dengan bidang keahliannya masing-masing.

Tugas dan wewenang:

a) Memberikan nasehat dan saran dalam perencanaan pengembangan perusahaan.

b) Memperbaiki proses dari pabrik atau perencanaan alat dan pengembangan produksi.

c) Mempertinggi efisiensi kerja.

4.8.3.5 Kepala Bagian

a. Kepala Bagian Produksi

Bertanggung jawab kepada Direktur Teknik dan Produksi dalam bidang mutu dan kelancaran produksi.

Kepala Bagian Produksi membawahi:

- Seksi Proses

Tugas Seksi Proses meliputi :

a. Menjalankan tindakan seperlunya pada peralatan produksi yang mengalami kerusakan, sebelum diperbaiki oleh seksi yang berwenang.

b. Mengawasi jalannya proses produksi.

- Seksi Pengendalian

Tugas Seksi Pengendalian meliputi:

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

- Seksi Laboratorium

Tugas Seksi Laboratorium meliputi:

a. Mengawasi dan menganalisa mutu bahan baku dan bahan pembantu.

b. Mengawasi dan menganalisa produk.

c. Mengawasi kualitas buangan pabrik.

b. Kepala Bagian Teknik

Tugas Kepala Bagian Teknik antara lain:

1. Bertanggung jawab kepada Direktur Teknik dan Produksi dalam bidang utilitas dan pemeliharaan.

2. Mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya.

Kepala Bagian Teknik membawahi:

- Seksi Pemeliharan

  Tugas Seksi Pemeliharan antara lain:

  a. Melaksanakan pemeliharaan fasilitas gedung dan peralatan *table* pabrik.

  b. Memperbaiki kerusakan peralatan pabrik .

- Seksi Utilitas

  Tugas Seksi Utilitas antara lain:

  a. Melaksanakan dan mengatur sarana utilitas memenuhi kebutuhan proses, air, *steam*, dan tenaga listik.

c. Kepala Bagian Pembelian dan Pemasaran

Tugas Kepala Bagian Pembelian dan Pemasaran antara lain:

1. Bertanggung jawab kepada Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum dalam bidang pengadaan bahan baku dan pemasaran hasil produksi.

2. Mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya.

Kepala bagian pembelian dan pemasaran membawahi:

- Seksi Pembelian

Tugas Seksi Pembelian antara lain:

a. Melaksanakan pembelian barang dan peralatan yang dibutuhkan perusahaan.

b. Mengetahui harga pemasaran dan mutu bahan baku serta mengatur keluar masuknya bahan dan alat dari gudang.

- Seksi Pemasaran

Tugas Seksi Pemasaran antara lain:

a. Merencanakan strategi penjualan hasil produksi.

b. Mengatur distribusi barang dari gudang.

d. Kepala Bagian Administrasi, Keuangan dan Umum

Tugas Kepala Bagian Administrasi, Keuangan dan Umum antara lain:

1. Bertanggung jawab kepada Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum dalam bidang administrasi dan keuangan, personalia dan humas, serta keamanan.

2. Mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya.

Kepala bagian administrasi, keuangan dan umum membawahi:

- Seksi Administrasi dan Keuangan

Tugas Seksi Administrasi dan Keuangan antara lain:

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

- Seksi Personalia

  Tugas Seksi Personalia antara lain:

  a. Membina tenaga kerja dan menciptakan suasana kerja yang sebaik mungkin antara pekerja dan pekerjaannya serta lingkungannya supaya tidak terjadi pemborosan waktu dan biaya.

  b. Mengusahakan disiplin kerja yang tinggi dalam menciptakan kondisi kerja yang dinamis.

  c. Melaksanakan hal-hal yang berhubungan dengan kesejahteraan karyawan.

- Seksi Humas

  Tugas Seksi Humas antara lain:

  a. Mengatur hubungan antara perusahaan dengan masyarakat di luar lingkungan perusahaan.

- Seksi Keamanan

  Tugas Seksi Keamanan antara lain:

  a. Menjaga semua bangunan pabrik dan fasilitas yang ada di perusahaan.

b. Mengawasi keluar masuknya orang-orang baik karyawan maupun bukan ke dalam lingkungan perusahaan.

c. Menjaga dan memelihara kerahasiaan yang berhubungan dengan intern perusahaan.

e. Kepala Bagian Penelitian dan Pengembangan

Tugas Kepala Bagian Penelitian dan Pengembangan antara lain:

1. Bertanggung jawab kepada Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum dalam bidang penelitian dan pengembangan produksi.
2. Mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya.

Kepala Bagian Penelitian dan Pengembangan membawahi:

a. Seksi Penelitian

b. Seksi Pengembangan

4.8.3.6 Kepala Seksi

Kepala seksi adalah pelaksana pekerjaan dalam lingkungan bidangnya sesuai dengan rencana yang telah diatur oleh kepala bagian masing-masing agar diperoleh hasil yang maksimum dan efektif selama berlangsungnya proses produksi. Setiap kepala seksi bertanggung jawab terhadap kepala bagiannya masing-masing sesuai dengan seksinya.

4.8.3.7 Status Karyawan

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

1. Karyawan Tetap

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

2. Karyawan Harian

   Karyawan yang diangkat dan diberhentikan tanpa Surat Keputusan Direksi dan mendapat upah harian yang dibayar tiap akhir pekan.

3. Karyawan Borongan

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

4.8.4 Pembagian Jam Kerja Karyawan

Pabrik 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 :

Karyawan *Non Shift*

Karyawan *non shift* adalah para karyawan yang tidak menangani proses produksi secara langsung. Yang termasuk para karyawan *non shift* adalah : Direktur Utama, Direktur Teknik dan Produksi, Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum, Kepala Bagian serta bawahan yang berada di kantor. Karyawan *non shift* dalam satu minggu bekerja selama 6 hari dengan jam kerja sebagai berikut :

Jam kerja : Senin – Kamis : jam 07.00 – 16.00

Jumat : jam 07.00 – 17.00

Jam istirahat : Senin – Kamis : jam 12.00 – 13.00

Jumat : jam 11.00 – 13.00

1. Karyawan *Shift*

Karyawan *shift* adalah karyawan yang langsung menangani proses produksi atau mengatur bagian-bagian tertentu dari pabrik yang mempunyai hubungan dengan masalah keamanan dan kelancaran produksi. Yang termasuk karyawan *shift* ini adalah operator produksi, bagian teknik, bagian gudang dan bagian-bagian yang harus siaga untuk menjaga keselamatan serta keamanan pabrik. Para karyawan akan bekerja secara bergantian sehari semalam. Karyawan *shift* dibagi dalam 3 *shift* 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 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. Untuk hari libur atau hari besar yang ditetapkan pemerintah, maka regu yang masuk tetap masuk. Jadwal kerja masing-masing regu ditabelkan sebagai berikut :

Tabel 4.5 Jadwal kerja *shift* tiap regu

Regu	**Hari**											
	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 : P = *shift* pagi

S = *shift* siang

M = *shift* malam

L = libur

Kelancaran produksi dari suatu pabrik sangat dipengaruhi oleh faktor kedisiplinan karyawannya. Untuk itu kepada seluruh karyawan diberlakukan

presensi dan masalah presensi ini akan digunakan pimpinan perusahaan sebagai dasar dalam mengembangkan karier para karyawan dalam perusahaan.

4.8.5 Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji

4.8.5.1 Jabatan dan Keahlian

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 SMP. Perinciannya sebagai berikut :

Tabel 4.6 Jabatan dan keahlian

No.	Jabatan	Keahlian
1	Direktur Utama	Magister Teknik Kimia
2	Direktur Teknik dan Produksi	Sarjana Teknik Kimia
3	Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum	Sarjana Ekonomi
4	Staf Ahli	Sarjana Teknik Kimia dan Ekonomi
5	Kepala Bagian Produksi	Sarjana Teknik Kimia
6	Kepala Bagian Teknik	Sarjana Teknik Mesin
7	Kepala Bagian Pembelian dan Pemasaran	Sarjana Ekonomi
8	Kepala Bagian Administrasi, Keuangan dan Umum	Sarjana Ekonomi

9	Kepala Bagian Penelitian dan Pengembangan	Sarjana Teknik Kimia
10	Kepala Seksi Personalia dan Humas	Sarjana Sosial
11	Kepala Seksi Keamanan	Ahli Madya
12	Kepala Seksi Pembelian dan Pemasaran	Sarjana Industri/Ekonomi
13	Kepala Seksi Administrasi dan Keuangan	Sarjana Industri/Ekonomi
14	Kepala Seksi Proses	Sarjana Teknik Kimia
15	Kepala Seksi Pengendalian	Sarjana Teknik Kimia
16	Kepala Seksi Laboratorium	Sarjana Teknik Kimia
17	Kepala Seksi Utilitas dan Pemeliharaan	Sarjana Teknik Kimia
18	Kepala Seksi Penelitian dan Pengembangan	Sarjana Teknik Kimia
19	*Foreman* Proses	Ahli Madya Teknik Kimia
20	Operator Proses	Ahli Madya Teknik Kimia
21	*Foreman* Teknik	Ahli Madya Teknik Mesin
22	Operator Teknik	Ahli Madya Teknik Mesin
23	*Foreman* Utilitas	Ahli Madya Teknik Kimia
24	Operator Utilitas	Ahli Madya Teknik Kimia
25	Karyawan Pembelian dan Pemasaran	Ahli Madya Teknik Industri / Ekonomi
26	Karyawan Administrasi dan Keuangan	Ahli Madya Ekonomi
27	Karyawan Penelitian dan Pengembangan	Ahli Madya Teknik Kimia

28	Karyawan Personalia dan Humas	Ahli Madya Sosial
29	Karyawan Keamanan	Lulusan SMA
30	Karyawan Proses	Ahli Madya Teknik Kimia
31	Karyawan Pengendalian	Ahli Madya Teknik Kimia
32	Karyawan Laboratorium	Ahli Madya Teknik Kimia
33	Karyawan Utilitas dan Pemeliharaan	Ahli Madya Teknik Kimia
34	Sekretaris	Ahli Madya Sekretaris
35	Medis	Dokter
36	Paramedis	Sarjana Keperawatan
37	Sopir	Lulusan SMP
38	*Cleaning Service*	Lulusan SMP

4.8.5.2 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. Penentuan jumlah karyawan proses dapat digambarkan sebagai berikut :

Tabel 4.7 Perincian jumlah karyawan alat proses

Nama Alat	**$\sum$ Orang/Unit**	**Orang/shift (t)**
Reaktor Fixed Bed	1	0.50
Cooler	3	0.75
Adsorber	2	0.25

Tangki	2	0.20
Pompa	4	0.80
Heater	3	0.75
Expansion valve	2	0.20
menara distilasi	1	0.25
Reboiler	1	0.05
Condenser	2	0.10
Separator Drum	1	0.25
Total		**4.00**

- Jumlah operator untuk alat proses = 4,00 x 3 Shift

  = 12,00 Orang

  = 12 orang

- Jumlah operator utilitas = 0,5 x Jumlah operator produksi

  = 0,5 x 12 Orang = 6 Orang

Sehingga total keseluruhan operator lapangan = 12 Orang + 6 Orang

= 18 Orang

Tabel 4.8 Jumlah karyawan

No	Jabatan	Jumlah
1	Direktur Utama	1
2	Direktur Teknik dan Produksi	1
3	Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum	1
4	Staf Ahli	1

5	Kepala Bagian Produksi	1
6	Kepala Bagian Teknik	1
7	Kepala Bagian Pembelian dan Pemasaran	1
8	Kepala Bagian Administrasi, Keuangan dan Umum	1
9	Kepala Bagian Penelitian dan Pengembangan	1
10	Kepala Seksi Personalia dan Humas	1
11	Kepala Seksi Keamanan	1
12	Kepala Seksi Pembelian dan Pemasaran	1
13	Kepala Seksi Administrasi dan Keuangan	1
14	Kepala Seksi Proses	1
15	Kepala Seksi Pengendalian	1
16	Kepala Seksi Laboratorium	1
17	Kepala Seksi Utilitas dan Pemeliharaan	1
18	Kepala Seksi Penelitian dan Pengembangan	1
19	*Foreman* Proses	4
20	Operator Proses	9
21	*Foreman* Teknik	4
22	Operator Teknik	9
23	*Foreman* Utilitas	4
24	Operator Utilitas	9

25	Karyawan Pembelian dan Pemasaran	8
26	Karyawan Administrasi dan Keuangan	3
27	Karyawan Penelitian dan Pengembangan	4
28	Karyawan Personalia dan Humas	3
29	Karyawan Keamanan	6
30	Karyawan Proses	10
31	Karyawan Pengendalian	5
32	Karyawan Laboratorium	4
33	Karyawan Utilitas dan Pemeliharaan	7
34	Sekretaris	5
35	Medis	2
36	Paramedis	3
37	Sopir	6
38	*Cleaning Service*	5

4.8.5.3 Penggolongan Gaji

Sistem gaji perusahaan ini dibagi menjadi tiga golongan yaitu :

a) Gaji bulanan

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

b) Gaji harian

Gaji ini diberikan kepada karyawan tidak tetap atau buruh harian.

c) Gaji lembur

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

Tabel 4.9 Penggolongan gaji menurut jabatan

Jabatan	**Jumlah**	**Gaji per Bulan (Rp)**	**Total Gaji (Rp)**
Direktur Utama	1	20.000.000	20.000.000
Direktur Teknik dan Produksi	1	15.000.000	15.000.000
Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum	1	15.000.000	15,000,000
Staf Ahli	2	10.000.000	20.000.000
Kepala Bagian Produksi	1	8.000.000	8.000.000
Kepala Bagian Teknik	1	8.000.000	8.000.000
Kepala Bagian Pembelian dan Pemasaran	1	8.000.000	8.000.000
Kepala Bagian Administrasi, Keuangan dan Umum	1	8.000.000	8.000.000
Kepala Bagian Penelitian dan Pengembangan	1	8.000.000	8.000.000
Kepala Bagian Personalia dan Humas	1	8.000.000	8.000.000

Kepala Seksi Keamanan	1	8.000.000	8.000.000
Kepala Seksi Pembelian dan Pemasaran	1	5.500.000	5.500.000
Kepala Seksi Administrasi dan Keuangan	1	5.500.000	5.500.000
Kepala Seksi Proses	1	5.500.000	5.500.000
Kepala Seksi Pengendalian	1	5.500.000	5.500.000
Kepala Seksi Laboratorium	1	5.500.000	5.500.000
Kepala Seksi Utilitas dan Pemeliharaan	1	5.500.000	5.500.000
Kepala Seksi Penelitian dan Pengembangan	1	5.500.000	5.500.000
Foreman Proses	4	4.500.000	18.000.000
Operator Proses	9	3.500.000	31.500.000
Foreman Teknik	4	4.500.000	18.000.000
Operator Teknik	9	3.500.000	31.500.000
Foreman Utilitas	4	5.000.000	20.000.000
Operator Utilitas	9	3.500.000	31.500.000
Karyawan Pembelian dan Pemasaran	4	2.500.000	10.000.000
Karyawan Administrasi dan Keuangan	3	2.500.000	7.500.000
Karyawan Penelitian dan Pengembangan	4	2.500.000	10.000.000
Karyawan Personalia dan Humas	3	2.500.000	7.500.000
Karyawan Keamanan	7	2.000.000	14.000.000

Karyawan Proses	9	2.500.000	22.500.000
Karyawan Pengendalian	6	2.500.000	15.000.000
Karyawan Laboratorium	3	2.500.000	7.500.000
Karyawan Utilitas dan Pemeliharaan	9	2.500.000	22.500.000
Sekretaris	3	2.500.000	7.500.000
Medis	2	3.500.000	7.000.000
Paramedis	3	2.500.000	7.500.000
Sopir	5	1.700.000	8.500.000
Cleaning Service	5	1.300.000	6.500.000
Total	**135**		**488.500.000**

4.8.6 Kesejahteraan Sosial 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

    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)

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

Fasilitas untuk kemudahan bagi karyawan dalam melaksanakan aktivitas selama di pabrik antara lain:

a. Penyediaan mobil dan bus untuk transportasi antar jemput karyawan.

b. Kantin, untuk memenuhi kebutuhan makan karyawan terutama makan siang.

c. Sarana peribadatan seperti masjid.

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

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

4.8.7 Manajemen Produksi

Manajemen produksi merupakan salah satu bagian dari manajemen perusahaan yang fungsi utamanya adalah menyelenggarakan semua kegiatan untuk memproses bahan baku dengan mengatur penggunaan faktor-faktor produksi sedemikian rupa sehingga proses produksi berjalan sesuai dengan yang direncanakan.

Manajemen produksi meliputi manajemen perencanaan dan pengendalian produksi. Tujuan perencanaan dan pengandalian produksi adalah mengusahakan agar diperoleh kualitas produksi yang sesuai dengan rencana dan dalam jangka waktu yang tepat. Dengan meningkatkan kegiatan produksi maka selayaknya untuk diikuti dengan kegiatan perencanaan dan pengendalian agar dapat dihindarkan terjadinya penyimpangan-penyimpangan yang tidak terkendali.

Perencanaan ini sangat erat kaitannya dengan pengendalian. Dimana perencanaan merupakan tolak ukur bagi kegiatan operasional, sehingga penyimpangan yang terjadi dapat diketahui dan selanjutnya dikendalikan ke arah yang sesuai.

a. Perencanaan Produksi

Dalam menyusun rencana produksi secara garis besar ada dua hal yang perlu dipertimbangkan yaitu faktor eksternal dan internal. Yang dimaksud faktor eksternal adalah faktor yang menyangkut kemampuan pasar terhadap jumlah produk yang dihasilkan, sedang faktor internal adalah kemampuan pabrik.

1. Kemampuan Pasar

   Dapat dibagi dua kemungkinan :

   - Kemampuan pasar lebih besar dibandingkan kemampuan pabrik, maka rencana produksi disusun secara maksimal.
   - Kemampuan pasar lebih kecil dibandingkan kemampuan pabrik.

   Ada tiga alternatif yang dapat diambil :

   - Rencana produksi sesuai dengan kemampuan pasar atau produksi diturunkan sesuai dengan kemampuan pasar, dengan mempertimbangkan untung dan rugi.
   - Rencana produksi tetap dengan mempertimbangkan bahwa kelebihan produksi disimpan dan dipasarkan tahun berikutnya.

- Mencari daerah pemasaran lain.

2. Kemampuan Pabrik

   Pada umumnya kemampuan pabrik ditentukan oleh beberapa faktor antara lain :

   d. Material (Bahan Baku)

      Dengan pemakaian yang memenuhi kualitas dan kuantitas maka akan mencapai target produksi yang diinginkan.

   e. Manusia (Tenaga Kerja)

      Kurang terampilnya tenaga kerja akan menimbulkan kerugian pabrik, untuk itu perlu dilakukan pelatihan atau *training* pada karyawan agar keterampilan meningkat.

   f. Mesin (Peralatan)

      Ada dua hal yang mempengaruhi kehandalan dan kemampuan peralatan, yaitu jam kerja mesin efektif dan kemampuan mesin. Jam kerja mesin efektif adalah kemampuan suatu alat untuk beroperasi pada kapasitas yang diinginkan pada periode tertentu.

b. Pengendalian Produksi

Setelah perencanaan produksi dijalankan perlu adanya pengawasan dan pengendalian produksi agar proses berjalan dengan baik. Kegiatan proses produksi diharapkan menghasilkan produk yang mutunya sesuai dengan standard

dan jumlah produksi yang sesuai dengan rencana serta waktu yang tepat sesuai jadwal. Untuk itu perlu dilaksanakan pengendalian produksi sebagai berikut :

1. Pengendalian kualitas

   Penyimpangan kualitas terjadi karena mutu bahan baku jelek, kesalahan operasi dan kerusakan alat. Penyimpangan dapat diketahui dari hasil monitor / analisa pada bagian laboratorium pemeriksaan.

2. Pengendalian kuantitas

   Penyimpangan kuatitas terjadi karena kesalahan operator, kerusakan mesin, keterlambatan pengadaan bahan baku, perbaikan alat terlalu lama dan lain-lain. Penyimpangan tersebut perlu diidentifikasi penyebabnya dan diadakan evaluasi. Selanjutnya diadakan perencanaan kembali sesuai dengan kondisi yang ada.

3. Pengendalian waktu

   Untuk mencapai kuantitas tertentu perlu adanya waktu tertentu pula.

4. Pengendalian bahan proses

   Bila ingin dicapai kapasitas produksi yang diinginkan, maka bahan untuk proses harus mencukupi. Karenanya diperlukan pengendalian bahan proses agar tidak terjadi kekurangan.

4.9 Evaluasi Ekonomi

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

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

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

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

   Meliputi :

   a. Modal tetap (*Fixed Capital Investment*)

b. Modal kerja (*Working Capital Investment*)

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

   Meliputi :

   a. Biaya pembuatan *(Manufacturing Cost*)

   b. Biaya pengeluaran umum (*General Expenses*)

3. Pendapatan modal

   Untuk mengetahui titik impas, maka perlu dilakukan perkiraan terhadap :

   a. Biaya tetap (*Fixed Cost*)

   b. Biaya variabel (*Variable Cost*)

   c. Biaya mengambang (*Regulated Cost*)

4.9.1 Penaksiran Harga Peralatan

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

Pabrik *ethanol* beroperasi selama satu tahun produksi yaitu 330 hari, dan tahun evaluasi pada tahun 2016. Di dalam analisa ekonomi harga – harga alat maupun harga – harga lain diperhitungkan pada tahun analisa. Untuk mancari

harga pada tahun analisa, maka dicari index pada tahun analisa. Harga indeks tahun 2016 diperkirakan secara garis besar dengan data indeks dari tahun 1955 sampai 2016, dicari dengan persamaan regresi linier.

Tabel 4.10 Harga indeks

X (Tahun)	Y (indeks)
1987	332
1988	343
1989	355
1990	357
1991	361,3
1992	358
1993	359
1994	358,1
1995	380
1996	381,7
1997	386
1998	389,5
1999	390,6
2000	394
2001	394,3
2002	395,6
2003	402
2004	444,2
2005	468,2
2006	499,6
2007	525,4

Sumber : (http://www.che.com, 2007)

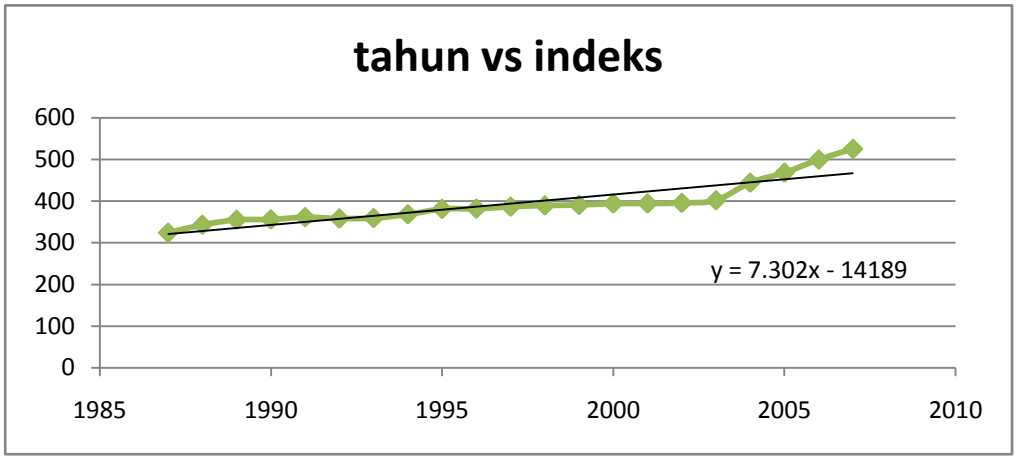
Persamaan yang diperoleh adalah : y = 7,302x - 14189

Dengan menggunakan persamaan diatas dapat dicari harga indeks pada tahun perancangan, dalam hal ini pada tahun 2016 adalah:

Tabel 4.11 Harga indeks pada tahun perancangan

Tahun	Indeks
2008	473,42
2009	480,72
2010	488,02
2011	495,32
2012	502,62
2013	509,93
2014	517,23
2015	524,53
2016	531,83
2017	539,13

Jadi indeks pada tahun 2016 = **531,83**



Gambar 4.7. Indeks harga

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

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

Dalam hubungan ini:

Ex : Harga pembelian pada tahun 2016

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

Nx : Index harga pada tahun 2016

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

4.9.2 Dasar Perhitungan

Kapasitas produksi *Ethanol* = 35.000 ton/tahun

Satu tahun operasi = 330 hari

Pabrik didirikan pada tahun = 2016

Kurs mata uang = 1 US$ = Rp 9.200,-

Harga bahan baku (ethylene) = Rp 212.143.815.476,00

Harga bahan pembantu

- Katalis (*Asam Phospat*) = Rp 7.1090.555,00

Harga Jual = Rp 344.540.000.000

4.9.3 Perhitungan Biaya

4.9.3.1 *Capital Investment*

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

Capital *investment* terdiri dari:

a. *Fixed Capital Investment*

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

b. *Working Capital Investment*

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

4.9.3.2 *Manufacturing Cost*

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

Menurut Aries & Newton (Tabel 23), *Manufacturing Cost* meliputi :*Direct Cost. Direct Cost* adalah pengeluaran yang berkaitan langsung dengan pembuatan produk.

a. *Indirect Cost*

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

b. *Fixed Cost*

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

4.9.3.3 *General Expense*

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

4.9.4 Analisa Kelayakan

Untuk dapat mengetahui keuntungan yang diperoleh tergolong besar atau tidak, sehingga dapat dikategorikan apakah pabrik tersebut potensial atau tidak, maka dilakukan suatu analisa atau evaluasi kelayakan.

Beberapa cara yang digunakan untuk menyatakan kelayakan adalah:

Percent Return On Investment

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

$$\text{ROI} = \frac{\textit{Keuntungan}}{\textit{Fixed}\ \text{Capital}}\ \text{x}\ 100\,\%$$

4.9.4.2. *Pay Out Time* (POT)

***Pay Out Time* (POT)** adalah :

- Jumlah tahun yang telah berselang, sebelum didapatkan suatu penerimaan yang melebihi investasi awal atau jumlah tahun yang diperlukan untuk kembalinya *Capital Investment* dengan *profit* sebelum dikurangi depresiasi.

- Waktu minimum teoritis yang dibutuhkan untuk pengembalian modal tetap yang ditanamkan atas dasar keuntungan setiap tahun ditambah dengan penyusutan.

- Waktu pengembalian modal yang dihasilkan berdasarkan keuntungan yang diperoleh. Perhitungan ini diperlukan untuk mengetahui dalam berapa tahun investasi yang telah dilakukan akan kembali.

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

4.9.4.3 *Break Even Point* (BEP)

Break Even Point (BEP) adalah :

- Titik impas produksi (suatu kondisi dimana pabrik tidak mendapatkan keuntungan maupun kerugian).

- Titik yang menunjukkan pada tingkat berapa biaya dan penghasilan jumlahnya sama. Dengan BEP kita dapat menetukan harga jual dan jumlah unit yang dijual secara minimum dan berapa harga serta unit penjualan yang harus dicapai agar mendapat keuntungan.

- Kapasitas produksi pada saat *sales* sama dengan *total cost*. Pabrik akan rugi jika beroperasi dibawah BEP dan akan untung jika beroperasi diatas BEP.

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

Dalam hal ini:

Fa : *Annual Fixed Manufacturing Cost* pada produksi maksimum

Ra : *Annual Regulated Expenses* pada produksi maksimum

Va : *Annual Variable Value* pada produksi maksimum

Sa : *Annual Sales Value* pada produksi maksimum

4.9.4.4 *Shut Down Point* (SDP)

Shut Down Point (SDP) adalah :

- Suatu titik atau saat penentuan suatu aktivitas produksi dihentikan. Penyebabnya antara lain *Variable Cost* yang terlalu tinggi, atau bisa juga karena keputusan manajemen akibat tidak ekonomisnya suatu aktivitas produksi (tidak menghasilkan *profit*).

- Persen kapasitas minimal suatu pabrik dapat mancapai kapasitas produk yang diharapkan dalam setahun. Apabila tidak mampu mencapai persen minimal kapasitas tersebut dalam satu tahun maka pabrik harus berhenti beroperasi atau tutup.

- Level produksi di mana biaya untuk melanjutkan operasi pabrik akan lebih mahal daripada biaya untuk menutup pabrik dan membayar *Fixed Cost*.

- Merupakan titik produksi dimana pabrik mengalami kebangkrutan sehingga pabrik harus berhenti atau tutup.

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

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

Discounted Cash Flow Rate Of Return (DCFR) adalah:

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

- Laju bunga maksimal dimana suatu proyek dapat membayar pinjaman beserta bunganya kepada bank selama umur pabrik.

- Merupakan besarnya perkiraan keuntungan yang diperoleh setiap tahun, didasarkan atas investasi yang tidak kembali pada setiap akhir tahun selama umur pabrik.

Persamaan untuk menentukan DCFR :

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

Dimana:

FC : *Fixed capital*

WC : *Working capital*

SV : *Salvage value*

C : *Cash flow*

: *profit after taxes + depresiasi + finance*

n : Umur pabrik = 10 tahun

i : Nilai DCFR

Hasil Perhitungan

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

Tabel 4.12 *Physical Plant Cost*

No	Komponen	Harga (Rp)	Harga ($)
1	Harga alat	5.900.027.752,19	641.307,36
2	Biaya pemasangan	1.213.535.645,00	131.906,05
3	Biaya pemipaan	4.171.487.311,11	453.422,53
4	Biaya instrumentasi	1.901.415.951,00	206.675,65
5	Biaya listrik	763.021.319	82.937,00
6	Biaya isolasi	287.377.051	31.237,00
7	Biaya bangunan	2.303.200.000	250.348,00
8	Biaya tanah dan perbaikan	2.031.600.000	220.826,09
9	Biaya utilitas	1.730.185.433,92	188.063,63
10	Biaya pengangkutan	1.907.553.297	207.342,75
***Physical Plant Cost* (PPC)**		**22.209.403.759,46**	**2.414.065,63**

Tabel 4.13 *Direct Plant Cost (DPC)*

No	Komponen	Harga (Rp)	Harga ($)
1.	*Construction Cost* (34%.PEC)	2.776.175.469,93	301.758,20
2.	*Engineering Cost (*32%.PEC)	2.776.175.469,93	301.758,20
	Total (DPC + PPC)	**27.761.754.699**	**2.877.609,02**

Tabel 4.14 *Fixed Capital Investment (FCI)*

No	Komponen	Harga (Rp)	Harga ($)
1.	*Contractors fee* (6%.DPC)	2.776.175.469,93	301.758,20

2.	*Contigency* (10%.DPC)	2.776.175.469,93	301.758,20
	Total	**5.552.350.939,87**	**603.516,41**

Tabel 4.15 *Direct Manufacturing Cost (DMC)*

No.	**Komponen**	**Harga (Rp)**	**Harga ($)**
1.	*Raw Material*	212.150.925.031,00	23.059.883,16
2.	*Labor*	559.200.000,00	60.782,61
3.	*Supervisor*	139.800.000,00	15.195,65
4.	*Maintenance*	3.331.410.564,00	362.109,84
5.	*Plant Suplies*	499.711.584,59	54.316,48
6.	*Royalty and Patent*	3.445.400.000	374.500,00
7.	Bahan utilitas	21.550.922.629,18	2.342.491,59
	Total	**241.677.369.808,66**	**26.269.279,33**

Tabel 4.16 *Indirect Manufacturing Cost (IMC)*

No	**Komponen**	**Harga (Rp)**
1	*Payroll Overhead*	83.880.000,00
2	*Laboratory*	55.920.000,00
3	*Plant Overhead*	279.600.000,00
4	*Packaging and Shipping*	34.454.000.000,00
Total IMC		**34.873.400.000**

Tabel 4.17 *Fixed Manufacturing Cost (FMC)*

No.	**Komponen**	**Harga ($)**	**Harga (Rp)**
1.	Depresiasi	362.109,84	3.331.410.563,92
2.	*Propertay tax*	36.210,98	333.141.056,00
3.	Asuransi	36.210,98	333.141.056,00
	Total	**434.531,81**	**3.997.692.676.70**

Tabel 4.18 *Total Manufacturing Cost (MC)*

No	**Komponen**	**Harga (Rp)**	**Harga ($)**
1.	*Direct Manufacturing Cost*	241.677.369.808,66	26.269.279,33
2.	*Indirect Manufacturing Cost*	34.873.400.000,00	3.790.586,96
3.	*Fixed Manufacturing Cost*	3.997.692.676,70	434.531,81
	Total	**280.548.462.485,37**	**30.494.398,10**

Tabel 4.19 *Working Capital (WC)*

No.	**Komponen**	**Harga (Rp)**	**Harga ($)**
1.	*Raw Material Inventory*	9.643.223.865,00	1.048.177.00
2.	*Inproses Inventory*	425.073.428,01	46.203,63
3.	*Product Inventory*	12.752.202.840,24	1.386.109,00
4.	*Extended credit*	15,660,909,090.91	1.702.272,73

5.	*Available cash*	25.504.405.680,49	2.772.218,01
	Total	**63.985.814.904,69**	**6.954.979,88**

Tabel 4.20 *General Expense (GE)*

No.	**Komponen**	**Harga (Rp)**	**Harga ($)**
1.	Administrasi	8.416.453.874,56	914.831,94
2.	*Sales expense*	14.027.423.124,27	1.524.719,90
3.	*Research*	11.221.938.499,41	1.219.775,92
4.	*Finance*	1.945.998.410,88	211.521,57
	Total	**35.611.813.909,12**	**3.870.849,34**

Tabel 4.21 Total biaya produksi

No.	**Komponen**	**Harga (Rp)**	**Harga ($)**
1.	*Manufacturing Cost*	280.548.462.485,37	30.494.398,10
2.	*General Expense*	35.611.813.909,12	3.870.849,34
	Total	**316.160.276.394,49**	**34.365.247,43**
	Total (Rp)	**316.160.276.394,49**	

Tabel 4.22 *Fixed cost (Fa)*

No.	**Komponen**	**Harga ($)**	**Harga (Rp)**
1.	Depresiasi	362.109,84	3.331.410.564,00

2.	*Property tax*	36.211,00	333.141.056,00
3.	Asuransi	36.211,00	333.141.056,00
	Total	**434.531,81**	**3.997.692.677,00**
	Total Fa (Rp)	**3.997.692.677,00**	

Tabel 4.23 *Variable cost (Va)*

No	Komponen	Harga (Rp)
1	*Raw Material*	212.150.925.031,00
2	*Packing and shipping*	34.454.000.000,00
4	Utilitas	21.550.922.629,00
5	*Royalties & patents*	3.445.400.000,00
	Total Va	**271.601.247.660,00**

Tabel 4.24 *Regulated cost (Ra)*

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga ($)
1	Labor Cost	5.856.000.000,00	636.521,74
2	Payroll overhead	83.880.000,00	9.117,39

Tabel 4.24 *Regulated cost (Ra)*

No.	Komponen	Harga (Rp)	Harga ($)
3	Supervision cost	139.800.000,00	15.195,65
4	Laboratorium	55.920.000,00	6.078,26
5	Plant Suplies	499.711.585,00	54.316,48

6	Maintenance cost	3.331.410.564,00	362.109,84
7	Plant overhead	279.600.000,00	30.391,30
8	General expenses	35.611.813.909,00	3.870.849,34
	Total Ra	**45.858.136.058,00**	**4.984.580,01**
	Total Ra (Rp)	**45.858.136.058,00**	

4.9.5 Analisa Keuntungan

Harga jual produk *Ethanol* = Rp 9.850/kg

Annual Sales (Sa) = Rp 344.540.000.000

Total Cost = Rp 315.667.184.251,35 (-)

Keuntungan sebelum pajak = Rp 28,379,723,605.51

Pajak Pendapatan = 50%

Keuntungan setelah pajak = Rp 14,189,861,802.76

4.9.7 Hasil Kelayakan Ekonomi

4.9.7.1 *Percent Return On Investment (ROI)*

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

ROI sebelum pajak = 85 %

ROI sesudah pajak = 43 %

4.9.7.2 *Pay Out Time (POT*)

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

POT sebelum pajak = 1.05 tahun

POT sesudah pajak = 1.90 tahun

4.9.7.3 *Break Even Point (BEP)*

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

BEP = 43,48 %

4.9.7.4 *Shut Down Point (SDP)*

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

SDP = 33,69 %

4.9.7.5 *Discounted Cash Flow Rate* (DCFR)

Umur pabrik = 10 tahun

Fixed Capital Investment = Rp 33,314,105,639.20

Working Capital = Rp 63,985,814,904.69

Salvage Value (SV) = Rp 3,331,410,563.92

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

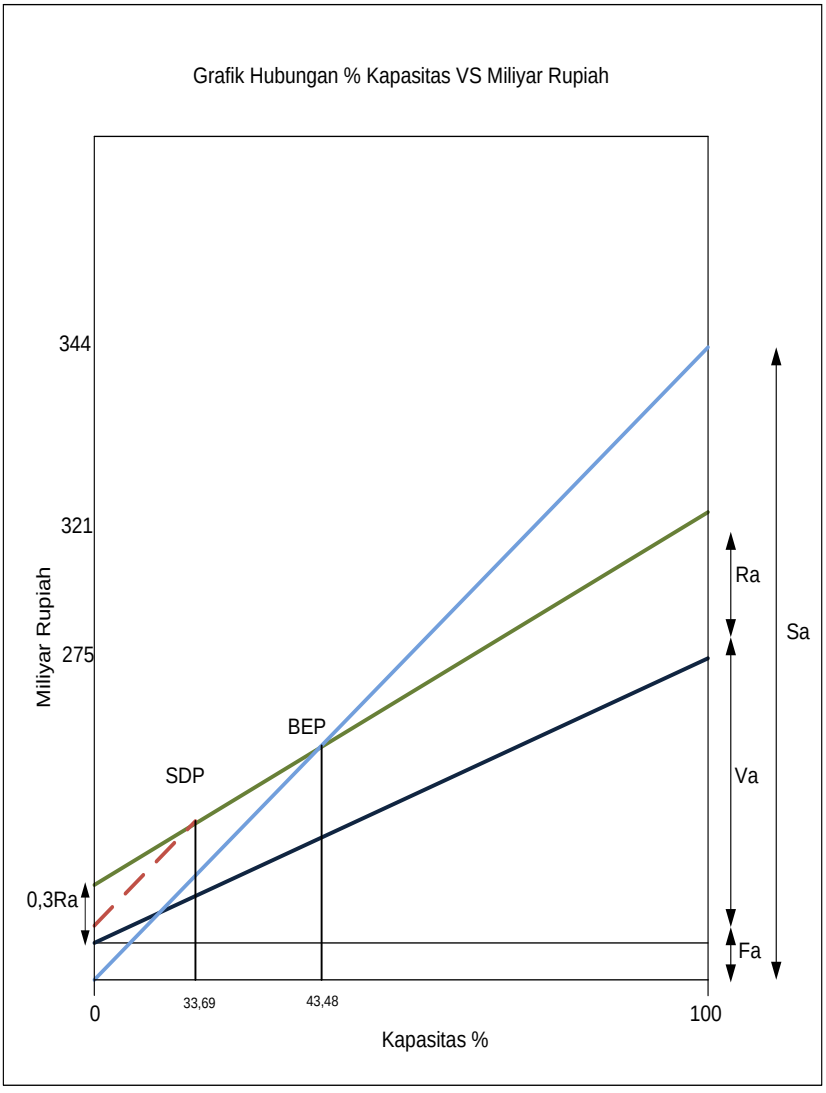
CF = Rp 19,467,270,777.55

Discounted cash flow dihitung secara *trial & error*

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

R = S

Dengan *trial & error* diperoleh nilai i = 18,70 %



BAB V

KESIMPULAN

Dalam pra rancangan pabrik etanol dari etilen dan air dengan kapasitas 35.000 ton/tahun layak didirikan dengan resiko rendah karena :

1. Bahan yang ditangani :
   a. Umumnya bahan mudah ditangani
   b. Bahan baku tidak berbahaya bagi lingkungan
   c. Bahan baku dan produk mudah transportasinya
   d. Tidak dilarang oleh pemerintah
2. Hasil analisis ekonomi adalah sebagai berikut :
   a. Keuntungan yang diperoleh :

      Keuntungan sebelum pajak : Rp 28.379.723.605,51/tahun.

      Keuntungan setelah pajak : Rp 14.189.861.802,76/tahun

   b. Return On Investment (ROI) :

      ROI sebelum pajak sebesar : 85 %

      ROI setelah pajak sebesar : 43 %

   c. Syarat ROI untuk pabrik kimia dengan resiko rendah minimum adalah 11%. (Aries and Newton, 1954)
   d. Pay Out Time (POT) :

      POT sebelum pajak selama : 1,05 tahun

      POT setelah pajak selama : 1,90 tahun

e. Syarat POT sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan resiko rendah maksimum adalah 5 tahun. (Aries and Newton, 1954)
f. Break Event Point (BEP) : 43,48 %
g. BEP untuk pabrik kimia pada umumnya adalah 40-60%. (Aries and Newton, 1954)
h. Shut Down Point (SDP) : 33,69 %.
i. Discounted Cash Flow (DCF) sebesar : 18,70 %

Suku bunga deposito di bank saat ini adalah 6,5% (www.bi.go.id akses 27 Okt 09 (13 Okt 2010)). Syarat minimum DCF adalah diatas suku bunga deposito bank yaitu sekitar 1,5 kali suku bunga deposito bank (Aries and Newton, 1954).

Dari hasil analisa ekonomi di atas dapat disimpulkan bahwa pabrik etanol dari etilen dan air dengan kapasitas 35.000 ton/tahun ini layak untuk didirikan.

DAFTAR PUSTAKA

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

Biro Pusat Statistik, *"Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia",* Indonesia foreign, Trade Statistic Import, Yogyakarta, 2003-2009

Brown, G.G., Donal Katz, Foust, A.S., and Schneidewind, R., 1978, *Unit Operation*, Modern Asia Edition, John Wiley and Sons, Ic., New York

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

Coulson, J.M., and Richardson, J.F., 1983, *Chemical Engineering*, Vol 1 $ 6, Pergamon Internasional Library, New York

Faith, W.L., and Keyes, D.B., 1961, *Industrial chemical*, John Wiley and Sons, Inc., New York

Foust, A.S., Wenzel, L.A., Clump, C.W., Maus, L., Andersen, L.B., 1959, *Principles of Unit Operations*, 2nd ed., John Wiley and Sons, Inc., New York

Geankoplis, C.J., 1983, *Transport Process and Unit Operation,* 2nd ed., Allyn and Bacon Inc., Boston.

Holman, J., 1981, *Heat Transfer,* Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York

http:/www.bi.co.id diakses tanggal 6 Januari 2011

http://www.che.com diakses tanggal 10 Oktober 2010

http://www.matche.com diakses tanggal 11 Desember 2010

http:/www.pajak.net diakses tanggal 6 Januari 2011

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

Kirk, R.E., and Othmer, D.F., 1983, *Encyclopedia of Chemical Technology*, 2rd ed., John Wiley and Sons, Inc., New York

Levenspiel, O., 1972, *Chemical Reaction Engineering*, 2nd ed., John Wiely and Sons, Inc., New York

Ludwig, E.E., 1964, *Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plants*, Gulf Publishing, Co., Houston

Mc Adams, W.H., 195, *Heat Transmission*, 3rd ed., Mc Graw Hill Book Co., Inc., New york

Mc Cabe, Smith, J.C., and Harriot, 1985, *Unit Operation of Chemical Engineering*, 4th ed., Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York

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

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

Powell, S.P., 1954, *Water Conditioning for Industry*, Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York

Rase, F.H., 1977, *Chemical Reactor Design for Process Plants*, John Wiley and Sons, Inc., New York

R.K.Sinnot, *"An Introduction to Chemical Engineering Design"*, Pergamon Press, 1983

Ryan, W.J., 1949, *Water Treatment and Purification*, Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York

Sularso dan Tahara, H., 1985, *Pompa dan Kompressor*, PT. Pradnya Paramita, Jakarta

Smith, J.M., and Van Ness, H.C., 1975, *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics*, Mc Graw Hill Book co., Inc., New York

Treyball, R.E., 1968, *" Mass Transfer Operations "*, 2nd. Ed. Mc. Graw Hill, International Student Edition, Singapore.

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.

Yaws, C.L., 1999, *Thermodynamics and Physical Property Data*, Mc. Graw-Hill Book Co., New York.

LAMPIRAN

REAKTOR

Jenis : Reaktor *Fixed Bed Multitube*

Fungsi : Tempat berlangsungnya reaksi antara ettilen dan air menjadi etanol.

Kondisi Operasi : Suhu = 227 ^{o}C

Tekanan = 10 atm

Reaksi = Eksotermis

Tujuan :

1. Menentukan jenis reaktor
2. Menghitung pressure drop
3. Menghitung berat katalis
4. Menghitung waktu tinggal dalam reaktor
5. Menentukan dimensi reaktor

Reaksi yang terjadi didalam reaktor:

$$C_2H_4 + H_2O \xrightarrow{0,95} C_2H_5OH$$

1. Menentukan jenis reaktor

Dipilih reaktor fixed bed multitube dengan pertimbangan sebagai berikut:

a. Zat pereaksi berupa fasa gas dengan katalis padat.

b. Umur katalis panjang.

c. Reaksi eksotermis sehingga diperlukan luas perpindahan panas yang besar agar kontak dengan pendingin berlangsung optimal.

d. Tidak diperlukan pemisahan katalis dari gas keluaran reaktor.

e. Pengendalian suhu relatif mudah karena menggunakan tipe shell and tube

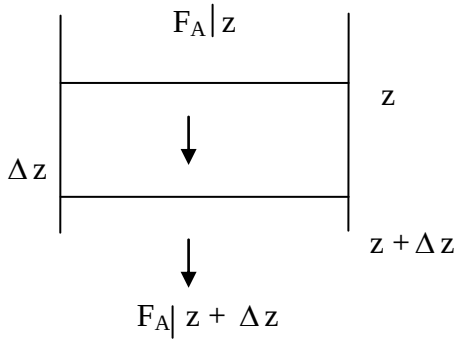
(Hill, hal 425-431)

2. Persamaan – persamaan Matematis Reaktor

a. Neraca massa reaktor

Reaksi berlangsung dalam keadaan steady state dalam reaktor setebal ΔZ dengan konversi X. Neraca massa C_2H_5OH pada elemen volume :

Input – Output – Yang bereaksi = 0



Input - Output - Yang Bereaksi = 0

$FA_{z} - (FA|_{Z+\Delta Z} + (-ra)\,\Delta v) = 0$

$\Delta v = \frac{\pi Di^2}{4}\,\varepsilon\,\Delta z$

Δv = volume gas diantara katalis pada elemen volum

$FA_{z} - FA|_{Z+\Delta Z} - (-ra)\,\pi/4\,Di^2\,\varepsilon\,.\,\Delta Z = 0$

$$\frac{FA_{Z+\Delta Z} - FA_{z} = (-ra)\,\pi/4\,Di^2\,\varepsilon}{\Delta Z}$$

$$\frac{-FA}{\Delta Z} = \frac{-rA.\pi Di^2}{4} \varepsilon$$

Dimana $F_A = - F_{A}o (1 - X_A)$

$\Delta F_A = - FAo. \Delta X_A$

$$FAo . \frac{\Delta XA}{\Delta Z} = \frac{-(rA)\pi Di^2}{4} \varepsilon$$

$$\frac{\Delta XA}{\Delta Z} = \frac{-(rA)\pi Di^2}{4FAo} \varepsilon$$

Lim $\Delta Z \qquad 0 \longrightarrow$

$$\frac{dXA}{dz} = \frac{(-rA)\pi Di^2 \varepsilon}{4FAo}$$

dimana : $\frac{dXA}{dz}$ = perubahan konversi persatuan panjang

ε = porositas

$(-r_A)$ = kecepatan reaksi = $k C_A . C_B$

Z = tebal tumpukan katalisator

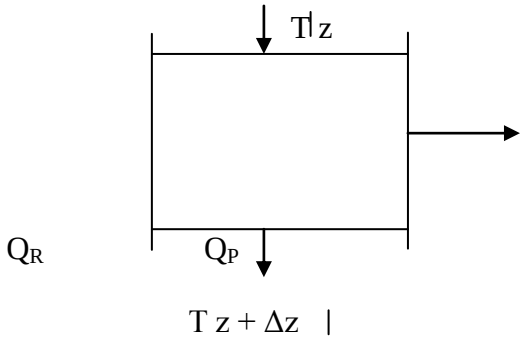
Di = diameter dalam pipa

Komposisi Dengan Perhitungan Kapasitas

Input	Massa, Kg/Jam
CH_4	24,4328
C_2H_4	2888,5972
C_2H_6	68,6930
C_2H_2	19,8274
C_2H_5OH	1931,2914
H_2O	1912,2943

Output	Massa, Kg/Jam
CH_4	24,4328
C_2H_4	144,4299
C_2H_6	68,6930
C_2H_2	19,8274
C_2H_5OH	6437,6378
H_2O	150,1151

b. Neraca panas elemen volume



Q_R = panas reaksi

Q_P = panas yang dibuang, ada pendinginan

Input - Output =Acc

Σ m.Cp (T_Z - To) – [(Σ m.Cp) ($T_{Z+\Delta Z}$ – To) + Q_R + Q_P]

Σ m.Cp (T_Z - $T_{Z+\Delta Z}$) = Q_R + Q_P

(Σ m.Cp) ($-\Delta T$) = Q_R + Q_P

$Q_R = \Delta H_R F_{Ao} \Delta X_A$

$Q_P = UA (T - T_S)$

$A = \pi Do \Delta z$

$Q_P = U \pi Do \Delta z(T - T_S)$

$(\Sigma m.Cp)(-\Delta T) = \Delta HR \cdot Fao \cdot \Delta XA + U.\pi.Do.\Delta Z\ (T\text{-}Ts)$

: ΔZ

$$(\Sigma m.Cp)\left(\frac{-\Delta T}{\Delta Z}\right) = \Delta HR \cdot Fao \cdot \left(\frac{\Delta XA}{\Delta Z}\right) + U.\pi.Do.\Delta Z\ (T\text{-}Ts)$$

$$\left(\frac{-\Delta T}{\Delta Z}\right) = \Delta HR \cdot Fao \cdot \left(\frac{\Delta XA}{\Delta Z}\right) + U.\pi.Do.\Delta Z\ (T\text{-}Ts)$$

$$(\Sigma m.Cp)$$

lim ΔZ $0 \longrightarrow$

$$\frac{dT}{dZ} = \Delta HR \cdot Fao \cdot \left(\frac{dXA}{dZ}\right) + U.\pi.Do.\Delta Z\ (T\text{-}Ts)$$

$$(\Sigma m.Cp)$$

Dimana:

$\frac{dT}{dZ}$ = Perubahan Suhu persatuan panjang katalis

ΔH_R = Panas Reaksi

U = Overall heat transfer coefficient

Do = Diameter luar

T = Suhu gas

Ts = Suhu penelitian

Ts = Kapasitas panas

c. Neraca panas untuk pendingin

Pendingin yang dipakai adalah Dowtherm A yang stabil pada suhu 93,3 – 540 ^{0}C

Komposisi Dowtherm A : - 73,5 % Diphenyl Oxyde

- 26,5 % Diphenyl

Sifat-sifat fisis Dowtherm A (T dalam K) dari Hidrocarbon Processing.

Cp = 0,11152 + 3,402 . 10^{-4} T, cal/g.K

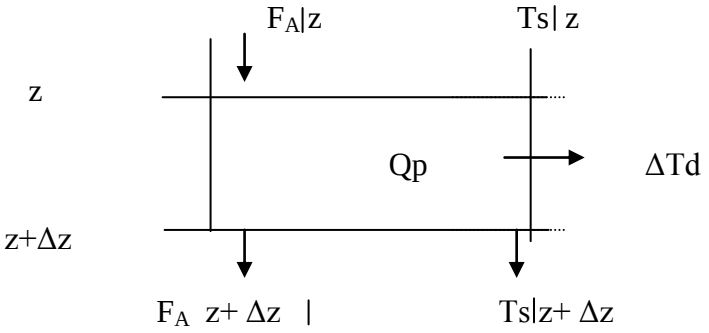
ρ = 1,4 – 1,0368 . 10^{-3} T , gr/cm^3

μ = 35,5808 – 0,04212 T , gr/cm.Jam

k = 0,84335 – 5,8076 . 10^{-4}, cal/J.Cm.K

Aliran pendingin dalam reaktor searah dengan aliran gas

Neraca Panas pada elemen volum



mp.Cpp (Ts $_Z$ –T$_o$) ⊨ Qp – mp Cpp (Ts $_{z + \Delta z}$ – Tb) = 0

mp.Cpp (Ts $_Z$ – Ts $_{z|+\Delta z}$) = ⊣ Qp

$$(Ts_Z - Ts_{z|+\Delta z}) \dashv = - \frac{U.\pi.Do.\Delta z.(T - Ts)}{(m.Cp)p}$$

$$(Ts_Z - Ts_{z|+\Delta z}) / \Delta z = - \frac{U.\pi.Do.(T - Ts)}{(m.Cp)p}$$

$- (Ts_{z+\Delta z} - T\$_z) / \Delta z \ddagger - \frac{U.\pi.Do.(T - Ts)}{(m.Cp)p}$

$$\frac{\Delta Ts}{\Delta Z} = \frac{U.\pi.Do(T - Ts)}{(m.Cp)p}$$

$\lim \Delta Z \quad 0 \longrightarrow$

$$\frac{dTs}{dZ} = \frac{U.\pi.Do(T - Ts)}{(m.Cp)p}$$

d. Penurunan tekanan

Dalam pipa = penurunan tekanan dalam pipa berisi katalisator (Fixed bed) digunakan rumus 11.6 (chapter 11 hal 492 " Chemical Reactor Design For Process Plants".

$$\frac{dP}{dZ} = \frac{G}{\rho g Dp} \cdot \frac{1-\varepsilon}{\varepsilon^3} \cdot \left[\frac{150(1-\varepsilon)\mu}{Dp} + 1{,}75G\right]$$

Dimana :

G = Kecepatan aliran massa gas dalam pipa, gr/cm^3

ρ = Densitas gas, gr/cm^3

Dp = Densitas pertikel katalisator, cm

G = Gaya Gravitasi, cm/det^2

ε = Porosity tumpukan katalisator

μ = Viskositas gas, gr/cm jam

3. Data – data sifat fisis bahan

a. Menentukan umpan Yi masuk

Komponen	Bmi (kg/kmol)	Massa (kg/jam)	Mol (kmol/jam)	Yi
CH_4	16,043	24,4328	1,5230	0,0059
C_2H_4	28,054	2888,5972	102,9656	0,4028
C_2H_6	30,070	68,6930	2,2844	0,0089
C_2H_2	26,038	19,8274	0,7615	0,0029
C_2H_5OH	46,069	1931,2914	41,9217	0,1640
H_2O	18,015	1912,2943	106,1501	0,4152
Total			**255,6063**	**1,0000**

b. Menentukan volume gas reaktor

PV = nRT

n = 255,6063 kmol/jam = 71,0018 mol/dtk

R = 82,05 atm.cm^3/mol.^{o}K

P = 10 atm

$$V = \frac{nRT}{P} = 291.284{,}8845 \text{ cm/dtk}$$

c. Menetukan densitas umpan

$$\rho = \frac{P.BM}{RT} = \frac{(10 \text{ atm})\left(26{,}7800 \frac{gr}{mol}\right)}{\left(82{,}05 \text{ atm}.\frac{cm^3}{mol.K}\right)(500K)(1)} = 0{,}01881 \frac{gr}{cm^3}$$

d. Menentukan viskositan umpan

$$\mu_{gas} = A + BT + CT^2$$

Formula	A	B	C
CH_4	3,844	0,40112	-0,00014
C_2H_4	-3,985	0,38726	-0,00011
C_2H_6	0,514	0,33449	0,00007
C_2H_2	-11,557	0,42363	-0,00014
C_2H_5OH	1,499	0,30741	-0,00004
H_2O	-36,826	0,42900	-0,00001

(Chemical properties handbook,Mc Graw-hill Carl L.yaws)

Komponen	Yi	μ gas (mikropoise)	μ_{gas} (gr/s.cm)	$BM^{0,5}$
CH_4	0,0059	2,0433E+02	0,00020	4,0053
C_2H_4	0,4028	1,8959E+02	0,00018	5,2966
C_2H_6	0,0089	1,6779E+02	0,00016	5,4836
C_2H_2	0,0029	2,0019E+02	0,00020	5,1027
C_2H_5OH	0,1640	1,5518E+02	0,00015	6,7874
H_2O	0,4152	1,7767E+02	0,00017	4,2444

Komponen	$Yi.\mu i.BM^{0,5}$	$Yi.BM^{0,5}$	μ_{gas} micropoise
CH_4	0,00000	0,02386	1,2174
C_2H_4	0,00040	2,13362	76,3718
C_2H_6	0,00000	0,04900	1,4996
C_2H_2	0,00000	0,01520	0,5963
C_2H_5OH	0,00017	1,11319	25,4511
H_2O	0,00031	1,76264	73,7824
Total	**0,00090**	**5,09754**	**178,9189**

μ gas = 0,0000177 kg/m.s

= 0,0001778 g/cm.s

e. Menentukan konduktivitas gas umpan

$k_{gas} = A + BT + CT^2$

Formula	A	B	C
CH_4	-0,0093	1,4028E-04	3,3180E-08
C_2H_4	-0,0012	3,6219E-05	1,2459E-07
C_2H_6	-0,0193	1,2547E-04	3,8298E-08
C_2H_2	-0,0035	6,2542E-05	7,0646E-08
C_2H_5OH	-0,0055	4,3620E-05	8,5033E-08
H_2O	0,0005	4,7093E-05	4,9551E-08

(Chemical properties handbook,Mc Graw-hill Carl L.yaws)

Komponen	Yi	k_{gas} (W/m.K)	$yi.k_{gas}$ (W/m.K)
CH_4	0,0059	6,9085E-02	4,1162E-04
C_2H_4	0,4028	4,8027E-02	1,9347E-02
C_2H_6	0,0089	5,2950E-02	4,7323E-04
C_2H_2	0,0029	4,5353E-02	1,3511E-04
C_2H_5OH	0,1640	3,7508E-02	6,1517E-03
H_2O	0,4152	3,6464E-02	1,5143E-02
Total	**1,0000**	**2,8939E-01**	**4,1661E-02**

k campuran = 0,041661 W/m.K

= 0,149981 kJ/jam.m.K

= 0,035822 kkal/jam.m.K

f. Menentukan kapasitas panas campuran gas

$$Cp = A + BT + CT^2 + DT^3 + ET^4$$

Formula	A	B	C	D	E
CH_4	34,94	-0,039995	1,9184E-04	-1,5303E-07	3,9321E-11
C_2H_4	32,038	-0,014831	2,4774E-04	-2,3766E-07	6,8274E-11
C_2H_6	28,15	0,043447	1,8946E-04	-1,9082E-07	5,3349E-11
C_2H_2	19,36	0,115190	1,2374E-04	7,2370E-08	-1,6590E-11
C_2H_5OH	27,091	0,110550	1,0957E-04	-1,5046E-07	4,6601E-11
H_2O	33,933	-0,008418	2,9906E-05	-1,7825E-08	-3,6934E-12

(Chemical properties handbook,Mc Graw-hill Carl L.yaws)

Komponen	yi	BM (kg/kmol)	Cp joule/mol.K	Cp kjoule/kmol.K	Cp kjoule/kg.K	Cpi = yi.Cp kjoule/kg.K
CH_4	0,0059	16,043	4,6252E+01	4,6252E+01	2,8830	0,0171
C_2H_4	0,4028	28,054	6,1117E+01	6,1117E+01	2,1785	0,8775
C_2H_6	0,0089	30,07	7,6716E+01	7,6716E+01	2,5512	0,0228
C_2H_2	0,0029	26,038	1,1590E+02	1,1590E+02	4,4511	0,0132
C_2H_5OH	0,1640	46,069	9,3864E+01	9,3864E+01	2,0374	0,3341
H_2O	0,4152	18,015	3,4741E+01	3,4741E+01	1,0000	0,4152
Total	**1,0000**					**1,6802**

Komponen	Fi (kg/jam)	Fi.Cpi (kj/jam.K)	Cp.yi (kj/kmol.K)
CH_4	24,43	0,4196	0,2755
C_2H_4	2888,60	2543,9869	24,6197
C_2H_6	68,69	1,5662	0,6856
C_2H_2	19,83	0,2629	0,3452
C_2H_5OH	1931,29	645,3621	15,3944
H_2O	1912,29	794,1519	14,4276
Total	**6845,14**	**3976,7500**	**55,7483**

Cp campuran = 55,74830 kJ/kmol.K

g. Menentukan panas reaksi

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

$$\Delta H_R = \Delta H_{R298} + \int_{298}^{T} \Delta Cp.dT$$

formula	A	B	C	D	E
C_2H_4	32,038	-0,01431	0,00024	-2,38E-07	6,83E-11
C_2H_5OH	27,091	0,11055	0,00010	-1,50E-07	4,66E-11
H_2O	33,93	-0,00841	0,00002	-1,78E-08	-3,69E-12

(Chemical properties handbook,Mc Graw-hill Carl L.yaws)

Komponen	ΔHf (kj/mol)	ΔHf (kJ/kmol)	ΔH(J/mol)	ΔH(kJ/kmol)
C_2H_4	52,30	52300,00	5377,64	5377,64
C_2H_5OH	-234,81	-234810,00	-100,41	-100,41
H_2O	-240,56	-240560,00	6999,24	6999,24
Total			**12276,47**	**12276,47**

Dari data didapat:

ΔHR_{298} = -287.110,00 kJ/kmol

ΔHR_{total} = -299.587,29 kJ/kmol

= -71.555,225 kkal/kmol

h. Data sifat katalis (Asam Phosphat)

Jenis : H_3PO_4

Ukuran : D = 0,45 cm

Density : 1,574 gr/cm³

4. Dimensi reaktor

a. Menentukan ukuran dan jumlah tube

Diameter pipa reaktor dipilih berdasarkan pertimbangan agar perpindahan panas berjalan dengan baik. Mengingat reaksi yang terjadi eksotermis, untuk itu dipilih aliran gas dalam pipa turbulen agar koefisien perpindahan panas lebih panas lebih besar.

Pengaruh ratio Dp / Dt terhadap koefisien perpindahan panas dalam pipa yang berisi butir-butir katalisator dibandingkan dengan pipa kosong yaitu hw/h telah diteliti oleh Colburn's (smith hal 571) yaitu :

Dp/Dt	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
hw/h		5,5	7,0	7,8	7,5	7,0	6,6

dipilih Dp/Dt = 0,15

dimana

hw = koefisien perpindahan panas dalam pipa berisi katalis

h = koefisien perpindahan panas dalam pipa kosong

Dp = diameter katalisator

Dt = diameter tube

Sehingga :

Dp/Dt = 0,15

Dp = 0,45 cm

Dt = 0,45 / 0,15 = 3,0289 cm = 1,1924 in

Dari hasil perhitungan tersebut, maka diambil ukuran pipa standar agar koefisien perpindahan panasnnya baik.

Dari table 11 Kern dipilih pipa dengan spesifikasi sebagai berikut :

Nominal pipe size = 1,25 in

Outside diameter = 1,66 in = 4,2164 cm

Schedule number = 40

Inside diameter = 1,38 in = 3,5052 cm

Flow area per pipe = 1,5 in^2

Surface per in ft = 0,3556 ft^2/ft

Aliran dalam pipa turbule dipilih N_{Re} = 3100

$$N_{Re} = \frac{G_g D_t}{\mu_g}$$

$$G_t = \frac{\mu_g N_{Re}}{D_t}$$

Dalam hubungan ini:

μg = viskositas umpan = 0,00017784 g/cm.det

Dt = Diameter tube = 3,5052 cm

$$G_t = \frac{(0{,}00017784)(3100)}{3{,}5052} = 1{,}2134 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^2.\text{s}} = 43684{,}1381 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2.\text{jam}}$$

$$A_t = \frac{1901{,}4267}{1{,}2134} = 1566{,}9615 \text{ cm}^2$$

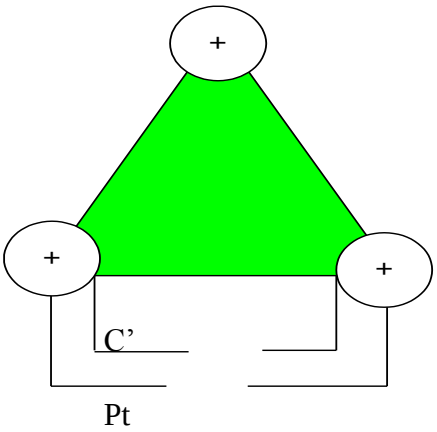
Luas penampang pipa $= \left(\frac{\pi}{4}\right) ID^2 = \left(\frac{3{,}14}{4}\right) 3{,}5052^2$

$= 3{,}6650\ cm^2$

Jumlah pipa dalam reaktor = $\frac{1566{,}9615}{9{,}6448}$ = 162,4662 buah = 163 buah

b. Menghitung diameter dalam reaktor

Direncanakan tube disusun dengan pola triangular pitch.



Pt = 1,25 x ODt

= 1,25 x 1,66 = 2,075 in

C' = P_T – OD

= 2,075 – 1,66 = 0,415 in

$$IDs = \sqrt{\frac{4.\,Nt.\,P_T^2.\,0{,}866}{\pi}}$$

IDs = 70,6756 cm

Jadi diameter dalam reaktor = 70,6756 cm = 27,8251 in

c. Menghitung tebal dinding reaktor

Tebal dinding reaktor (shell) dihitung dengan persamaan :

$$t_s = \frac{P.r}{f.E - 0{,}6.P} + C \qquad (Brownell, pers.13-1, p.254)$$

Dimana :

t_s = tebal shell, in

E = efisiensi pengelasan

f = maksimum allowable stress bahan yang digunakan

(Brownell,tabel 13-1, p.251)

r = jari-jari dalam shell, in

C = faktor korosi, in

P = tekanan design, Psi

Bahan yang digunakan Carbon Steel SA 283 Grade C

E = 0,85

f = 12650 psi

C = 0,125

R = ID/2 = (27,8251/2) in

P = 147 psi

Jadi P = (120/100)*P = 176,4 psi

maka ts $= \frac{176{,}4.(27{,}8251/2)}{12650.0.85 - 0{,}6.176{,}4} + 0{,}125$

= 0,3555 in

dipilih tebal dinding reaktor standar 0,4375 in

Diameter luar reaktor = ID + 2*ts

= 27,8251 + (2*0,4375)

= 28,7001 in

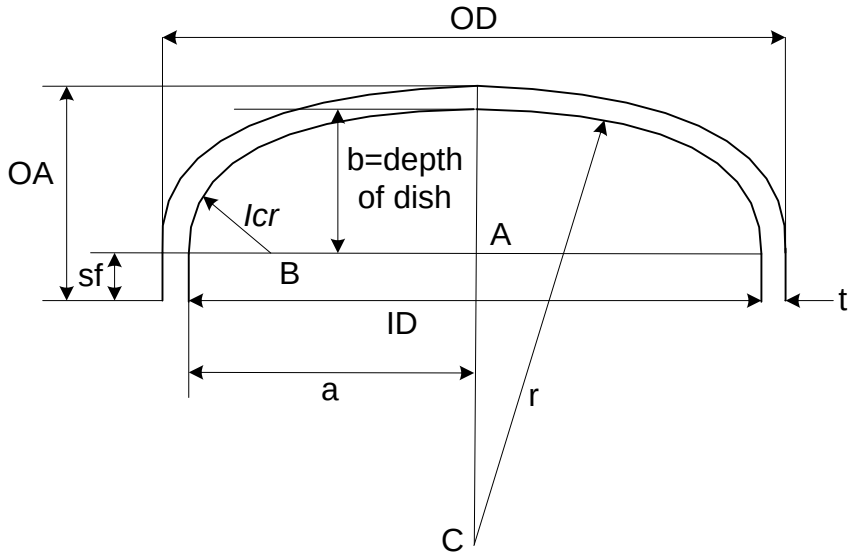
Sehingga dipilih diameter luar reaktor 30 in.

5. Menghitung head reaktor

a. Menghitung tebal head reaktor

Bentuk head : Elipstical Dished Head

Bahan yang digunakan: Carbon Steel SA 283 Grade C



Keterangan gambar :

ID	=	diameter dalam head
OD	=	diameter luar head
a	=	jari-jari dalam head
t	=	tebal head
r	=	jari-jari luar dish

icr = jari-jari dalam sudut icr

b = tinggi head

sf = straight flange

OA = tinggi total head

Tebal head dihitung berdasarkan persamaan :

$$t_h = \frac{P.IDs}{2.f.E - 0{,}2.P} + C$$ (Brownell, 1979)

P = tekanan design, psi = 176,4 psi

IDs = diameter dalam reactor, in = 70,6756 in

F = maksimum allowable stress, psi = 12650 psi

E = efisiensi pengelasan = 0,85

C = faktor korosi, in = 0,125

maka th = $\frac{176{,}4.70{,}6756}{2.12650.0{,}85 - 0{,}2.176{,}4} + 0{,}125$

= 0,7057 in

dipilih tebal head reaktor standar 0,875 in

b. Menghitung tinggi head reaktor

ODs = 30 in

ts = 0,3555 in

didapat : irc = 2,25 in

r = 36 in

a = IDs/2 = 13,9125 in

AB = a – irc = 11,6625 in

BC = r – irc = 33,75 in

$$AC = (BC^2 - AB^2)^{1/2} = 31{,}6709 \text{ in}$$

$$b = r - AC = 4{,}3291 \text{ in}$$

Dari tabel 5.6 Brownell p.88 dengan th 3/16 in didapat sf = 1,5 – 2 in perancangan digunakan sf = 2 in

Tinggi head reaktor dapat dihitung dengan persamaan :

hH = th + b + sf

= (0,875 + 4,3291 + 2) in

= 7,2041 in

= 0,1830 m

c. Menghitung tinggi reaktor

Tinggi reaktor total = panjang tube + (2.tinggi head)

HR = 125,984 in + (2. 7,2041 in)

= 140,3924 in

= 3,5660 m

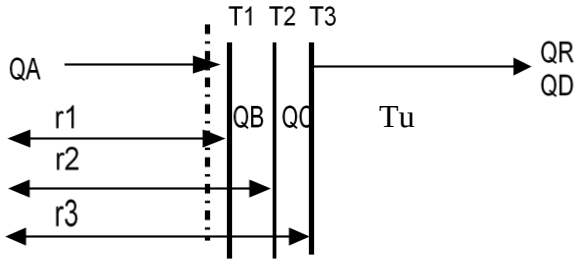
6. Tebal isolasi reaktor

Asumsi :

a. Suhu dalam reaktor = suhu permukaan dinding dalam shell = suhu pendingin rata-rata

b. Keadaan steady state QA=QB=QC=(QD+QR)

c. Suhu dinding luar isolasi isotermal



Keterangan :

r_1 = jari-jari dalam reaktor

r_2 = jari-jari luar reaktor

r_3 = jari-jari isolator luar

QA = Perp. Konveksi dari gas ke dinding dalam reaktor

QB = Perp. Konduksi melalui dinding reaktor

QC = Perp. Konduksi melalui isolator

QD = Perp. konveksi dari permukaan luar isolator

QR = Perp. Panas radiasi

T1 = Suhu dinding dalam reaktor

T2 = Suhu dinding luar reaktor

T3 = Suhu isolator luar

Tu = Suhu udara luar

- sifat-sifat fisis bahan

  * bahan isolasi : asbestos, dengan sifat-sifat fisis (kern) :

Kis = 0,129 W/m.^{o}C

ε = 0,93

* carbon steel : ks = 55,7483 W/m.^{o}C

* sifat-sifat fisis udara pada suhu Tf (Holman,1988. Daftar A-5)

Tf = 373

υ = 0,000017

k = 0,0417 W/m.^{o}K

Pr = 0,23797

β = 0,0032 K^{-1}

μ = 0,0002 g/cm.s

g = 9,8 m/s^2

r_3 = $r_2 + x$

r_1 = 0,3533 m

r_2 = 2,0410 m

L = 3,2 m

a. **Perpindahan panas konduksi**

$$Q_B = \frac{2.\pi.k_s.L.(T_1 - T_2)}{\ln\left(r_2 / r_1\right)} \quad \text{.....(a)}$$

$$Q_C = \frac{2.\pi.k_{is}.L.(T_2 - T_3)}{\ln\left(r_3 / r_2\right)} \quad \text{.....(b)}$$

b. **Perpindahan panas konveksi**

$$Q_D = hc.A.(T_3 - T_4)$$

$$Q_D = hc.2.\pi.r_3.L.(T_3 - T_4) \quad \text{.....(c)}$$

Karena $Gr_L.Pr > 10^9$, sehingga :

$$hc = 1{,}31.(\Delta T)^{1/3}$$

$$Gr_L = \frac{g.\beta.(T_3 - T_u).L^3}{\nu^2}$$

c. Panas radiasi

$$Q_R = \varepsilon.\sigma.A.(T_3^{\,4} - T_4^{\,4})$$

$$Q_R = \varepsilon.\sigma.2.\pi.r_3.L.(T_3^{\,4} - T_4^{\,4}) \quad \text{.....(d)}$$

$\sigma = 5{,}669 \times 10^{-8}$ w/m^2.k^4

kemudian persamaan a, b, c dan d ditrial menggunakan excel dan didapat :

T_2 = 401,3385 K

Tebal isolasi (x) = 6 cm

Hasil simulasi menggunakan excel

Δz	0,1000		
Z (m)	**X**	**T (K)**	**Ts (K)**
0,0000	0,00000	500,00000	373,00000
0,1000	0,09232	500,88008	373,88008
0,2000	0,17606	501,47272	374,75281
0,3000	0,25203	501,66544	375,61825
0,4000	0,32095	501,85824	376,47648
0,5000	0,38349	502,15111	377,32759
0,6000	0,44024	502,24406	378,17165
0,7000	0,49173	502,33708	379,00873
0,8000	0,53846	502,43018	379,83890
0,9000	0,58086	502,52335	380,66225
1,0000	0,61935	502,61659	381,47884
1,1000	0,65429	502,70990	382,28873
1,2000	0,68600	502,80328	383,09201
1,3000	0,71479	502,99673	383,88874
1,4000	0,74092	503,09025	384,67899
1,5000	0,76465	503,18383	385,46282
1,6000	0,78619	503,27748	386,24030
1,7000	0,80574	503,37119	387,01149
1,8000	0,82351	503,46497	387,77646
1,9000	0,83963	503,55881	388,53528
2,0000	0,85428	503,65272	389,28800
2,1000	0,86758	503,74668	390,03468
2,2000	0,87966	503,84071	390,77539
2,3000	0,89064	503,93479	391,51018
2,4000	0,90060	504,02894	392,23912
2,5000	0,90966	504,12314	392,96226
2,6000	0,91788	504,21740	393,67966

Z (m)	X	T (K)	Ts (K)
2,7000	0,92536	504,31172	394,39138
2,8000	0,93214	504,49609	395,09747
2,9000	0,93831	504,50052	395,79798
3,0000	0,94392	504,66500	396,49298
3,1000	0,94901	504,68953	397,18252
3,2000	**0,95364**	**504,76221**	**397,86664**
3,3000	0,95785	504,77876	398,54540
3,4000	0,96167	504.83346	399,21886

LAMPIRAN B

RINCIAN KEBUTUHAN LISTRIK

A. Kebutuhan listrik untuk menggerakkan motor didalam proses adalah sebagai berikut:

1. Peralatan proses

Kode Alat	Nama Alat	Power (Hp)
P-01	Pompa-01	0.7
P-02	Pompa-02	1.6
P-03	Pompa-03	1.3
P-04	Pompa-04	1.2
P-05	Pompa-05	1.9
P-06	Pompa-06	1.8
Total		8.50p

2. Peralatan Utilitas

Kode Alat	Nama Alat	Power (Hp)
PU-01	Pompa	3.00
PU-02	Pompa	1.50
PU-03	Pompa	1.50
PU-04	Pompa	1.50
PU-05	Pompa	1.00

Kode Alat	Nama Alat	Power (Hp)
PU-06	Pompa	1.50
PU-07	Pompa	3.00
PU-08	Pompa	3.00
PU-09	Pompa	0.05
PU-10	Pompa	0.08
PU-11	Pompa	0.13
PU-12	Pompa	0.08
PU-13	Pompa	0.05
PU-14	Pompa	5.00
PU-15	Pompa	5.00
PU-16	Pompa	5.00
PU-17	Pompa	5.00
FL-01	Flokulator	20.0
CTU	Cooling Tower	3.00
BWU-01	Blower (Boiler)	3.00
DE-01	Deaerator	0.125
KU-01	Kompresor	0.327
Total		62.842 Hp

Kebutuhan total listrik untuk menggerakkan motor = Total A + Total B

= 71.342 **Hp**

Over design 20% = 1.2 x Kebutuhan total listrik untuk menggerakkan motor

= 85.61 **Hp**

B. Kebutuhan listrik untuk menggerakkan alat kontrol dan penerangan sebagai berikut :

1. Untuk alat kontrol diperkirakan 40% dari kebutuhan listrik untuk menggerakkan motor :

   = 0.4 x 86 **Hp**

   = 34.24 **Hp**

2. Untuk penerangan diperkirakan 50% dari kebutuhan untuk menggerakkan motor :

   = 0.5 x 86 **Hp**

   = 42.81 **Hp**

C. Kebutuhan listrik untuk perumahan.

Setiap rumah diperkirakan memerlukan listrik = 1500 Watt

Jumlah rumah = 20 Buah

Kebutuhan listrik perumahan = 20 x 1500 Watt

Total kebutuhan listrik = 30 Kw

Effisiensi Generator 80% = (85 + 34 + 43) Hp x 0.7457 Kw/Hp + 30 Kw

= 151.295 Kw

Namun juga disediakan 1 buah generator sebagai cadangan berkekuatan :

= Total kebutuhan listrik / 0.8

Jika sewaktu-waktu listrik padam atau pasokan listrik kurang :

= 151.295 Kw / 0.8

= 190 Kw

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN : TEKNIK INDUSTRI, TEKNIK KIMIA, TEKNIK INFORMATIKA, TEKNIK ELEKTRO, DAN TEKNIK MESIN
Kampus : Jalan Kaliurang Km. 14,4 Telp. (0274) 895287, 895007 Fax. (0274) 895007 Ext. 148, Kotak Pos 75 Sleman 55501 Yogyakarta
http://www.uii.ac.id atau http://www.fti-uii.org e-mail : fti@uii.ac.id

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN TUGAS PRA RANCANGAN PABRIK

Nama Mahasiswa 1 : Adyathma Saputra
No. MHS 1 : 08521029
Nama Mahasiswa 2 : Riki Rikardho
No. MHS 2 : 08521020

Judul Pra Rancangan Pabrik)* : PRA PANCANGAN PABRIK ETHANOL DARI ETILEN DAN AIR DENGAN KAPASITAS 35.000 TON / TAHUN .

Mulai Masa Bimbingan : 21 Februari 2012
Selesai Masa Bimbingan : **19 Agustus 2012**

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1.	16 maret 2012	Diagram alir proses, kelebihan ethanol, sifat-sifat bahan	
2.	26 Maret 2012	Neraca massa, Data-data kinetis reaksi, kapasitas.	
3.	10 april 2012	Reaktor	
4.	17 april 2012	Gambar detail reaktor (ukuran / dimensi)	
5.	27 april 2012	Skema pengendalian proses.	
6.	2 mei 2012	Review reaktor.	
7.	15 mei 2012	Review Separator.	
8.	23 mei 2012	Menara Destilasi (metode Shortcut)	
9.	1 Juni 2012	Bimbingan alat bantu (heater, condenser, cooler, pompa)	
10.	6 Juni 2012	Bimbingan utilitas.	
11.	18 Juni 2012	Bimbingan perhitungan ekonomi.	
12.	2 Juli 2012	Bimbingan naskah.	

Disetujui Draft Penulisan:
Yogyakarta, _____
Pembimbing,

Arif Hidayat, ST., MT

)* Judul Tugas Pra Rancangan Pabrik Ditulis dengan Huruf Balok
- Kartu Konsultasi Bimbingan dilampirkan pada Laporan Tugas Pra Rancangan Pabrik
- Kartu Konsultasi Bimbingan dapat difotocopy