

**PERANCANGAN PABRIK ETANOL
DARI ETILEN DAN AIR
DENGAN KAPASITAS 40.000 TON / TAHUN**

PERANCANGAN PABRIK

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



Oleh :

Nama : Rima Yunia Rahmawati Nama : Dianita Ike Saputri
NIM : 14521081 NIM : 14521083

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

2018

**LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL
PERANCANGAN PABRIK**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rima Yunia Rahmawati Nama : Dianita Ike Saputri

NIM : 14521081 NIM : 14521083

Yogyakarta, 03 Desember 2018

Menyatakan bahwa seluruh hasil Perancangan Pabrik ini adalah hasil karya sendiri.

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

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

 : Tangan
Rima Yunia Rahmawati

 : Tangan
Dianita Ike Saputri

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING
PERANCANGAN PABRIK ETANOL
DARI ETILEN DAN AIR
DENGAN KAPASITAS 40.000 TON / TAHUN

PERANCANGAN PABRIK



Oleh:

Nama : Rima Yunia Rahmawati Nama : Dianita Ike Saputri
NIM : 14521081 NIM : 14521083

Yogyakarta, 13 November 2018

Pembimbing

A handwritten signature in black ink, which appears to read 'Arif Hidayat', is written over a horizontal line.

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

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI
PRA RANCANGAN PABRIK ETANOL
DARI ETILEN DAN AIR
DENGAN KAPASITAS 40.000 TON / TAHUN
PERANCANGAN PABRIK

Oleh:

Nama : Rima Yunia Rahmawati
No. Mahasiswa : 14521081

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

Yogyakarta, 03 Desember 2018

Tim Penguji,

Dr. Arif Hidayat, S.T., M.T.
Ketua

Ir. Agus Taufiq, M.Sc.
Anggota I

Ajeng Yulianti D.L, S.T., M.Eng.
Anggota II



Hidayat
7/12/18
Agus
7/12/18

Mengetahui:

Ketua Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia



LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI
PRA RANCANGAN PABRIK ETANOL
DARI ETILEN DAN AIR
DENGAN KAPASITAS 40.000 TON / TAHUN
PERANCANGAN PABRIK

Oleh:

Nama : Dianita Ike Saputri
No. Mahasiswa : 14521083

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

Yogyakarta, 03 Desember 2018

Tim Penguji,

Dr. Arif Hidayat, S.T., M.T.
Ketua

Ir. Agus Taufiq, M.Sc.
Anggota I

Ajeng Yulianti D.L., S.T., M.Eng.
Anggota II



Hidayat
Agus 7/12 '18
Ajeng 7/12 '18

Mengetahui:

Ketua Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia



Dr. Subhan Rusdi, Ph.D.

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr., Wb.

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan sehat dan iman, sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir Perancangan Pabrik yang berjudul “Perancangan Pabrik Etanol Dari Etilen Dan Air dengan Kapasitas 40.000 Ton / Tahun”.

Tugas Akhir Perancangan Pabrik ini merupakan serangkaian tugas yang harus dilaksanakan oleh setiap mahasiswa sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik Kimia di Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Penulis menyadari bahwa selama Penyusunan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Maka dalam kesempatan ini, Penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT yang telah menyertai dan meridhoi setiap jalan yang dilalui dan memberikan kemudahan kepada penulis.
2. Kedua orangtua dan seluruh keluarga yang selalu mendukung dan mendoakan selama mengenyam Pendidikan S1 Teknik Kimia di kampus ini dan dalam penyusunan Tugas Akhir, sehingga Tugas Akhir ini dapat selesai dengan baik.
3. Bapak Ir. Suharno Rusdi, Ph.D selaku Ketua Prodi Teknik Kimia Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

4. Bapak Dr. Arif Hidayat, S.T., M.T. selaku Dosen pembimbing Tugas Akhir Prodi Teknik Kimia Universitas Islam Indonesia Yogyakarta yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan dalam penyusunan dan penulisan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Ir. Agus Taufiq, M.Sc. dan Ibu Ajeng Yulianti D.L, S.T., M.Eng. selaku Dosen penguji Tugas Akhir Prodi Teknik Kimia Universitas Islam Indonesia Yogyakarta yang telah menguji dan memberikan pengarahan dalam penyusunan dan penulisan Tugas Akhir ini.
6. Teman-teman Teknik Kimia 2014 Universitas Islam Indonesia Yogyakarta yang selalu memberi semangat dan dukungan.
7. Serta semua pihak lainnya yang tidak bisa disebutkan penulis satu persatu yang telah membantu selama pelaksanaan penelitian dan penyusunan laporan ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna dan masih banyak kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan penulis. Akhir kata semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak, Amin.

Wassalamu 'alaikum Wr., Wb.

Yogyakarta, 25 Oktober 2018

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
ABSTRAK.....	xvi
ABSTRACT.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.1.1 Penentuan Kapasitas Pabrik.....	2
1.1.2 Ketersediaan Bahan Baku	5
1.2 Tinjauan Pustaka	6
1.2.1 Macam - Macam Proses.....	6
1.2.2 Pemilihan Proses	10
1.2.3 Kegunaan Produk.....	10
BAB II PERANCANGAN PRODUK	15
2.1 Spesifikasi Produk.....	15

2.1.1	Spesifikasi Produk	15
2.2	Spesifikasi Bahan	16
2.2.1	Bahan Baku	16
2.2.2	Bahan Pembantu	17
2.3	Pengendalian Kualitas	17
2.3.1	Pengendalian kualitas bahan baku	17
2.3.2	Pengendalian kualitas proses produksi	18
2.3.3	Pengendalian terkait waktu produksi	21
2.3.4	Pengendalian kualitas produk	21
BAB III PERANCANGAN PROSES		24
3.1	Uraian Proses.....	24
3.2	Spesifikasi Alat Proses	26
3.2.1	Alat Besar.....	26
3.2.2	Alat Kecil	29
3.3	Perencanaan Produksi	44
3.3.1	Kapasitas Perancangan.....	44
3.3.2	Perencanaan Bahan Baku dan Alat Proses.....	45
BAB IV PERANCANGAN PABRIK		48
4.1	Lokasi Pabrik.....	48
4.1.1	Faktor primer penentuan lokasi pabrik	49
4.1.2	Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik	50
4.2	Tata Letak Pabrik	51
4.3	Tata Letak Alat Proses	57

4.4	Aliran Proses Dan Material	60
4.4.1	Neraca Massa Total.....	60
4.4.2	Neraca Massa Alat	61
4.4.3	Neraca Panas	62
4.5	Pelayanan Teknik (Utilitas).....	66
4.5.1	Unit Penyediaan dan Pengolahan Air	66
4.5.2	Unit Pembangkit <i>Steam</i>	75
4.5.3	Unit Pembangkit Listrik.....	76
4.5.4	Unit Penyediaan Udara Tekan	80
4.5.5	Unit Penyediaan Bahan Bakar	80
4.5.6	Spesifikasi Alat-alat Utilitas	80
4.6	Organisasi Perusahaan.....	100
4.6.1	Bentuk Organisasi Perusahaan.....	100
4.6.2	Struktur Organisasi Perusahaan	102
4.6.3	Tugas dan Wewenang	106
4.6.4	Status Karyawan	112
4.6.5	Pembagian Jam Kerja Karyawan	113
4.6.6	Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji	115
4.6.7	Kesejahteraan Sosial Karyawan.....	122
4.7	Evaluasi Ekonomi	123
4.7.1	Penaksiran Harga Peralatan	125
4.7.2	Dasar Perhitungan	130
4.7.3	Perhitungan Biaya	130

4.7.4	Analisa Kelayakan	132
BAB V PENUTUP		142
5.1	Kesimpulan.....	142
5.2	Saran.....	143
DAFTAR PUSTAKA		145

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Perkembangan konsumsi etanol di Indonesia.....	2
Tabel 1. 2 Perkembangan impor etanol di Indonesia	4
Tabel 4. 1 Perincian luas tanah bangunan pabrik etanol.....	55
Tabel 4. 2 Neraca massa total	60
Tabel 4. 3 Neraca massa reactor (R-01).....	61
Tabel 4. 4 Neraca massa separator (SP-01)	61
Tabel 4. 5 Neraca massa menara distilasi (MD-01).....	61
Tabel 4. 6 Neraca panas reactor	62
Tabel 4. 7 Neraca panas menara distilasi.....	62
Tabel 4. 8 Kebutuhan air untuk pendingin (kg/jam)	73
Tabel 4. 9 Kebutuhan Steam (kg/jam)	74
Tabel 4. 10 Kebutuhan air untuk perkantoran dan rumah tangga	75
Tabel 4. 11 Kebutuhan listrik proses	77
Tabel 4. 12 Kebutuhan listrik utilitas.....	77
Tabel 4. 13 Jadwal kerja shift tiap regu	114
Tabel 4. 14 Jabatan dan jenjang pendidikan	115
Tabel 4. 15 Jumlah karyawan	117
Tabel 4. 16 Penggolongan gaji menurut jabatan.....	119
Tabel 4. 17 Harga indeks	125
Tabel 4. 18 Harga alat proses.....	127
Tabel 4. 19 Harga alat utilitas	128
Tabel 4. 20 Physical Plant Cost	135

Tabel 4. 21 <i>Direct Plant Cost (DPC)</i>	136
Tabel 4. 22 <i>Fixed Capital Investment (FCI)</i>	136
Tabel 4. 23 <i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>	136
Tabel 4. 24 <i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>	137
Tabel 4. 25 <i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>	137
Tabel 4. 26 <i>Manufacturing Cost (MC)</i>	137
Tabel 4. 27 <i>Working Capital (WC)</i>	137
Tabel 4. 28 <i>General Expense (GE)</i>	138
Tabel 4. 29 Total biaya produksi	138
Tabel 4. 30 <i>Fixed cost (Fa)</i>	138
Tabel 4. 31 <i>Variable cost (Va)</i>	138
Tabel 4. 32 <i>Regulated cost (Ra)</i>	138

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Hubungan antara kebutuhan etanol dengan tahun	3
Gambar 1. 2 Hubungan antara impor etanol dengan tahun.....	5
Gambar 4. 1 Peta lokasi pabrik	49
Gambar 4. 2 Tata letak pabrik ethanol.....	56
Gambar 4. 3 Tata letak alat proses pabrik etanol.....	60
Gambar 4. 4 Diagram alir kualitatif	63
Gambar 4. 5 Diagram alir kuantitatif.....	65
Gambar 4. 6 Struktur organisasi pabrik	105
Gambar 4. 7 Hubungan antara tahun dengan indeks	127
Gambar 4. 8 Hubungan antara kapasitas dengan biaya	142

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A.....	148
LAMPIRAN B.....	174
LAMPIRAN C.....	176
LAMPIRAN D.....	191

ABSTRAK

Pabrik etanol dari etilen dan air dirancang berkapasitas 40.000 ton/tahun dan menghasilkan produk dengan kemurnian etanol berkisar 96 %. Pabrik beroperasi selama 330 hari dalam setahun. Bahan baku yang diperlukan berupa etilen sebesar 26.376,37 ton/tahun yang diperoleh dari PT. Chandra Asri Petrochemical dan air sebesar 35.489,27 ton/tahun yang diperoleh dari sungai Cikande. Pabrik ini direncanakan akan didirikan di kawasan industri di daerah Cilegon, Banten dengan luas tanah diperlukan sekitar 5,5 hektar dan mempekerjakan 135 orang karyawan. Proses pembuatan etanol ini terdiri dari tiga tahap utama, yaitu tahap persiapan bahan baku yaitu mempersiapkan etilen dan air menjadi gas umpan reaktor bersuhu 546 K dengan tekanan 10 atm. Tahap berikutnya adalah reaksi kimia di reaktor *fixed bed multitube* menggunakan katalisator asam fosfat dengan suhu umpan 546 K dan tekanan 10 atm, reaksi yang terjadi adalah eksotermis, media pendingin yang digunakan adalah *Dowtherm A*, 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 96 %. Pabrik ini digolongkan pabrik beresiko tinggi (*high risk*) karena kondisi operasi relatif tinggi. Untuk mendukung proses produksi dibutuhkan sarana utilitas, dengan total kebutuhan air sebesar 56.203,17 kg/jam, daya tetapan listrik sebesar 308,04 kW, generator berdaya 350 kW dan udara tekan sebesar 46,73 m³/jam dihasilkan sendiri di pabrik. Pabrik ini mempunyai nilai perhitungan *Fixed Capital Investment* sebesar Rp 368.001.689.263 dan USD \$ 24.533.446, *Working Capital* Rp. 1.225.706.753.560 dan USD \$ 81.713.784, *Manufacturing Cost* Rp. 963.763.996.235 dan USD \$ 64.250.933 dan *General Expense* Rp. 186.076.408.254 dan USD \$ 12.405.094. Analisa ekonomi menunjukkan keuntungan sebelum pajak Rp 170.159.595.511 /tahun setelah pajak Rp 85.079.797.755 /tahun, nilai ROI sebelum pajak sebesar 46,24 % dan setelah pajak sebesar 23,12%. POT sebelum pajak 1,78 tahun dan setelah pajak 3,02 tahun. Nilai BEP adalah 40,22% dan SDP adalah 23,42%. *Discounted Cash Flow Rate* (DCFR) sebesar 9,61%. Berdasarkan hasil ini dapat disimpulkan bahwa pabrik etanol dari etilen dan air dengan kapasitas 40.000 ton/tahun menguntungkan dan layak dipertimbangkan untuk pendirian di Indonesia.

Kata- kata kunci: Etanol, Etilen, Air, Reaktor *Fixed Bed Multitube*

ABSTRACT

Ethanol plants from ethylene and water is designed with capacity of 40.000 tons/year and produce products with a purity of ethanol about 96%. The plant operates for 330 days a year. The raw material is ethylene with the needs of 26.376,37 tons/year this from PT. Chandra Asri Petrochemical and water with the needs of 35.489,27 tons/year this from Cikande river. 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 employees. Process consists of three main phases, namely preparation of raw materials to prepare ethylene and water into gas reactor feed the temperature is 546 K with a pressure of 10 atm. The next stage is a chemical reaction in the fixed bed multitube reactor using phosphoric acid catalyst with a feed temperature 546 K and 10 atm pressure, the reaction that occurs is exothermic, cooling media used was Dowtherm A, total conversion of the reactor is 95% of the feed ethylene. The third stage of the process of making ethanol is ethanol purification products from the reactor in order to obtain the final product concentration of 96%. This plants is classified as a high risk plant because the operating conditions are relatively high. To support the production process utilities are needed, with water demand for this plant as much as 56.202,92 kg/h, the demand for electricity amounted to 308,04 kW, generator 350 kW and the supply of compressed air is 46,73 m³/hour. The factory was established with fixed capital investment amounted Rp 368.001.689.263 dan USD \$ 24.533.446, Working Capital Rp. 1.225.706.753.560 and USD \$ 81.713.784, Manufacturing Cost Rp. 963.763.996.235 and USD \$ 64.250.933 and General Expense Rp. 186.076.408.254 and USD \$ 12.405.094. Economic evaluations obtained a profit before tax Rp 170.159.595.511/year and after tax Rp 85.079.797.755/year, Rate of Return on Investment (ROI) before tax of 46,24 % and after tax 23,12%, Pay out time (POT) before tax of 1,78 years and after tax 3,02 years. Percentage of Break Event Point (BEP) is 40,22% and Shut Down Point (SDP) is 23,42%. Discounted Cash Flow (DCF) is 9,61%. Based on these results it can be concluded that ethanol plants from ethylene and water with a capacity of 40.000 ton /year was profitable and worth considering for established in Indonesia.

Key words: Ethanol, Ethylene, Water, Fixed Bed Multitube Reactor

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di negara Indonesia sedang meningkatkan pembangunan di segala bidang industri 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.

Beberapa keuntungan dari didirikannya Pabrik Etanol diantaranya:

1. Menambah pendapatan negara dengan adanya pajak dan kemungkinan untuk ekspor produk.
2. Terciptanya lapangan pekerjaan, yang berarti akan mengurangi pengangguran.
3. Memacu pertumbuhan industri-industri baru yang menggunakan bahan baku etanol.
4. Menurunkan ketergantungan impor.
5. Meningkatkan pendapatan negara dari sektor industri, serta menghemat devisa negara.
6. Meningkatkan sumber daya manusia melalui proses alih teknologi.

1.1.1 Penentuan Kapasitas Pabrik

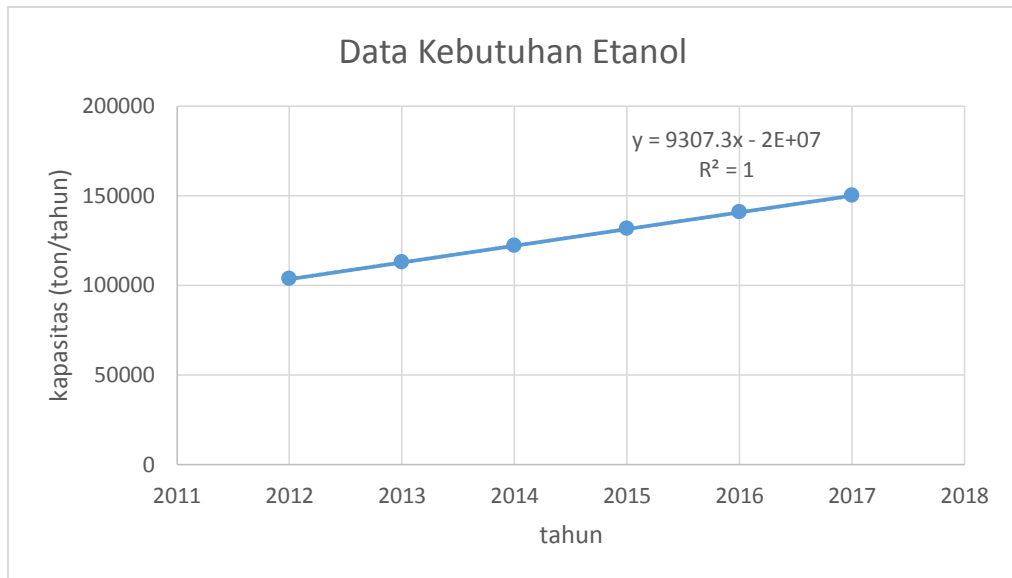
Kebutuhan etanol dalam negeri dari tahun ke tahun semakin meningkat seiring dengan perkembangan industri yang menggunakannya. Hal tersebut terlihat dari data BPS (Badan Pusat Statistik) pada tabel berikut

Tabel 1. 1 Perkembangan konsumsi etanol di Indonesia

Tahun	Konsumsi, ton/tahun
2012	103.536,683
2013	112.844,0287
2014	122.151,3745
2015	131.458,7203
2016	140.766,0661
2017	150.073,4118

Sumber: Badan Pusat Statistik, 2018

Berdasarkan data tersebut, maka diperoleh grafik hubungan antara kebutuhan etanol di Indonesia dengan tahun, grafik dapat dilihat pada gambar berikut



Gambar 1. 1 Hubungan antara kebutuhan etanol dengan tahun

Dari data BPS diatas konsumsi etanol mengalami kenaikan setiap tahunnya. Oleh karena itu, dengan menggunakan metode pendekatan linier dapat diperoleh nilai konsumsi etanol untuk tahun 2023 dengan menggunakan persamaan:

$$y = ax + b$$

$$y = 9307,3x + (- 2E+07)$$

Maka kebutuhan etanol pada tahun 2023 diperkirakan mencapai 205.917,4864 ton/tahun, sehingga ditentukan kapasitas pabrik etanol 40.000 ton/tahun untuk tahun 2023. Karena di Indonesia sudah ada beberapa pabrik etanol yang sudah berdiri.

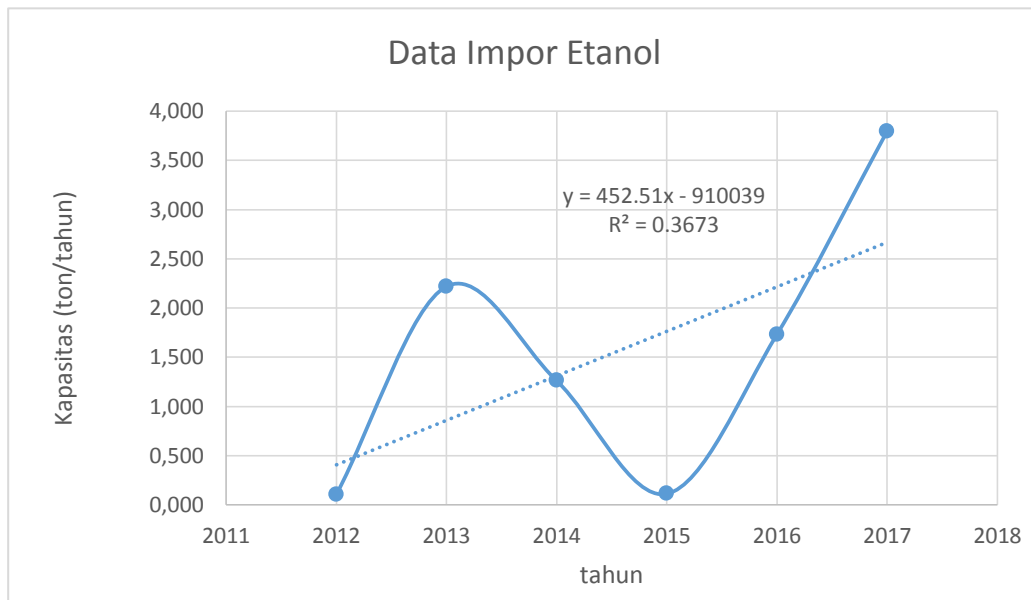
Oleh sebab itu tujuan dari perancangan pabrik ini adalah untuk memenuhi kebutuhan etanol dalam negeri dan diharapkan mampu mengurangi nilai impor terhadap etanol, terlebih jika mampu menambah devisa negara dengan mengekspor etanol ini sendiri. Berikut data impor dari data BPS (Badan Pusat Statistik) yang dapat dilihat pada tabel di bawah

Tabel 1. 2 Perkembangan impor etanol di Indonesia

Tahun	Impor, ton/tahun
2012	106,438
2013	2.219,44
2014	1.261,623
2015	113,453
2016	1.732,438
2017	3.795,83

Sumber: Badan Pusat Statistik, 2018

Berdasarkan data tersebut, maka diperoleh grafik hubungan antara impor etanol di Indonesia dengan tahun, grafik dapat dilihat pada gambar berikut



Gambar 1. 2 Hubungan antara impor etanol dengan tahun

Dari data BPS diatas impor etanol mengalami kenaikan setiap tahunnya. Oleh karena itu, dengan menggunakan metode pendekatan linier dapat diperoleh nilai impor etanol untuk tahun 2023 dengan menggunakan persamaan:

$$y = ax + b$$

$$y = 452,51x - 910039$$

Maka impor etanol pada tahun 2023 diperkirakan mencapai 5.388,7300 ton/tahun.

1.1.2 Ketersediaan Bahan Baku

Ketersediaan bahan baku merupakan faktor yang sangat penting untuk kelangsungan hidup suatu pabrik. Untuk menjamin kontinuitas produksi pabrik, bahan baku harus mendapat perhatian yang serius dengan tersedianya secara periodik dalam jumlah yang cukup. Bahan baku yang digunakan

dalam proses pembuatan Ethanol adalah Etilen dan Air. Bahan baku etilen diperoleh dari dalam negeri yaitu dari PT Chandra Asri Petrochemical yang berada di Cilegon, Banten dengan kapasitas 860.000 ton/tahun. Sedangkan untuk air diambil dari sungai Cikande dengan jumlah yang tidak terbatas dan ada disekitar pabrik yang akan dibangun tersebut. Mempertimbangkan adanya bahan baku etilen dan air untuk memproduksi etanol dan tersedianya tenaga kerja yang cukup banyak maka dimungkinkan untuk didirikan pabrik etanol dari etilen dan air di Indonesia.

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 diperoleh dari padi-padian atau kentang dimana harus dihidrolisa terlebih dahulu untuk memfermentasikan gula dengan enzim dari hasil molds. Bahan selulosa diperoleh 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:



diproduksi dari yeast (ragi). 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.

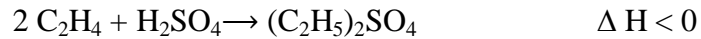
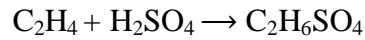
Bahan selulosa seperti limbah tongkol jagung, kulit kapas, kulit kacang, dan bubuk gergaji dapat digunakan sebagai bahan baku etanol. Tetapi lebih ekonomis untuk membakarnya daripada mengolahnya untuk menjadi etanol.

(www.wikipedia.org)

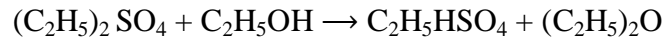
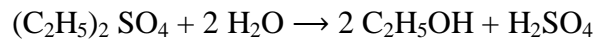
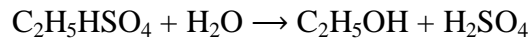
2. Hidrasi Tidak Langsung

Bahan baku yang digunakan pada proses ini adalah etilena, asam sulfat, dan air. Etilena diabsorpsi oleh asam sulfat pekat membentuk mono dan dietil sulfat. Absorpsi dilakukan berlawanan arah dalam suatu reaktor,

kondisi operasi $T = 80^{\circ}\text{C}$ dan $P = 180$ psig. Reaksi terjadi, adalah sebagai berikut:



Reaksi berlangsung secara eksotermis, maka reaktor harus didinginkan. Produk keluar dari reaktor dihidrolisis menjadi etil alcohol, asam sulfat, etil eter, dan sedikit zat-zat lain. Reaksi yang terjadi:



Campuran keluar dari hidroliser, dialirkan ke stripper. Produk atas stripper adalah etanol, eter, air, sedangkan produk bawah adalah asam sulfat encer, kemudian didinginkan dan dimanfaatkan kembali (*recovery*). Produk atas stripper, dialirkan ke scrubber. Asam sulfat dipisahkan secara netralisasi dengan larutan asam natrium hidroksida yang mengalir nerlawanan arah. Produk atas scrubber adalah etanol, eter dan air mengalir ke menara distilasi. Dari proses ini, diperoleh etanol dengan kadar 77 % berat.

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 absorpsi dan distilasi etanol dibuat dari baja ringan. Timah

hitam dan batu bata yang tahan terhadap asam digunakan dalam seksi hidrolisa.

(Jurnal Teknologi Kimia dan Industri, Vol. 2, No. 3, Hal. 163–169, 2013)

3. Hidrasi Langsung Dengan Katalis

Reaksi hidrasi langsung dengan katalis ini berada dalam fase gas:



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 H₃PO₄ dengan pembawa seperti tanah diatomae, bentonine, alumina gel dan opoka.

Etilen dan air bebas garam dipanaskan hingga mencapai suhu reaksi 273°C dengan tekanan 10 atm. Karena reaksi eksotermis, gas keluar dari reaktor sekitar 554,31°C lebih panas. Konversi reaksi yang diperoleh cukup tinggi, yaitu 95 %. dengan menggunakan katalis asam fosfat yang berdiameter 0,45 cm, 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 96 % sebagai produk utama dan air sebagai produk samping.

(Kirk & Ortmer, 1983)

1.2.2 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 hidrasi 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.

1.2.3 Kegunaan Produk

1. Parfum

Etanol digunakan untuk mempertahankan wangi di dalam botol. Selain itu, etanol ini digunakan sebagai campuran agar pakaian yang diberi parfum tidak meninggalkan bekas noda. Oleh karena itu, jika suatu parfum menggunakan etanol sebagai campurannya maka dilengkapi peringatan larangan untuk terkena mata dan masuk ke mulut dan karena sifat mudah terbakarnya maka membawa parfum di dalam kabin pesawat pun juga dilarang.

2. Pewarna Makanan

Tidak hanya parfum saja yang menggunakan etanol sebagai pelarutnya namun pewarna makanan yang sering kita jumpai nyatanya juga menggunakan etanol sebagai bahan bakunya. Karena kemampuan etanol yang dapat mempertajam warna pada pewarna makanan tersebut.

3. Pembersih Luka

Selain perih yang diakibatkan luka, di daerah kulit yang luka juga terasa dingin dan cairan pembersih pun juga cepat menguap. Hal ini menunjukkan bahwa luka tersebut telah dibersihkan dengan etanol. Dalam hal ini jenis etanol yang sering digunakan untuk pembersih luka biasanya adalah berupa alkohol 70 %.

4. Minuman Beralkohol

Efek dari mengkonsumsi minuman beralkohol adalah tampak mabuk dan pusing yang tidak lain diakibatkan oleh adanya kandungan etanol di dalamnya.

5. Obat-obatan

Banyak sekali obat-obatan yang beredar di pasaran mengandung etanol di dalamnya. Hal ini tidak terlepas dari sifat etanol sebagai pelarut yang baik. Namun demikian, tidak perlu khawatir karena etanol yang digunakan sudah disesuaikan dengan standar *food grade* sehingga aman jika tertelan. Disamping itu, setiap obat-obatan selalu disertai peringatan petunjuk penggunaan untuk meminimalisir resiko efek samping.

6. Cat

Salah satu pelarut yang digunakan di dalam cat adalah etanol. Sama halnya dalam pewarna makanan, pelarut etanol ini berfungsi untuk mempertajam warna pada cat sehingga jika diaplikasikan pada benda maka dapat memperindah warna benda tersebut.

7. Pernis

Etanol juga digunakan sebagai pelarut pernis dan tidak lain disebabkan oleh kemampuannya yang mudah larut dalam berbagai medium seperti air, eter, gliserol, kloroform, asam asetat, piridina, benzena, aseton dan lain sebagainya.

8. Pencuci Mulut

Sensasi dingin di dalam mulut selain rasa mint yang biasa digunakan sebagai perasa cairan pencuci mulut. Sensasi dingin ini diakibatkan oleh penggunaan etanol di dalam cairan pencuci mulut yang biasanya berkisar 5 hingga 30 persen.

9. Pengganti MTBE di dalam Bensin

Bensin memiliki sifat mudah menguap dan sedikit terasa dingin di tangan seperti halnya sifat etanol. Dengan demikian, etanol dapat digunakan sebagai pengganti MTBE (Metil Tertiar Butil Eter) pada bensin. Penambahan etanol di dalam bensin ini dapat meningkatkan efisiensi pembakaran bensin dibandingkan MTBE yang sulit terdegradasi. Dengan kata lain, etanol di dalam bensin juga berperan untuk mengurangi pencemaran udara akibat pembakaran bensin.

10. Bahan Bakar Mobil

Keefektifan pembakaran pada campuran etanol dan bensin maka sebuah perusahaan produsen bensin membuat gasohol dengan formula etanol 10 persen dan bensin 90 persen sebagai bahan bakar mobil. Bahkan di negara Brazil lebih dari 20 persen mobilnya menggunakan bahan bakar etanol hingga mencapai 100 persen.

11. Cairan Pencuci Tangan

Etanol juga banyak dimanfaatkan sebagai campuran cairan antiseptik yang digunakan untuk mencuci tangan. Etanol digunakan dalam cairan ini karena kemampuannya yang efektif dalam membunuh bakteri, virus dan jamur. Adapun kinerjanya adalah dengan cara memisahkan protein dan lemak sehingga tangan lebih cepat bersih.

12. Deodorant

Untuk mencegah bau tidak sedap yang timbul dari ketiak maka deodorant juga menggunakan etanol. Deodorant mengandung anti perspirant yang mencegah keluarnya keringat adapun etanol berperan membunuh bakterinya sehingga bau tidak sedap dapat dicegah.

13. Pembasmi Serangga

Kemampuan etanol dalam membunuh serangga tidak diragukan lagi karena sifatnya yang beracun sehingga menjadikan cairan satu ini sering dimanfaatkan oleh industri larutan pembasmi serangga sebagai bahan campurannya.

14. Toner atau Pembersih Wajah

Banyak pembersih wajah yang memanfaatkan etanol sebagai bahan pelarutnya. Alat kosmetik banyak menggunakan bahan-bahan yang mengandung lemak untuk memperkuat daya rekat kosmetik tersebut pada kulit sehingga saat berlumuran keringat maka riasan pada wajah tidak akan luntur. Namun demikian, hal ini membuat riasan wajah akan sulit dibersihkan dengan air biasa sehingga membutuhkan toner yang diketahui mengandung etanol untuk membersihkannya karena sifat etanol yang mudah larut dalam apapun.

(www.manfaat.co.id)

BAB II

PERANCANGAN PRODUK

Berdasarkan perancangan pabrik yang akan dibangun maka kualitas bahan baku serta produk harus sesuai dengan yang dirancang agar target dapat tercapai. Dan ada beberapa spesifikasi pendukung yang harus disesuaikan agar kualitas produk yang dihasilkan sesuai dengan pasaran.

2.1 Spesifikasi Produk

2.1.1 Spesifikasi Produk

Etanol

Rumus molekul	: C_2H_5OH
Warna	: jernih
Berat molekul	: 46,049
Titik didih normal	: $78,4^{\circ}C$
Titik beku	: $- 114,1^{\circ}C$
Densitas	: $568,65 \text{ kg/m}^3$
Viskositas	: 0,161 cP
Flash point	: $14^{\circ}C$
Kemurnian	: 96 % ethanol, 4 % impurities (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	: $-103,7\text{ }^\circ\text{C}$
Titik lebur	: $-169,2\text{ }^\circ\text{C}$
Viskositas	: 0,161 cP
Kemurnian	: 99,95 %
Impurities (0,05 %)	:



Bentuk	: gas
Berat molekul	: 30,07
Titik didih	: -89^0C
Titik lebur	: $-181,76$
Kemurnian	: 0,05 %

2. Uap air (steam)

Bentuk	: gas
Warna	: jernih
Titik didih	: $100\text{ }^\circ\text{C}$
Berat molekul	: 18,015

2.2.2 Bahan Pembantu

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

Rumus molekul	: H_3PO_4
Bentuk	: Padatan silinder
Titik didih	: 158 °C
Porositas	: 0,384 <i>void fraction</i> .
Diameter ekuivalen	: 4,50 mm

2.3 Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas (*Quality Control*) pada pabrik etanol ini meliputi Pengendalian kualitas bahan baku, pengendalian kualitas proses dan pengendalian kualitas produk. Dan untuk memperoleh dan menjaga produk agar sesuai dengan spesifikasi yang telah direncanakan, maka produksi yang dijalankan perlu adanya pengawasan dan pengendalian produksi agar proses berjalan sesuai dengan tahap-tahap proses yang ada. Dan kegiatan proses produksi diharapkan menghasilkan produk yang memiliki mutu dan kualitas tinggi sesuai dengan standard dan jumlah produksi yang telah ditetapkan. Selain itu diharapkan pula untuk waktu pemroduksian produk berjalan sesuai dengan jadwal yang ada. Oleh karena itu, harus adanya pengendalian produksi antara lain:

2.3.1 Pengendalian kualitas bahan baku

Pengendalian kualitas dari bahan baku disini dimaksudkan untuk mengetahui sejauh mana kualitas yang dihasilkan bahan baku untuk

nantinya digunakan untuk membuat produk yang diinginkan. Dimana ditinjau dari beberapa pertimbangan apakah bahan baku yang ada sudah sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan untuk proses. Oleh karena itu, sebelum dilakukan atau dimulai tahap proses produksi perlu dilakukan pengecekan terkait pengujian kualitas bahan baku yang berupa Etilen (C_2H_4) dan Air (H_2O) dengan tujuan agar bahan yang digunakan dalam pembuatan produk sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan dalam pabrik.

Semua pengawasan terkait mutu bahan baku dapat dilakukan analisa di laboratorium maupun menggunakan alat kontrol. Dan setelah dilakukannya analisa apabila kualitas bahan baku yang ada tidak sesuai, maka kemungkinan besar bahan baku tersebut akan dilakukan pengembalian kepada *supplier*.

2.3.2 Pengendalian kualitas proses produksi

Pengendalian proses produksi pabrik terdiri dari aliran dan alat-alat yang berfungsi sebagai *system control*. Pengendalian dan pengawasan jalannya operasi dialakukan dengan alat pengendalian yang berpusat di *control room*, dilakukan dengan cara *automatic control* yang menggunakan indikator. Apabila terjadi kesalahan dan penyimpangan terhadap proses yang sedang berjalan pada indikator yang telah di set yaitu berkaitan dengan *flow rate* bahan baku maupun produk, *level control*, maupun temperature control, dapat diketahui atau dapat terdeteksi dari sinyal serta tanda yang diberikan yaitu bunyi alarm, nyala lampu dan tanda- tanda lain. Dan saat terjadi

penyimpangan, maka penyimpangan tersebut harus dikembalikan pada kondisi awal hal ini bisa dilakukan secara manual atau otomatis.

Beberapa alat kontrol yang dijalankan dalam proses pemroduksian pabrik yaitu, kontrol terhadap kondisi operasi yang berhubungan dengan temperatur, tekanan dan sebagainya. Alat kontrol yang harus di set pada kondisi tertentu yaitu sebagai berikut:

a. *Flow rate*

Merupakan salah satu alat yang dipasang pada aliran bahan baku, aliran masuk dan aliran keluar proses.

b. *Temperature control*

Merupakan salah satu alat yang pada umumnya *temperature control* memiliki *set point* / batasan nilai suhu yang dimasukkan parameter di dalamnya. Dimana ketika nilai suhu benda (nilai aktual) yang diukur melebihi *set point* hanya selisih beberapa derajat saja, maka outputnya akan bekerja.

c. *Level control*

Merupakan alat yang dipasang pada bagian dinding tangki. Jika belum sesuai dengan kondisi yang telah ditetapkan atau di *set*, maka akan menimbulkan isyarat atau tanda berupa nyala lampu dan bunyi alarm.

d. *Pressure Control*

Sinyal input berupa tekanan akan dibaca oleh alat pengukur tekanan. Apabila nilai sinyal input tidak sesuai dengan *set point*, maka *controller* akan menghitung berapa banyak koreksi yang perlu

dilakukan dan mengeluarkan sinyal koreksi yang sesuai dengan hasil perhitungan. Sinyal *output* akan memberikan beberapa respon untuk mengatur agar keadaan yang sedang berlangsung dari proses sesuai dengan *set point*.

Pengendalian proses dilakukan terhadap kerja pada suatu harga tertentu supaya dihasilkan produk yang memenuhi standar, maka pengendalian mutu dilakukan untuk mengetahui apakah bahan baku dan produk telah sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan. Setelah perencanaan produksi disusun dan proses produksi dijalankan perlu adanya pengawasan dan pengendalian produksi agar proses berjalan dengan baik.

Kegiatan proses produksi diharapkan menghasilkan produk yang mana mutunya sesuai dengan standard dan jumlah produksi yang sesuai dengan rencana serta waktu yang tepat. Untuk menjaga kelancaran proses, maka perlu diadakan pengawasan selama proses berlangsung dan pengawasan produk etanol pada saat berada di tangki penyimpanan produk sebelum dilakukannya pendistribusian pada konsumen yang membutuhkan.

Dan secara umum pengendalian kualitas atau mutu proses dilakukan dengan menggunakan tiga metode antara lain:

1. Pengawasan proses secara langsung

Pada pengendalian mutu ini *team quality control* secara langsung mengawasi dari masing-masing proses, dengan cara memperhatikan perlakuan terhadap aliran bahan baku dan mesin produksi.

2. Pengawasan melalui panel kendali dan pengawasan secara otomatis
Pengendalian proses secara otomatis yang terdapat dalam mesin produksi misalnya keadaan tekanan saat terjadinya reaksi, suhu operasi reaktor, banyaknya material dalam suatu alat dan lain - lain. Apabila terjadi penyimpangan terhadap bahan baku selama proses, maka secara otomatis mesin produksi akan berhenti.
3. Pengawasan kondisi parameter mesin
Pada pengawasan proses dengan cara ini lebih ditekankan pada parameter-parameter mesin produksi yang sedang berjalan. Apabila tidak sesuai dengan standar maka harus diatur lagi settingan mesinnya agar memenuhi standar yang telah ditentukan.

2.3.3 Pengendalian terkait waktu produksi

Dalam mencapai kuantitas/jumlah tertentu perlu adanya waktu tertentu yang harus diperhitungkan sebelumnya. Maka dari itu pengendalian waktu dibutuhkan untuk mengefisienkan waktu yang digunakan selama proses produksi berlangsung, agar nantinya produk yang dihasilkan sesuai dengan rencana dan target yang sudah dirancang.

2.3.4 Pengendalian kualitas produk

Pengendalian produksi dilakukan untuk menjaga kualitas produk yang akan dihasilkan, dan ini sudah harus dilakukan sejak dari bahan baku sampai menjadi produk. Untuk memperoleh mutu atau kualitas produk standar maka diperlukan bahan yang berkualitas, pengawasan serta pengendalian terhadap proses yang ada dengan cara system control sehingga didapatkan produk

yang berkualitas dan dapat dipasarkan. Untuk mengetahui produk yang dihasilkan sesuai dengan standard yang ada maka dilakukan pasti dilakukan analisa produk terlebih dahulu sebelum dipasarkan. Dan uji yang dilakukan adalah pengujian kemurnian produk serta komposisi komponen yang terkandung dalam produk etanol tersebut apakah sudah sesuai dan layak untuk digunakan.

Selain itu dalam menyusun rencana produksi secara garis besar ada dua hal yang perlu dipertimbangkan yaitu faktor eksternal dan faktor internal. Faktor eksternal adalah faktor yang menyangkut kemampuan pasar terhadap jumlah produk yang dihasilkan. Sedangkan faktor internal adalah terkait kemampuan pabrik, yaitu:

a. Kemampuan Pasar

Terdapat dua kemungkinan dimana yang pertama adalah kemampuan pasar lebih besar dibandingkan kemampuan pabrik, maka rencana produksi disusun secara maksimal. Kedua, kemampuan pasar lebih kecil dibandingkan kemampuan pabrik. Dari kedua kemampuan tersebut ada tiga alternatif yang dapat diambil, yaitu rencana produksi sesuai dengan kemampuan pasar atau produksi diturunkan sesuai dengan kemampuan pasar dengan mempertimbangkan untung dan rugi. Kemudian rencana produksi tetap dengan mempertimbangkan bahwa kelebihan produksi disimpan dan dipasarkan untuk tahun berikutnya. Serta bisa dilakukannya tindakan serta upaya untuk mencari daerah pemasaran lain agar produk bisa terjual.

b. Kemampuan Pabrik

Pada umumnya pabrik ditentukan oleh beberapa faktor yaitu berupa material (bahan baku) dimana dengan pemakaian bahan baku yang memenuhi kualitas dan kuantitas, maka akan mencapai target produksi yang diinginkan. Kemudian terkait manusia sebagai tenaga kerja dimana kurang terampilnya tenaga kerja akan menimbulkan kerugian yang menimpa pabrik. Oleh karena itu perlu dilakukannya semacam training atau pelatihan pada setiap karyawan di pabrik tersebut yang nantinya akan meningkatkan keterampilan dan cara berpikir dalam menjalankan suatu pekerjaan.

Selain terkait pada dua hal diatas dalam suatu pabrik juga berkaitan dengan kemampuan mesin (peralatan) yang digunakan di dalam suatu pabrik. Dimana ada dua hal yang mempengaruhi kemampuan dan kehandalan peralatan yaitu keefektifan jam kerja pada mesin dan kemampuan mesin itu sendiri. Jam kerja mesin efektif disini berkaitan dengan kemampuan suatu alat untuk beroperasi pada kapasitas yang diinginkan pada periode tertentu untuk menghasilkan produk 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 cair adalah etilen dan air. Etilen yang disimpan di tangki (T-01) dalam fase gas pada temperatur 30 °C, tekanan 2 atm. Kemudian umpan dialirkan ke kompresor-01 (C-01) untuk dinaikkan tekanannya menjadi 10 atm. Kemudian dipanaskan menggunakan *heater* (HE-01) dan *heater* (HE-02) hingga temperatur 273 °C. *Steam* dengan suhu 300 °C tekanan 10 atm didinginkan menggunakan *cooler* (CL-01) sehingga temperaturnya turun menjadi 273 °C. Dan *recycle* dari bagian atas separator (SP-01) dengan suhu 72,7 °C tekanan 1 atm dialirkan ke kompresor-02 (C-02) untuk dinaikkan tekanannya menjadi 10 atm yang selanjutnya dialirkan

ke *heater* (HE-03) untuk menaikkan suhu menjadi 273 °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 pospat yang berlangsung pada temperatur 273 °C dan tekanan 10 atm. Untuk katalis ditempatkan pada tube-tube reactor.

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 554 °C kemudian didinginkan menggunakan *cooler* (CL-02) hingga suhu 232 °C dan dimanfaatkan panasnya untuk memanaskan umpan reaktor. Hasil keluar reaktor kemudian di embunkan sebagian di kondensor (CD-01) yang bekerja pada suhu 72,7 °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 reactor (*recycle*), 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 fase gas yaitu air dan etanol dengan kemurnian 96 % dengan suhu 81,5 °C akan diembunkan didalam kondensor total (CD-02) untuk merubah fasenya menjadi cairan. Kemudian dialirkan dalam tangki penyimpan produk (TP-02). Sedangkan hasil bawah menara distilasi (MD-01) yang berupa air dan etanol kemudian dibuang ke unit pengolahan limbah untuk di proses lebih lanjut.

3.2 Spesifikasi Alat Proses

3.2.1 Alat Besar

1. Reaktor (R-01)

Tugas	: Tempat berlangsungnya reaksi uap air dan etilen menjadi etanol sebanyak 7.987,72 kg/jam. Dengan bantuan katalis asam phospat (H_3PO_4).
Tipe	: <i>Fixed Bed Multitube</i>
Jumlah	: 1 buah
Kondisi	: Non-adiabatis non-isotermal
Tekanan	: 10 atm
Suhu masuk	: 546 K
Fase	: Gas dengan katalis padat
Bahan konstruksi	: Low-alloy stells - SA 301 Grade B

Jumlah tube	: 628 buah
Diameter dalam tube	: 3,07 in
Diameter luar tube	: 3,50 in
Tinggi reaktor	: 7,53 m
Tebal shell	: 0,375 in
Tebal head	: 0,375 in
Katalis	:
Bentuk	: Silinder
Densitas katalis	: 1,574 g/cm ³
Diameter	: 0,45 cm
Harga	: \$ 26.792

2. Separator (SP-01)

Tugas	:Memisahkan campuran uap-cair yang keluar dari Condensor-01 pada suhu 345,66 K sebanyak 176,40 kg/jam uap dan 7.811,32 kg/jam cair.
Tipe	: <i>Horizontal separator single stage</i>
Jumlah	: 1 buah
Dimensi separator	:
Diameter	: 0,98 m
Tinggi	: 2,93 m
Tebal Shell	: 0,19 in
Bahan konstruksi	: Carbon steel SA 283 grade C

Harga : \$ 24.221

3. Menara Distilasi (MD-01)

Tugas : Memisahkan dan memurnikan produk etanol sebanyak 7.811,32 kg/jam

Tipe : *Sieve Tray*

Jumlah : 1 buah

Kondisi operasi :

Puncak menara : Suhu = 354,55 K

Tekanan = 1 atm

Dasar Menara : Suhu = 369,90 K

Tekanan = 1 atm

Umpan menara : Suhu = 345,66 K

Tekanan = 1 atm

Jumlah plate : 23 *plate*

Lokasi umpan masuk : *Stage ke - 14*

Tray spacing : 0,5 m

Diameter menara : 2,74 m

Bahan konstruksi : Carbon Steel SA 283 Grade C

Tebal shell standar : 0,25 in

Tebal head standar : 0,25 in

Tinggi kolom : 13,77 m

Harga : \$ 17.480

3.2.2 Alat Kecil

1. Tangki Penyimpanan Etilen (T-01)

Tugas : Menyimpan gas etilen sebanyak 3330,35 kg/jam selama 1,5 jam.

Tipe : Tangki vertikal dengan *elliptical dished head, flat bottom*.

Kondisi penyimpanan:

Temperatur : 303 K

Tekanan : 2 atm

Kondisi : Fase Gas

Kapasitas tangki : 9,12 m³

Jumlah : 1 buah

Diameter : 2,44 m

Tinggi : 4,88 m

Tebal head : 0,3125 in

Bahan Konstruksi : Carbon steel SA 283 grade C

Harga : \$ 30.847

2. Tangki Etanol (T-02)

Tugas : Menyimpan produk etanol selama 6 hari sebanyak 5.050,51 kg/jam

Tipe : Tangki silinder tegak dengan *elliptical dished head, flat bottom*.

Kondisi penyimpanan:

Temperatur	: 305 K
Tekanan	: 1 atm
Kondisi	: Fase cair
Kapasitas tangki	: 2.780,96 m ³
Jumlah	: 1 buah
Diameter	: 12,19 m
Tinggi	: 19,19 m
Tebal head	: 0,625 in
Bahan Konstruksi	: Carbon Steel SA-283 grade C
Harga	: \$ 353.032

3. Kompresor-01 (C-01)

Tugas	: Menaikkan tekanan gas etilen dari 2 atm menjadi 10 atm.
Jenis	: <i>Centrifugal compressor</i>
Kapasitas	: 0,4099 m ³ /s
Power motor	: 10,77 Hp
Jumlah	: 1
Harga	: \$ 5.255

4. Kompresor-02 (C-02)

Tugas	: Menaikkan tekanan recycle etilen dari 1 atm menjadi 10 atm.
Jenis	: <i>Centrifugal compressor</i>

Kapasitas	: 0,0495 m ³ /s
Power motor	: 1,03 Hp
Jumlah	: 1
Harga	: \$ 765

5. Heater-01 (HE-01)

Tugas	:Memanaskan etilen sebanyak 3331,42 kg/jam dengan media pemanas menggunakan Steam.
Tipe	: <i>Double pipe Exchanger</i>
Bahan	: Carbon Steel SA 283 Grade C
Luas transfer panas	: 27,77 ft ²
Dirt Factor (Rd)	: 0,0030 jam ft ² °F/Btu
ΔT LMTD	: 322,34 °F
Pressure drop total	: 0,13 psi
IPS	: 3,0 in 4,0 in
OD	: 3,50 in 4,50 in
ID	: 3,0680 in 4,0260 in
Schedule Number	: 40
Jumlah	: 1 buah
Harga	: \$ 16.566

6. Heater-02 (HE-02)

Tugas	:Memanaskan Etilen sebanyak 3331,42 kg/jam dengan media pemanas menggunakan Steam.
Tipe	: <i>Double pipe Exchanger</i>
Bahan	: Carbon Steel SA 283 Grade C
Luas transfer panas	: 72,86 ft ²
Dirt Factor (Rd)	: 0,003 jam ft ² °F/Btu
ΔT LMTD	: 148,22 °F
Pressure drop total	: 0,41 psi
IPS	: 3,0 in 4,0 in
OD	: 3,50 in 4,50 in
ID	: 3,0680 in 4,0260 in
Schedule Number	: 40
Jumlah	: 1 buah
Harga	: \$ 15.081

7. Heater-03 (HE-03)

Tugas	:Memanaskan recycle etilen sebanyak 176,40 kg/jam dengan
-------	--

media pemanas menggunakan
Steam.

Tipe	: <i>Double pipe Exchanger</i>
Bahan	: Carbon Steel SA 283 Grade C
Luas transfer panas	: 4,26 ft ²
Dirt Factor (Rd)	: 0,0030 jam ft ² °F/Btu
ΔT LMTD	: 187,27 °F
Pressure drop total	: 0,09 psi
IPS	: 1,25 in 2,50 in
OD	: 1,66 in 2,88 in
ID	: 1,3800 in 2,4690 in
Schedule Number	: 40
Jumlah	: 1 buah
Harga	: \$ 14.281

8. Cooler-01 (CL-01)

Tugas	:Menurunkan Suhu steam untuk diumpankan ke reaktor dari suhu 300 °C menjadi 273 °C.
Jenis	: <i>Double pipe Exchanger</i>
Bahan	: Carbon Steel SA 283 Grade C

Luas transfer panas	: 17,95 ft ²
Dirt Factor (Rd)	: 0,0030 jam ft ² °F/Btu
ΔT LMTD	: 255,09 °F
Pressure drop total	: 0,80 psi
IPS	: 3,00 in 4,00 in
OD	: 3,50 in 4,50 in
ID	: 3,068 in 4,026 in
Schedule Number	: 40
Jumlah	: 1 buah
Harga	: \$ 10.511

9. Cooler-02 (CL-02)

Tugas	:Menurunkan suhu senyawa hasil reaksi keluar reaktor menuju condensor-01 dari suhu 554 °C menjadi 232 °C.
Jenis	: <i>Double pipe Exchanger</i>
Bahan	: Carbon Steel SA 283 Grade C
Luas transfer panas	: 1,22 ft ²
Dirt Factor (Rd)	: 0,0030 jam ft ² °F/Btu
ΔT LMTD	: 373,58 °F

Pressure drop total	: 0,85 psi
IPS	: 1,25 in 2,50 in
OD	: 1,66 in 2,88 in
ID	: 1,3800 in 2,4690 in
Schedule Number	: 40
Jumlah	: 1 buah
Harga	: \$ 11.996

10. Cooler-03 (CL-03)

Tugas	:Menurunkan suhu produk etanol dari MD-01 menuju tangka penyimpanan-02 dari suhu 80°C menjadi 32°C.
Jenis	: <i>Double pipe Exchanger</i>
Bahan	: Carbon Steel SA 283 Grade C
Luas transfer panas	: 0,12 ft ²
Dirt Factor (Rd)	: 0,0030 jam ft ² °F/Btu
ΔT LMTD	: 50,64 °F
Pressure drop total	: 0,024 psi
IPS	: 1,25 in 2,50 in

OD	: 1,66 in
	2,88 in
ID	: 1,3800 in
	2,4690 in
Schedule Number	: 40
Jumlah	: 1 buah
Harga	: \$ 9.140

11. Condensor-01 (CD-01)

Tugas	: Mengembunkan sebagian uap keluar reaktor dengan suhu masuk 523 K menjadi 385,39 K.
Tipe	: <i>Double pipe Exchanger</i>
Bahan	: Carbon Steel SA 283 Grade C
Tekanan	: 1 atm
Luas transfer panas	: 104,41 ft ²
Ud	: 100,23 Btu/jam.ft ² .°F
Uc	: 119,27 Btu/jam.ft ² .°F
Dirt Factor (Rd)	: 0.0160 jam ft ² °F/Btu
IPS	: 3 in
	2 in
OD	: 3,5 in
	2,38 in
ID	: 3,068 in

2,067 in

Schedule Number : 40

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 12.796

12. Condensor-02 (CD-02)Tugas : Mengembunkan seluruh produk
atas menara distilasi (MD-01)Tipe : *Shell and Tube Heat Exchanger*

Bahan : Carbon Steel SA 283 Grade C

Tekanan : 1 atm

Luas transfer panas : 2.339,30 ft²Ud : 44,99 Btu/jam.ft².⁰FUc : 104,35 Btu/jam.ft².⁰FDirt Factor (Rd) : 0,0126 jam ft² ⁰F/Btu

Shell Side :

Cold fluid : *water*

ID : 31 in

Pass : 4 pass

Tube Side :

Hot fluid : *Gases*

OD : 1,5 in

BWG : 18

Panjang : 8 ft

Jumlah pipa	: 745 pipa
Pass	: 4 pass
Pitch	: 1,875 <i>in triangular pitch</i>
Jumlah	: 1 buah
Harga	: \$ 36.560

13. Reboiler (RB-01)

Tugas : 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 : 675,89 ft²

Dirt Factor (Rd) : 0,0032 jam ft² °F/Btu

Shell Side :

Cold fluid : *Light organic*

ID : 27 in

Pass : 4 pass

Tube Side :

Hot fluid : *Steam*

OD : 1,5 in

BWG : 16

Panjang : 14 ft

Jumlah tube : 123 pipa

Pitch : 1,875 in triangular pitch

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 30.619

14. Accumulator (ACC-01)

Tugas : Menampung sementara cairan hasil kondensasi CD-02 dari hasil atas MD-01

Tipe : Tangki silinder horizontal, *Torispherical Dished Head*

Konstruksi : Carbon Steel SA 283 Grade C

Diameter : 0,75 m

Panjang : 4,89 m

Volume : 74,93 ft³

Tebal Shell standar : 3/16 in

Tebal Head standar : 3/16 in

Harga : \$ 3.999

15. Expansion Valve – 01 (EV-01)

Tugas : Menurunkan tekanan gas komponen keluar rektor sebanyak 7.987,72 kg/jam dari 10 atm menjadi 1 atm.

Jenis : *Globe Valve*

Bahan : Carbon Steel SA 283 Grade C

Ukuran pipa	:	
NPS	:	2 1/2 in
OD	:	2,88 in
ID	:	2,469 in
Jumlah	:	1 buah
Harga	:	\$ 228

16. Pompa-01 (P-01)

Tugas	:	Untuk memompa etanol dari Condensor-01 (CD-01) ke separator (SP-01) dengan tekanan 1 atm sebanyak 7.987,72 kg/jam
Tipe	:	<i>Centrifugal Pump</i>
Kapasitas	:	119,21 gpm
Ukuran pipa	:	
NPS	:	4 in
Sch No	:	40
OD	:	4,5 in
ID	:	4,026 in
Head pompa	:	7,66 meter
Power pompa	:	0,38 HP
Power motor	:	0,48 HP
Jumlah	:	1 buah
Harga	:	\$ 2.513

17. Pompa-02 (P-02)

Tugas : Untuk memompa cairan dari separator (SP-01) ke menara distilasi (MD-01) dengan tekanan dari 1 atm sebanyak 7.811,32 kg/jam

Tipe : *Centrifugal Pump*

Kapasitas : 115,29 gpm

Ukuran pipa :

NPS : 4 in

Sch No : 40

OD : 4,5 in

ID : 4,026 in

Head pompa : 7,62 meter

Power pompa : 0,64 HP

Power motor : 0,80 HP

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 2.319

18. Pompa-03 (P-03)

Tugas : Untuk memompa cairan dari Accumulator (ACC-01) ke Cooler (CL-03) sebanyak 5.050,50 kg/jam

Tipe : *Centrifugal Pump*

Kapasitas : 86,68 gpm

Ukuran pipa	:
NPS	: 3 in
Sch No	: 40
OD	: 3,50 in
ID	: 3,068 in
Head pompa	: 7,88 meter
Power pompa	: 0,46 HP
Power motor	: 0,57 HP
Jumlah	: 1 buah
Harga	: \$ 2.285

19. Pompa-04 (P-04)

Tugas	: Untuk memompa cairan dari Cooler-03 (CL-03) ke Tangki penyimpanan (TP-02) sebanyak 5.050,50 kg/jam
Tipe	: <i>Centrifugal Pump</i>
Kapasitas	: 83.95 gpm
Ukuran pipa	:
NPS	: 3 in
Sch No	: 40
OD	: 3.50 in
ID	: 3.068 in
Head pompa	: 7,97 meter

Power pompa	: 0.48 HP
Power motor	: 0.60 HP
Jumlah	: 1 buah
Harga	: \$ 2.056

20. Pompa-05 (P-05)

Tugas : Untuk memompa cairan dari menara distilasi (MD-01) ke Reboiler (RB-01) sebanyak 2.760,81 kg/jam

Tipe : *Centrifugal Pump*

Kapasitas : 36,92 gpm

Ukuran pipa :

NPS : 2 in

Sch No : 40

OD : 2,38 in

ID : 2,07 in

Head pompa : 7,84 meter

Power pompa : 0.38 HP

Power motor : 0.47 HP

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 1.828

21. Pompa-06 (P-06)

Tugas	: Untuk memompa cairan dari Reboiler (RB-01) ke UPL sebanyak 2.760,81 kg/jam
Tipe	: <i>Centrifugal Pump</i>
Kapasitas	: 36,94 gpm
Ukuran pipa	:
NPS	: 2 in
Sch No	: 40
OD	: 2,38 in
ID	: 2,07 in
Head pompa	: 7,84 meter
Power pompa	: 0.38 HP
Power motor	: 0.47 HP
Jumlah	: 1 buah
Harga	: \$ 1.372

3.3 Perencanaan Produksi

3.3.1 Kapasitas Perancangan

Pemilihan kapasitas perancangan didasarkan pada kebutuhan Ethanol di Indonesia, tersedianya bahan baku serta ketentuan kapasitas minimal. Kebutuhan Ethanol dari tahun ke tahun mengalami peningkatan. Hal ini menunjukkan pesatnya perkembangan industri kimia di Indonesia. Untuk mengantisipasi hal tersebut, maka ditetapkan kapasitas pabrik yang akan didirikan adalah 40.000 ton/ tahun.

Untuk menentukan kapasitas produksi ada beberapa hal yang perlu dipertimbangkan, yaitu:

1. Proyeksi kebutuhan dalam negeri

Berdasarkan data statistik yang diterbitkan oleh BPS tentang kebutuhan etanol di Indonesia dari tahun ke tahun cenderung meningkat.

Dengan kapasitas tersebut diharapkan:

- a. Dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri.
- b. Dapat menghemat devisa negara yang cukup besar karena laju import etanol dapat ditekan seminimal mungkin.

2. Ketersediaan bahan baku

Kontinuitas ketersediaan bahan baku dalam pembuatan etanol adalah penting dan mutlak yang harus diperhatikan pada penentuan kapasitas produksi suatu pabrik. Diharapkan kebutuhan bahan baku etilen dapat diperoleh dari PT Chandra Asri Petrochemical yang berada di Cilegon, Banten dengan kapasitas 860.000 ton/tahun. Sedangkan untuk air diambil dari sungai Cikande yang ada disekitar pabrik dengan jumlah yang tidak terbatas.

3.3.2 Perencanaan Bahan Baku dan Alat Proses

Dalam menyusun rencana produksi secara garis besar ada dua hal yang perlu diperhatikan, yaitu faktor eksternal dan faktor internal. Faktor eksternal adalah faktor yang menyangkut kemampuan pasar terhadap

jumlah produk yang dihasilkan, sedangkan faktor internal adalah kemampuan pabrik.

1. Kemampuan Pasar

Dapat dibagi menjadi 2 kemungkinan, yaitu:

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

b. Kemampuan pasar lebih kecil dibandingkan kemampuan pabrik.

Oleh karena itu perlu dicari alternatif untuk menyusun rencana produksi, misalnya:

1) Rencana produksi sesuai dengan kemampuan pasar atau produksi diturunkan sesuai kemampuan pasar dengan mempertimbangkan untung dan rugi.

2) Rencana produksi tetap dengan mempertimbangkan bahwa kelebihan produksi disimpan dan dipasarkan tahun berikutnya.

3) Mencari daerah pemasaran.

2. Kemampuan Pabrik

Pada umumnya pabrik ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain:

a. Material (bahan baku)

Dengan pemakaian material yang memenuhi kualitas dan kuantitas maka akan tercapai 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 keterampilannya meningkat.

c. Mesin (peralatan)

Ada dua hal yang mempengaruhi keandalan dan kemampuan mesin, yaitu jam kerja mesin efektif dan kemampuan mesin. Jam kerja efektif adalah kemampuan suatu alat untuk beroperasi pada kapasitas yang diinginkan pada periode tertentu. Kemampuan mesin adalah kemampuan suatu alat dalam proses produksi.

BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

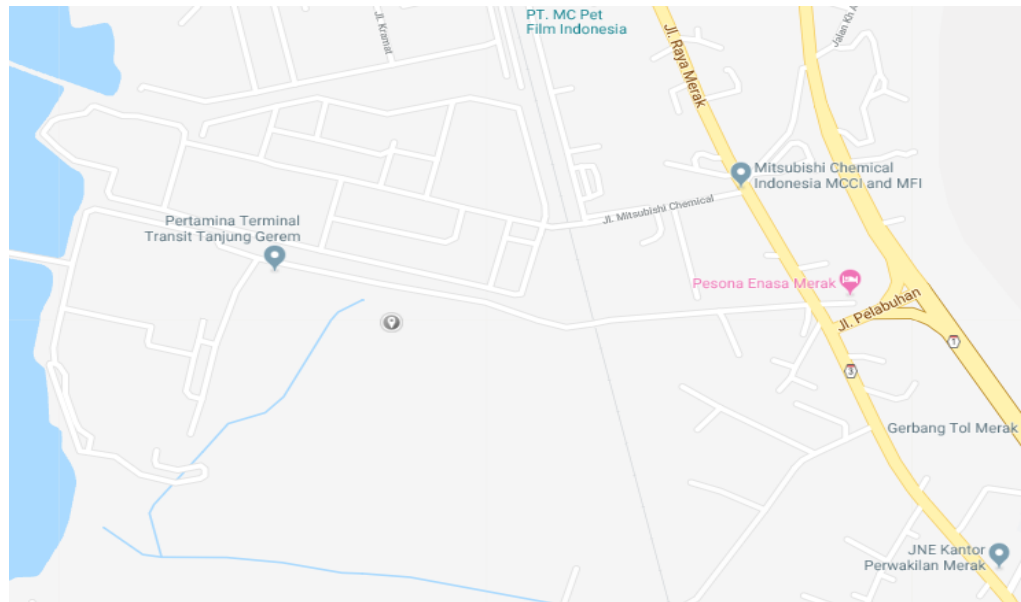
4.1 Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi merupakan hal yang sangat penting dalam perancangan suatu pabrik, karena berhubungan langsung dengan nilai ekonomis dari pabrik yang akan didirikan. Oleh karena itu, lokasi pendirian pabrik ini sangat menentukan kesuksesan sebuah perusahaan baik dalam jangka pendek maupun jangka panjang. 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 40.000 ton/tahun ini direncanakan akan didirikan di Cilegon, Banten.



(www.google.co.id/maps)



(www.google.co.id/maps)

Gambar 4. 1 Peta lokasi pabrik

Adapun pertimbangan - pertimbangan dalam pemilihan lokasi pabrik yang dirancang secara teknis dan menguntungkan secara ekonomis. Faktor-faktor tersebut antara lain :

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:

a Penyediaan Bahan Baku

Berdekatan dengan pemasok bahan mentah dan bahan-bahan pendukungnya akan menjamin stabilitas pasokan serta mengurangi biaya pembelian terhadap bahan mentah dan bahan pendukung akibat tingginya

biaya pengiriman barang-barang tersebut. Pada pabrik ini penyediaan bahan baku relatif mudah karena bahan baku etilen tidak perlu mengimpor, melainkan dapat diperoleh dari PT. Chandra Asri Petrochemical, Cilegon dan air diperoleh dari sungai Cikande.

b Pemasaran

Pemasaran merupakan salah satu hal yang sangat mempengaruhi studi kelayakan proses. Dengan pemasaran yang tepat akan menghasilkan keuntungan dan menjamin kelangsungan proyek. Pemasarannya diharapkan untuk membantu mencukupi kebutuhan dalam negeri dan juga ekspor. Daerah pemasaran etanol sendiri tersebar diseluruh Indonesia dan lokasi pabrik di kawasan Cilegon ini relatif strategis untuk pemasaran produk terutama bagi pabrik - pabrik yang menggunakan etanol.

c Utilitas

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

d Tenaga Kerja

Tenaga kerja yang dibutuhkan adalah tenaga kerja yang berpendidikan kejuruan atau menengah dan sebagian sarjana. Hal ini agar tenaga kerja yang dipekerjakan adalah tenaga kerja yang memiliki kompetensi yang cukup agar proses berjalan dengan baik. Selain itu faktor kedisiplinan dan pengalaman

kerja juga menjadi prioritas dalam perekrutan tenaga kerja tersebut. Untuk memenuhinya dapat diperoleh dari daerah sekitar lokasi pabrik dan sekitarnya.

e Transportasi

Untuk mempermudah lalu lintas produk dan pemasarannya, lokasi pabrik harus mudah dicapai. Pada pabrik ini lokasi pendirian dinilai cukup baik karena di lokasi tersebut terdapat transportasi yang memadai baik transportasi darat maupun laut dan diharapkan dapat memperlancar kegiatan pemasaran, baik pemasaran internasional maupun domestik.

f Letak Geografis

Letak pabrik sebaiknya terletak di daerah yang stabil dari gangguan bencana alam. Kebijakan pemerintah setempat juga turut mempengaruhi pemilihan lokasi pendirian pabrik. Kondisi sosial masyarakat diharapkan memberi dukungan terhadap operasional pabrik sehingga dipilih lokasi yang memiliki masyarakat yang dapat menerima keberadaan pabrik. Dari pertimbangan tersebut maka area pendirian pabrik yang dipilih memenuhi persyaratan karena Cilegon sebagai daerah yang telah ditetapkan pemerintah sebagai kawasan industri, sehingga memberikan kelonggaran untuk mendirikan suatu pabrik di daerah tersebut.

4.1.2 Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik

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

a Perluasan Areal Pabrik

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

b Kebijakan Pemerintah

Lokasi pabrik memang dipilih pada daerah khusus kawasan industri, sehingga memudahkan dalam perijinan pendirian pabrik. Selain itu ada kebijakan pemerintah yang perlu diperhatikan, kebijakan tersebut diantaranya seperti perpajakan, ketenagakerjaan dan peraturan-peraturan lainnya yang berkaitan dengan keuangan, perindustrian, perdagangan dan lingkungan.

c Prasarana dan Fasilitas Sosial

Prasarana seperti jalan dan transportasi lainnya harus tersedia. Selain itu harus tersedia juga fasilitas-fasilitas sosial seperti sarana pendidikan, ibadah, hiburan, kesehatan dan perumahan sehingga dapat meningkatkan kesejahteraan dan taraf hidup bagi tenaga kerja di pabrik ini bahkan juga warga sekitar pabrik ini.

4.2 Tata Letak Pabrik

Tata letak pabrik dapat didefinisikan sebagai tata cara pengaturan fasilitas-fasilitas pabrik guna menunjang kelancaran proses produksi. Pengaturan tersebut akan memanfaatkan luas area (*space*) untuk penempatan mesin atau fasilitas penunjang produksi lainnya, kelancaran gerakan –

gerakan material, penyimpanan material (*storage*) baik yang bersifat temporer maupun permanen, personil pekerja dan sebagainya (Wignjosoebroto, 2009).

Selain peralatan yang tercantum dalam *flow sheet* proses, beberapa bangunan fisik lainnya seperti kantor, gudang, laboratorium, bengkel dan lainnya harus berada 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 harus sedemikian rupa sehingga dalam proses produksi dapat memberikan kenyamanan dan keamanan. Adapun hal-hal yang perlu diperhatikan dalam perancangan tata letak pabrik adalah:

a Daerah Proses

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

b Perluasan Pabrik

Perluasan pabrik 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.

c Keamanan

Keamanan terhadap kemungkinan adanya bahaya kebakaran atau ledakan terhadap gas beracun harus benar-benar diperhatikan di dalam

menentukan tata letak pabrik. Untuk itu harus dilakukan penempatan alat-alat pengamanan seperti hidran dan penahan ledakan. Tangki penyimpanan bahan baku dan produk yang berbahaya harus diletakkan di area khusus seta perlu adanya jarak dengan bangunan satu dengan lainnya agar memperkecil kemungkinan terjadinya kebakaran atau ledakan yang meluas.

d Luas Area yang Tersedia

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

e Bangunan

Bangunan yang akan dibangun secara fisik harus memenuhi standar dan perlengkapan yang menyertainya seperti ventilas dan instalasi yang memenuhi syarat.

f Penempatan Instalasi dan Utilitas

Pengaturan terhadap distribusi yang baik dari gas, udara, steam dan listrik akan membantu kemudahan proses produksi dan perawatan. Penempatan peralatan proses diatur sedemikian rupa sehingga meningkatkan kelancaran proses produksi serta memudahkan perawatannya.

g Jaringan Jalan Raya

Untuk pengangkutan bahan, keperluan perbaikan, pemeliharaan dan keselamatan kerja, maka diantara daerah proses dibuat jalan yang cukup untuk memudahkan mobilitas. Selain itu apabila terjadi suatu bencana dapat memudahkan dalam menanggulangnya.

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 terhadap kualitas bahan baku dan produk.
- c) Fasilitas-fasilitas bagi karyawan seperti, poliklinik, koperasi, kantin, aula 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 *power station*

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 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.

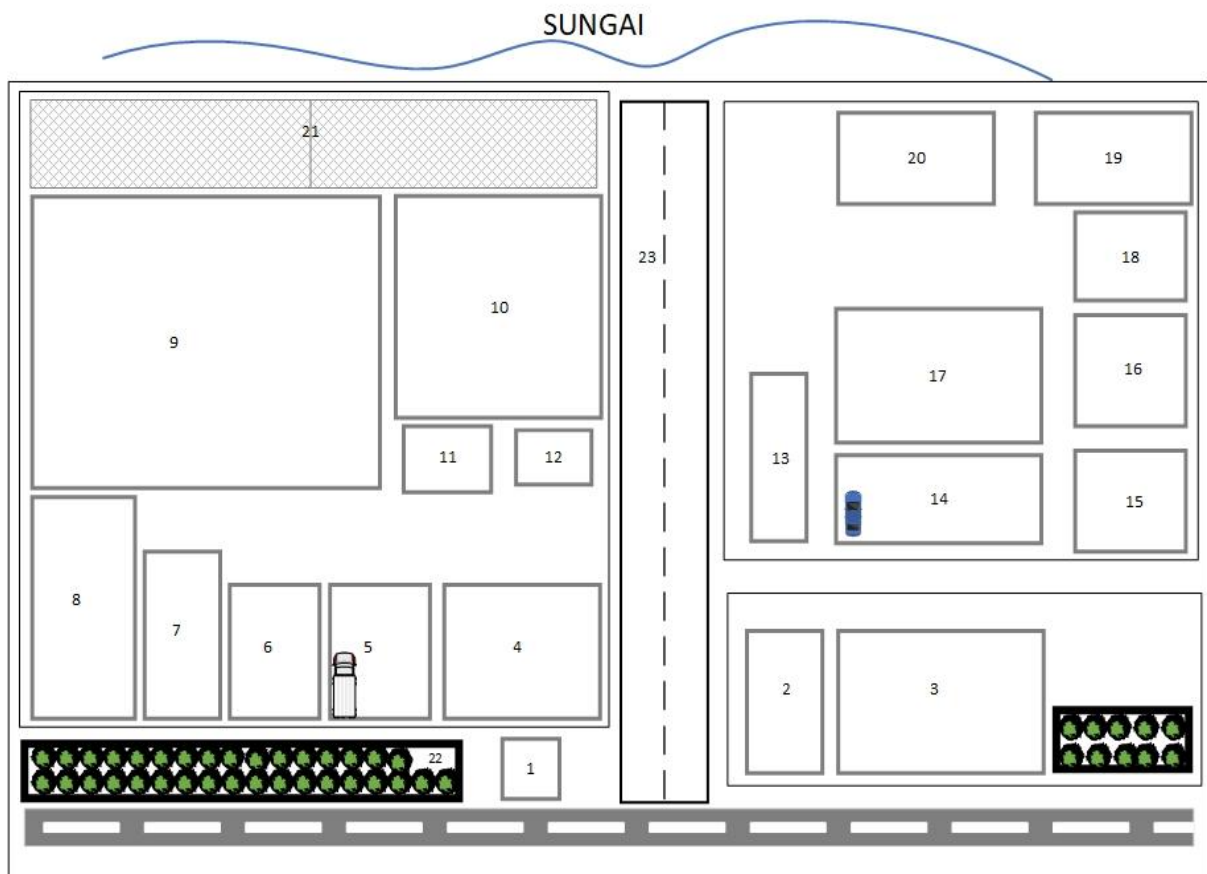
Adapun perincian luas tanah sebagai bangunan pabrik dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4. 1 Perincian luas tanah bangunan pabrik etanol

Lokasi	Panjang, m	Lebar, m	Luas, m²
Pos	10	8	80
Mess karyawan	20	30	600
Rumah dinas	50	30	1500
Kantor produksi	30	25	750
Parkir truk	25	25	625
Bengkel	20	15	300
Gudang penyimpan alat	25	20	500
Area unit pengolahan limbah	20	15	300
Area produksi	100	120	12000
Area utilitas	50	50	2500
Ruang kontrol proses	30	25	750
Ruang kontrol utilitas	25	20	500
Laboratorium	25	18	450
Parkir utama	40	20	800
Masjid	15	12	180
Gedung serbaguna	15	10	150
Kantor utama	40	25	1000
Poliklinik	15	12	180

Lokasi	Panjang, m	Lebar, m	Luas, m ²
Kantin dan koperasi	20	15	300
Pemadam kebakaran	20	15	300
Perluasan	150	36	5400
Taman	15	10	150
Jalan	40	60	2400
Luas Tanah			31715
Luas Bangunan			23765
Total		435	55480

Gambar peta situasi pabrik dapat dilihat dalam gambar dibawah



Gambar 4. 2 Tata letak pabrik ethanol

Keterangan:

- | | |
|--------------------------------|-------------------------|
| 1. Pos | 13. Laboratorium |
| 2. Mess karyawan | 14. Parkir utama |
| 3. Rumah dinas | 15. Masjid |
| 4. Kantor produksi | 16. Gedung serbaguna |
| 5. Parkir truk | 17. Kantor utama |
| 6. Bengkel | 18. Poliklinik |
| 7. Gudang penyimpanan alat | 19. Kantin dan koperasi |
| 8. Area unit pengolahan limbah | 20. Pemadam kebakaran |
| 9. Area produksi | 21. Perluasan |
| 10. Area utilitas | 22. Taman |
| 11. Ruang kontrol proses | 23. Jalan |
| 12. Ruang kontrol utilitas | |

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

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

2) Aliran Udara

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

3) Pencahayaan

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

4) Lalu lintas manusia

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

5) Pertimbangan ekonomi

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

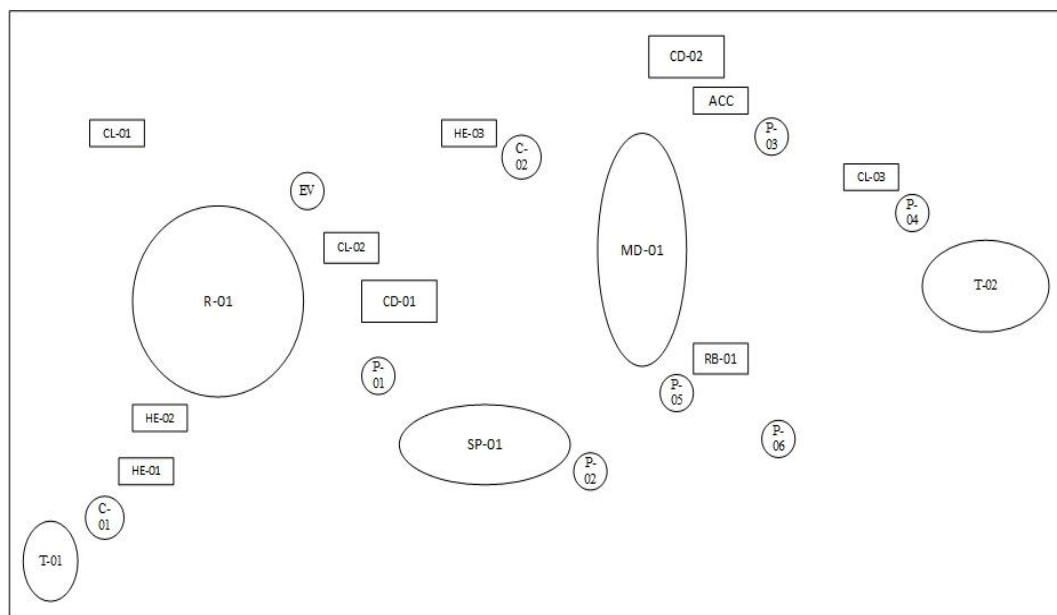
6) Jarak antar alat proses

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

Tata letak alat proses harus dirancang sedemikian rupa sehingga :

- a. Kelancaran proses produksi dapat terjamin
- b. Dapat mengefektifkan penggunaan luas lahan
- 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 di bawah ini



(Skala 1 : 100)

Gambar 4. 3 Tata letak alat proses pabrik etanol

Keterangan :

- Tangki Penyimpan Etilen (T-01)
- Tangki penyimpan Etanol (T-02)
- Reaktor (R-01)
- Separator (SP-01)
- Menara Distilasi (MD-01)
- Kompresor (C-01, C-02, C-03)
- Cooler (CL-01, CL-02, CL-03)
- Heater (HE-01, HE-02, HE-03)
- Ekspansi Valve (EV-01)
- Kondensor (CD-01, CD-02)
- Akumulator (ACC)
- Reboiler (RB-01)
- Pompa (P-01, P-02, P-03, P-04, P-05, P-06)

4.4 Aliran Proses Dan Material

4.4.1 Neraca Massa Total

Tabel

4. 2	Komponen	Arus masuk (Kg/jam)	Arus keluar (Kg/jam)
Neraca massa total	C ₂ H ₄	3.328,6843	-
	C ₂ H ₆	1,7534	-
	C ₂ H ₅ OH	-	5.468,9482
	H ₂ O	4.480,9690	2.342,3704
	Total	7.811,3186	7.811,3186

4.4.2 Neraca Massa Alat

a. Reaktor (R-01)

Tabel 4. 3 Neraca massa reactor (R-01)

Komponen	Arus masuk (Kg/jam)	Arus keluar (Kg/jam)
	F3	F4
C ₂ H ₄	3.504,9966	174,6471
C ₂ H ₆	1,7534	1,7534
C ₂ H ₅ OH	0,0000	5.468,9482
H ₂ O	4.480,9690	2.342,3704
Total	7.987,7190	7.987,7190

b. Separator (SP-01)

Tabel 4. 4 Neraca massa separator (SP-01)

Komponen	Arus masuk (Kg/jam)	Arus keluar (Kg/jam)	
	F4	F6	F5
C ₂ H ₄	174,6471	-	174,6471
C ₂ H ₆	1,7534	-	1,7534
C ₂ H ₅ OH	5.468,9482	5.468,9482	-
H ₂ O	2.342,3704	2.342,3704	-
Total	7.987,7190	7.987,7190	

c. Menara Distilasi (MD-01)

Tabel 4. 5 Neraca massa menara distilasi (MD-01)

Komponen	Arus masuk (Kg/jam)	Arus keluar (Kg/jam)
----------	---------------------	----------------------

	F6	F7	F8
C ₂ H ₅ OH	5.468,9482	4.848,4848	620,4633
H ₂ O	2.342,3704	202,0202	2.140,3502
Total	7.811,3186	7.811,3186	

4.4.3 Neraca Panas

a. Reaktor (R-01)

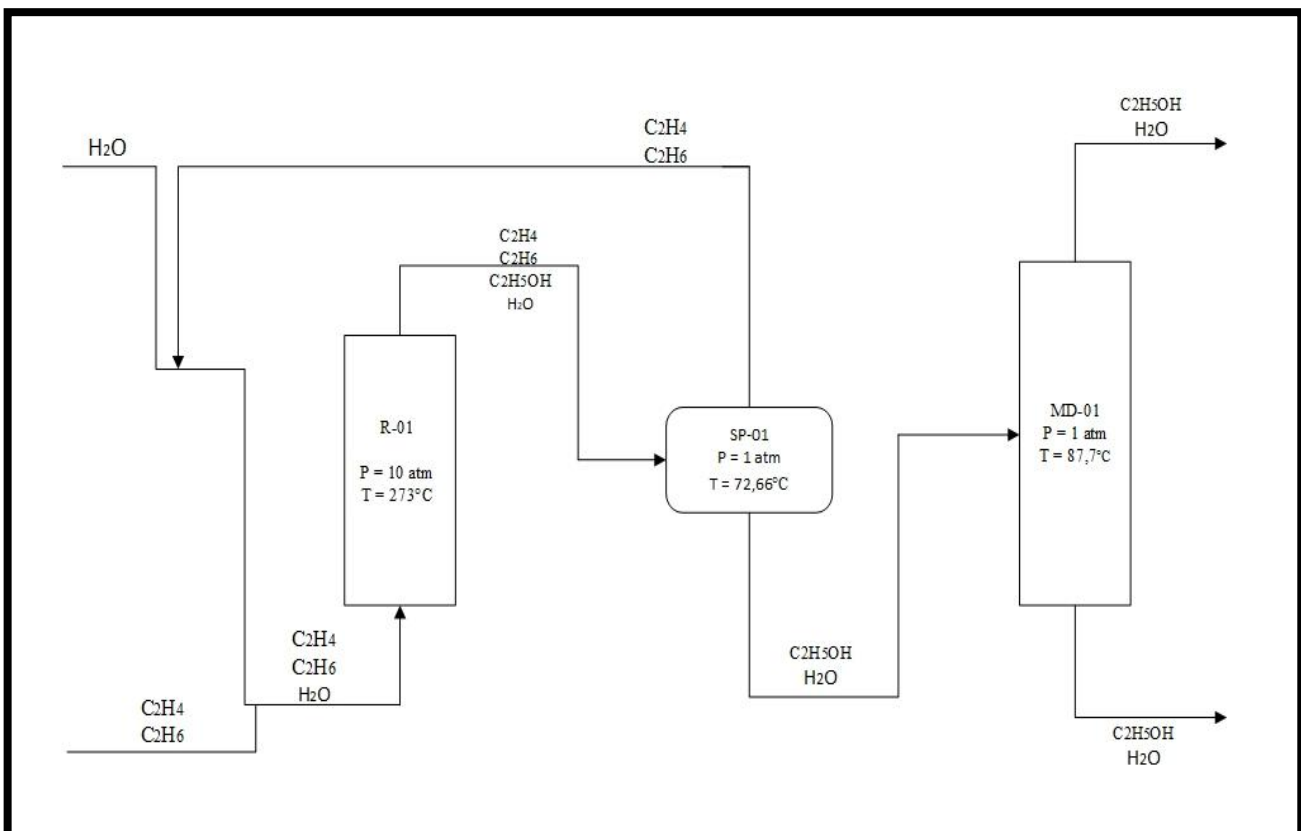
Tabel 4. 6 Neraca panas reactor

Keterangan	Panas Masuk (kj/jam)	Panas Keluar (kj/jam)
Umpan Masuk	3.797.449,5966	
Umpan keluar		8.946.416,5020
Panas reaksi		-5.382.892,6968
Panas yang dibuang		233.925,7915
Total	3.797.449,5966	3.797.449,5966

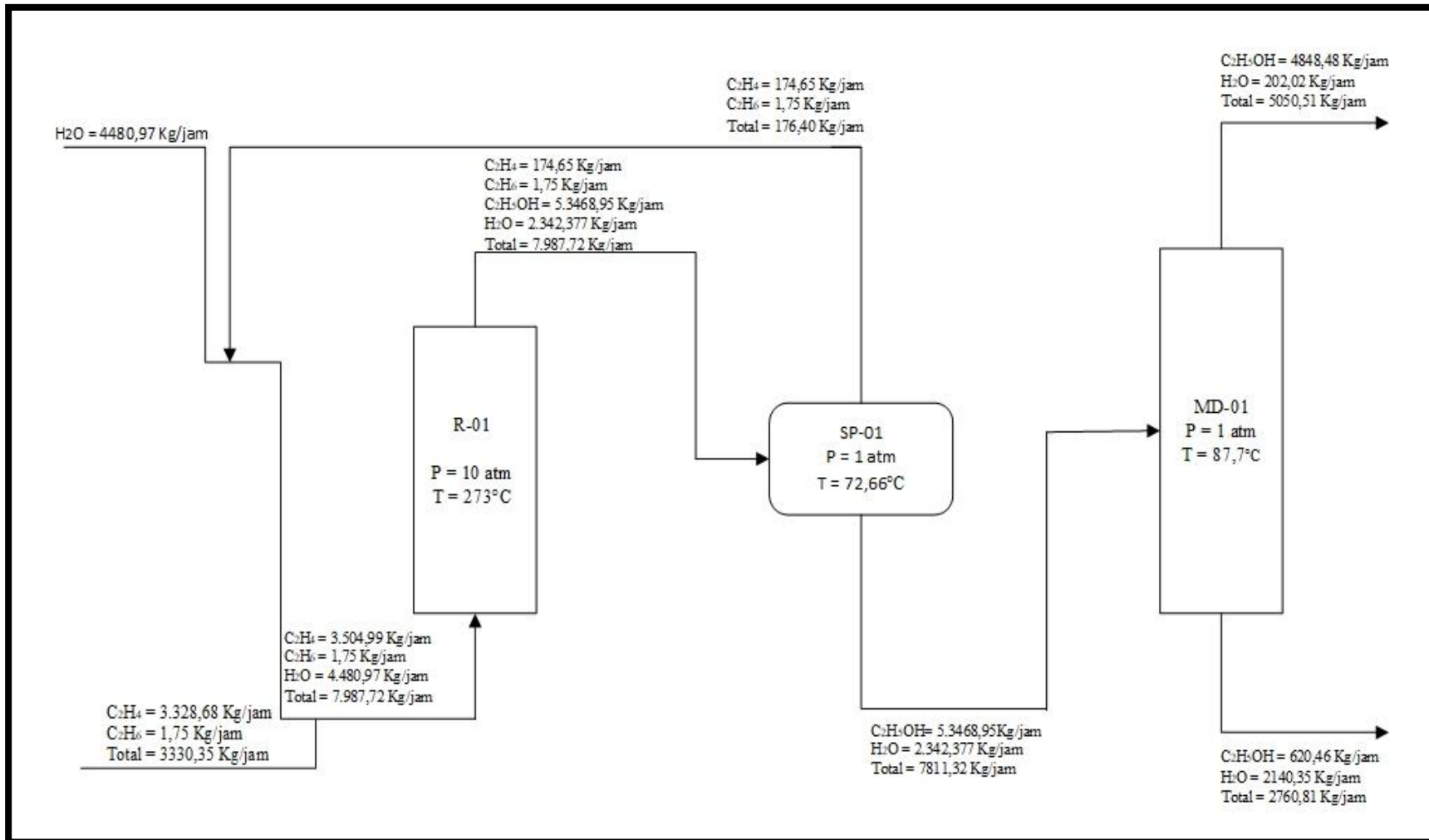
c. Menara Distilasi (MD-01)

Tabel 4. 7 Neraca panas menara distilasi

Keterangan	Arus masuk (Kj/jam)	Arus keluar (Kj/jam)
Umpan Masuk	1.440.920,3554	-
Hasil atas	-	2.569.026,1903
Hasil bawah	-	751.632,1515
Condensor	-	8.008.789,1957
Reboiler	9.888.527,1821	-
Total	11.329.447,5375	11.329.447,5375



Gambar 4. 4 Diagram alir kualitatif



Gambar 4. 5 Diagram alir kuantitatif

4.5 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 (*Water Treatment System*)
2. Unit Pembangkit Steam (*Steam Generation System*)
3. Unit Pembangkit Listrik (*Power Plant System*)
4. Unit Penyedia Udara Instrumen (*Instrument Air System*)
5. Unit Penyediaan Bahan Bakar

4.5.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air

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 etanol ini, sumber air yang digunakan berasal dari air sungai Cikande. Adapun penggunaan air sungai sebagai sumber air dengan pertimbangan sebagai berikut:

- a. Pengolahan air sungai relatif lebih mudah, sederhana dan biaya pengolahan relatif rendah dibanding dengan proses pengolahan air laut yang lebih rumit dan biaya pengolahannya umumnya tentu lebih besar.

- b. Air sungai merupakan sumber air yang kontinuitasnya relatif tinggi, sehingga dapat terhindar dari kendala kekurangan air.

Secara umum air yang diperlukan pada pabrik ini digunakan untuk:

1) Air pendingin

Pada umumnya air digunakan sebagai media pendingin karena beberapa 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 volumenya.
- 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 karena air mengandung larutan-larutan asam, gas-gas terlarut seperti O_2 , CO_2 , H_2S dan NH_3 .

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

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

c Zat yang menyebabkan *foaming*.

Air yang diambil kembali dari proses pemanasan bisa menyebabkan *foaming* pada *boiler* karena adanya zat-zat organik yang tidak terlarut 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 dan masjid. Air sanitasi harus memenuhi kualitas tertentu, yaitu:

a Syarat fisika, meliputi:

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

b Syarat kimia, meliputi:

1. Tidak mengandung zat organik dan anorganik yang terlarut dalam air.
2. Tidak mengandung bakteri, terutama bakteri yang patogen.
3. Tidak beracun.

2. Unit Pengolahan Air

Tahapan-tahapan pengolahan air adalah sebagai berikut :

a Pengendapan

Kebutuhan air dalam suatu pabrik dapat diambil dari sungai Cikande 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*.

Pengendapan pertama adalah pengendapan terhadap kotoran dan lumpur yang terbawa dari air sungai dengan proses sedimentasi. Kotoran kasar yang terdapat dalam air akan mengalami pengendapan yang terjadi karena gravitasi. Kemudian *raw water* diumpankan ke dalam tangki kemudian diaduk dengan putaran tinggi sambil menginjeksikan bahan-bahan kimia, yaitu:

a $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 14\text{H}_2\text{O}$, yang berfungsi sebagai koagulan.

b Na_2CO_3 , yang berfungsi sebagai pengatur pH.

Air baku dimasukkan ke dalam *flokulator* untuk mengendapkan kotoran yang berupa disperse koloid, dengan menginjeksikan tawas ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 14\text{H}_2\text{O}$), koagulan aid sebagai pembantu pembentukan flok dan Na_2CO_3 sebagai pengatur pH. Air baku ini dimasukkan melalui bagian tengah *flokulator* dan diaduk dengan agitator. Air bersih keluar dari pinggir *flokulator* 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 *flokulator turbidity* akan turun menjadi lebih kecil dari 10 ppm. Kemudian air diumpankan menuju *clarifier* untuk menampung sementara air yang mengalami fluktuasi dan memisahkan flok dari air.

b Penyaringan

Air dari *clarifier* dimasukkan ke dalam *sand filter* untuk menahan atau 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 untuk kebutuhan air di kantor dan rumah tangga, unit pendingin dan unit demineralisasi. *Sand filter* akan berkurang kemampuan penyaringannya. Oleh karena itu perlu diregenerasi secara periodik dengan *back washing*.

c 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*. Pengolahan air di unit demineralisasi, yaitu:

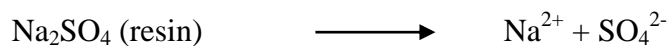
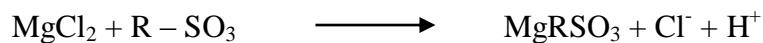
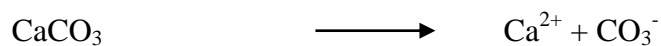
Proses *Cation Exchanger* dan *Anion Exchanger* berlangsung pada Resin *Mixed-Bed*. Resin *Mixed-Bed* adalah kolom resin campuran antara resin kation dan resin anion. Air yang mengandung kation dan anion bila dilewatkan ke Resin *Mixed-Bed* tersebut, kation akan terambil oleh resin kation dan anion akan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

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

1. *Cation Exchanger*

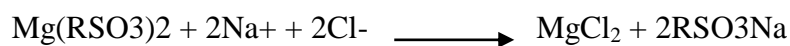
Cation exchanger ini berisi resin pengganti kation dimana pengganti kation-kation yang dikandung di dalam air diganti dengan ion H^+ sehingga air yang akan keluar dari *cation exchanger* adalah air yang mengandung anion dan ion H^+ .

Reaksi:



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

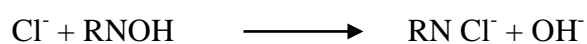
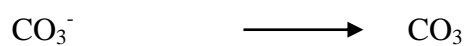
Reaksi regenerasi :



2. *Anion Exchanger*

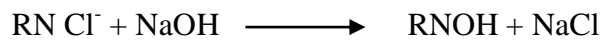
Anion exchanger berfungsi untuk mengikat ion-ion negatif (anion) yang terlarut dalam air, dengan resin yang bersifat basa, sehingga anion-anion seperti CO_3^{2-} , Cl^- dan SO_4^{2-} akan membantu garam resin tersebut.

Reaksi:



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

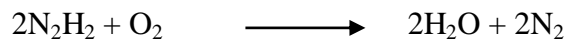
Reaksi regenerasi :



3. 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 korosi pada *tube boiler*.

Reaksi:



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

d Menara Pendingin (Cooling Tower)

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.

3. Kebutuhan Air

a Kebutuhan Air Pendingin

Tabel 4. 8 Kebutuhan air untuk pendingin (kg/jam)

Nama alat	Kebutuhan Air
	(Kg/Jam)
Condensor -02	119.114,88
Cooler-03	307,87
Cooler-04	2,30
Total	19.425,04

Perancangan dibuat *over design* sebesar 20%, maka kebutuhan air pendingin menjadi:

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan air pendingin} &= 20\% \times 19.425,04 \text{ kg/jam} \\ &= 23.310,05 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$\text{Jumlah air yang menguap (We)} \quad (\text{Perry, Pers. 12-14c})$$

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

$$= 0,00085 \times 23.310,05 \times 10$$

$$= 198,14 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Drift Loss (Wd)} \quad (\text{Perry, Pers. 12-14c})$$

$$= 0,0002 \times W_c$$

$$= 0,0002 \times 23.310,05$$

$$= 5 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Blowdown (Wb) (cycle yang dipilih 4 kali)} \quad (\text{Perry, Pers. 12-14e})$$

$$= (W_e - (\text{cycle}-1) W_d) / (\text{cycle}-1)$$

$$= (198,14 - (4-1) \cdot 5) / (4-1)$$

$$= 193 \text{ kg/jam}$$

Sehingga kebutuhan Make Up Water (W_m)

$$\begin{aligned} W_m &= W_e + W_d + W_b \\ &= 198,14 \text{ kg/jam} + 5 \text{ kg/jam} + 193 \text{ kg/jam} \\ &= 396 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

b Kebutuhan Air Pembangkit *Steam*

Tabel 4. 9 Kebutuhan Steam (kg/jam)

Nama Alat	Kebutuhan Steam
	(Kg/Jam)
Steam	4.480,97
Reboiler	4.385,97
HE-01	4.899,92
HE-02	11.428,65
HE-03	844,98
Total	26.039,88

Perancangan dibuat over design sebesar 20%

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan steam} &= 20\% \times 26.039,88 \text{ kg/jam} \\ &= 31.248 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Blowdown} &= 15\% \times \text{kebutuhan steam} \\ &= 15\% \times 31.248 \text{ kg/jam} \\ &= 4.687 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Steam Trap} &= 5\% \times \text{kebutuhan steam} \\ &= 5\% \times 31.248 \text{ kg/jam} \\ &= 1.562 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan air make up untuk steam} &= \text{Blowdown} + \text{Steam Trap} \\ &= (4.687 + 1.562) \text{ kg/jam} \\ &= 6.250 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

c Air Untuk Keperluan Perkantoran dan Rumah Tangga

Dianggap 1 orang membutuhkan air = 120 lt/hari

Jumlah karyawan + keluarga = ± 220 orang

Tabel 4. 10 Kebutuhan air untuk perkantoran dan rumah tangga

No	Penggunaan	Kebutuhan (kg/jam)
1	Karyawan	675
2	Perumahan	500
3	Laboratorium	117,5
4	Bengkel	117,5
5	Kantin	117,5
6	Kebersihan, Pertamanan, dan Lain-lain	117,5
	Jumlah	1.645

Kebutuhan air total = $(23.310,05+31.248+1.645)$ kg/jam

= 56.202,92 kg/jam

4.5.2 Unit Pembangkit *Steam*

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

Kapasitas : 37.497,43 kg/jam

Jenis : *Water 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, O₂, Ca dan Mg yang mungkin masih terikut dengan jalan menambahkan bahan-bahan kimia ke dalam *boiler feed water tank*. Selain itu juga perlu diatur 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 300 °C, kemudian diumpankan ke *boiler*.

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

4.5.3 Unit Pembangkit Listrik

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

Kapasitas : 350 KW
 Jenis : *Generator Diesel*
 Jumlah : 1 buah

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

Berikut rincian untuk kebutuhan listrik pabrik:

a Kebutuhan Listrik untuk alat proses

Tabel 4. 11 Kebutuhan listrik proses

Kode alat	Nama Alat	Power (Hp)
P-01	Pompa-01	0,5
P-02	Pompa-02	0,6
P-03	Pompa-03	0,6
P-04	Pompa-04	0,6
P-05	Pompa-05	0,5
P-06	Pompa-06	0,5
C-01	Kompresor-01	10,8
C-02	Kompresor-02	1,0
Total		15,03

b Kebutuhan Listrik untuk utilitas

Tabel 4. 12 Kebutuhan listrik utilitas

Kode alat	Nama Alat	Power (Hp)
PU-01	Pompa	1,99

Kode alat	Nama Alat	Power (Hp)
PU-02	Pompa	2,00
PU-03	Pompa	0,00006
PU-04	Pompa	2,41
PU-05	Pompa	2,83
PU-06	Pompa	3,31
PU-07	Pompa	0,68
PU-08	Pompa	0,0000091
PU-09	Pompa	0,59
PU-10	Pompa	1,82
PU-11	Pompa	1,97
PU-12	Pompa	1,97
PU-13	Pompa	2,37
PU-14	Pompa	1,87
PU-15	Pompa	1,84
PU-16	Pompa	0,00045
PU-17	Pompa	1,89
PU-18	Pompa	2,12
PU-19	Pompa	0,20
PU-20	Pompa	0,05
PU-21	Pompa	8,82
PU-22	Pompa	6,45
PU-23	Pompa	6,32
PU-24	Pompa	9,04
BU-02	Flokulator	1,59
CT	Cooling Tower (Fan)	1,32
BWU-01	Blower (Boiler)	4,98
TU-06	Deaerator	0,61
CU-01	Kompresor	4,27
Total		73,28

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan total listrik untuk menggerakkan motor} &= \text{Total A} + \text{Total B} \\ &= 88,32 \text{ Hp} \end{aligned}$$

$$\text{Over design 20\%} = 1,2 \times \text{Kebutuhan total listrik untuk menggerakkan motor}$$

$$= 105,98 \text{ Hp}$$

c Kebutuhan listrik untuk menggerakkan alat kontrol dan penerangan sebagai berikut:

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

$$= 0,4 \times 105,98 \text{ Hp}$$

$$= 42,39 \text{ Hp}$$

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

$$= 0,5 \times 105,98 \text{ Hp}$$

$$= 52,99 \text{ Hp}$$

d Kebutuhan listrik untuk perumahan.

Setiap rumah diperkirakan memerlukan listrik = 1.500 Watt

Jumlah rumah = 20 Buah

Kebutuhan listrik perumahan = 20 x 1.500 Watt

= 30 kW

Total kebutuhan listrik

= ((105,98 + 42,39 +

52,99)Hp x 0.74570 kW/HP)

+ 30 kW

= 180,16 kW

Effisiensi Generator 80%

= 225,20 kW

4.5.4 Unit Penyediaan Udara Tekan

Udara tekan diperlukan untuk pemakaian alat *pneumatic control*. Total kebutuhan udara tekan diperkirakan 46,73 m³/jam.

4.5.5 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 *Fuel Oil* yang juga diperoleh dari PT. Pertamina, Cilacap.

4.5.6 Spesifikasi Alat-alat Utilitas

1. Bak Pengendap (BU-01)

Tugas	:Menampung dan menyediakan air untuk diolah serta mengendapkan kotoran sebanyak 56.202,91 kg/jam
Jenis	: Bak persegi panjang yang diperkuat beton bertulang
Panjang	: 12,72m
Lebar	: 6,36 m
Tinggi	: 5,00 m
Volume	: 404,66 m ³
Jumlah	: 1
Harga	: \$ 6.284

2. Bak Flokulator (BU-02)

Tugas	: Mengendapkan kotoran yang berupa dispersi koloid dalam air dengan menambahkan koagulan sebanyak 56.202,91 kg/jam
Jenis	: Bak silinder tegak
Diameter	: 4,41 m
Tinggi	: 4,41 m
Volume	: 67,44 m ³
Power pengaduk	: 10 Hp
Jumlah	: 1
Harga	: \$ 17.709

3. Bak Saringan Pasir (BU-03)

Tugas	: Menyaring koloid-koloid yang lolos dari clarifier sebanyak 56.202,91 kg/jam.
Jenis	: Bak persegi empat
Debit	: 247,46 gpm
Tinggi	: 1,52 m
Volume	: 8,72 m ³
Panjang	: 2,40 m
Lebar	: 2,40 m
Jumlah	: 1
Harga	: \$ 3.999

4. Bak penampung air bersih (BU-04)

Tugas	: Menampung air bersih dari saringan pasir sebanyak 56.202,91 kg/jam.
Jenis	: Bak persegi panjang beton bertulang
Tinggi	: 5 m
Volume	: 202,33 m ³
Panjang	: 11,02 m
Lebar	: 3,67 m
Jumlah	: 1
Harga	: \$ 2.856

5. Bak penampung Air Pendingin (BU-05)

Tugas	: Menampung air untuk keperluan proses yang membutuhkan air pendingin sebanyak 23.310,05 kg/jam
Jenis	: Bak persegi panjang beton bertulang
Tinggi	: 1,5 m
Volume	: 55,94 m ³
Panjang	: 8,64 m
Lebar	: 4,32 m
Jumlah	: 1
Harga	: \$ 2.285

6. Tangki Tawas (TU-01)

Tugas	: Menyiapkan dan menyimpan larutan alum 5 % untuk 1 minggu operasi
Jenis	: tangki silinder tegak
Kapasitas	: 0,29 m ³
Diameter	: 0,57 m
Tinggi	: 1,14 m
Harga	: \$ 800

7. Tangki Klorinasi (TU-02)

Tugas	: Tempat klorinasi dengan maksud membunuh bakteri yang selanjutnya dipergunakan untuk keperluan kantor dan rumah tangga. sebanyak 1.645,00 kg/jam.
Jenis	: Tangki silinder tegak
Tinggi	: 1,4 m
Volume	: 1,98 m ³
Diameter	: 1,4 m
Jumlah	: 1
Harga	: \$ 1.714

8. Tangki larutan kaporit (TU-03)

Tugas	: Membuat larutan desinfektan dari bahan kaporit untuk air yang akan digunakan di kantor dan rumah tangga.
Jenis	: Tangki silinder tegak

Kebutuhan air	: 1.645,00 kg/jam
Kadar chlorine	: 75 % dalam kaporit
Kebutuhan kaporit	: 0,0118 kg/jam
Tinggi	: 0,18 m
Volume	: 0,0043 m ³
Diameter	: 0,18 m
Jumlah	: 1
Harga	: \$ 114

9. Tangki penampung Air kantor dan Rumah tangga (TU-04)

Tugas	: Menampung air untuk keperluan kantor dan rumah tangga sebanyak 1.645,00 kg/jam.
Jenis	: Tangki silinder tegak
Volume	: 23,69 m ³
Tinggi	: 3,11 m
Diameter	: 3,11 m
Jumlah	: 1
Harga	: \$ 14.281

10. Mixed Bed (TU-05)

Tugas	: Menghilangkan kesadahan air yang disebabkan oleh kation-kation seperti Ca dan Mg, serta anion seperti Cl,SO ₄ , dan NO ₃ sebanyak 31.247,86 kg/jam.
Jenis	: Silinder tegak

Bahan konstruksi	: <i>Carbon stell SA-283 grade C</i>
Tinggi	: 2,10 m
Volume	: 3,04 m ³
Diameter	: 1,43 m
Tebal	: 0,0064 m
Jumlah	: 1
Harga	: \$ 27.991

11. Tangki Deaerator (TU-06)

Tugas	: Membebaskan gas CO ₂ dan O ₂ yang menyebabkan kerak pada boiler dari air yang telah dilunakkan dalam anion dan kation exchanger dengan larutan N ₂ H ₄ sebanyak 31.247,86 kg/jam.
Jenis	: Bak silinder tegak
Tinggi	: 3,63 m
Volume	: 37,50 m ³
Diameter	: 3,63 m
Jenis pengaduk	: <i>Marine propeller 3 blade</i>
Power pengaduk	: 5,5 Hp
Jumlah	: 1
Harga	: \$ 23.421

12. Tangki Larutan N₂H₄ (TU-07)

Tugas	: Melarutkan N_2H_4 yang berfungsi mencegah kerak dalam alat proses sebanyak 31.247,86 kg/jam
Jenis	: Tangki Silinder Tegak
Kebutuhan N_2H_4	: 0,94 kg/jam.
Tinggi	: 2,30 m
Volume	: 9,53 m ³
Diameter	: 2,30 m
Jumlah	: 1
Harga	: \$ 9.254

13. Tangki Larutan NaCl (TU-08)

Tugas	: Membuat larutan NaCl jenuh yang akan digunakan untuk meregenerasi kation exchanger
Jenis	: Tangki silinder tegak
Kebutuhan NaCl	: 7,75 ft ³ /hari
Tinggi	: 2,56 m
Volume	: 13,17 m ³
Diameter	: 2,56 m
Jumlah	: 1
Harga	: \$ 11.539

14. Tangki Larutan NaOH (TU-09)

Tugas	: Membuat larutan NaOH yang akan digunakan untuk meregenerasi anion exchanger
Jenis	: Tangki silinder tegak

Kebutuhan NaOH	: 2,15 ft ³ /hari
Tinggi	: 5,48 m
Volume	: 129,19 m ³
Diameter	: 5,48 m
Jumlah	: 1
Harga	: \$ 54.269

15. Tangki umpan boiler (TU-10)

Tugas	:Menampung umpan boiler sebanyak 31.247,86 kg/jam.
Jenis	: Tangki silinder tegak
Tinggi	: 4,57 m
Volume	: 74,99 m ³
Diameter	: 4,57 m
Jumlah	: 1
Harga	: \$ 37.588

16. Tangki Penampung Kondensat (TU-11)

Tugas	: Menampung kondensat dari alat proses sebelum disirkulasi menuju tangki umpan boiler sebanyak 31.247,86 kg/jam.
Jenis	: Tangki silinder tegak
Tinggi	: 4,24 m
Volume	: 60,00 m ³
Diameter	: 4,24 m

Jumlah : 1
 Harga : \$ 32.218

17. Clarifier (CL)

Tugas : Menampung sementara air yang mengalami fluktuasi dan memisahkan flok dari air sebanyak 56.202,91 kg/jam

Jenis : Bak silinder tegak dengan tutup kerucut

Diameter : 4,41 m

Tinggi : 5,88 m

Volume : 67,44 m³

Jumlah : 1

Harga : \$ 6.626

18. Cooling Tower (CT)

Tugas : Mendinginkan air pendingin setelah digunakan sebanyak 23.310,05 kg/jam.

Jenis : *Cooling tower induced draft*

Tinggi : 6,50 m

Ground area : 2,38 m²

Panjang : 1,54 m

Lebar : 1,54 m

Jumlah : 1

Harga : \$ 862.587

19. Blower Cooling Tower (BWU-01)

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

Kebutuhan udara : 588.354,73 ft³/jam

Power motor : 5 Hp

Jumlah : 1

Harga : \$ 34.618

20. Boiler (BO)

Tugas : Memproduksi steam sebanyak 31.247,86 kg/jam.

Jenis : *Water tube boiler*

Kebutuhan steam : 31.247,86 kg/jam

Luas transfer panas : 2.526,75 ft²

Jumlah tube : 23 buah

Jumlah : 1

Harga : \$ 2.576.565

21. Kompresor (CU-01)

Tugas : Menyediakan udara tekan untuk keperluan alat instrumentasi dan kontrol sebanyak 46,73 m³/jam.

Jenis : *Centrifugal compressor*

Kebutuhan udara tekan : 46,73 m³/jam

Power motor : 5 Hp

Jumlah : 1

Harga : \$ 8.922

22. Generator (GU)

Tugas	: Membangkitkan listrik untuk keperluan proses, utilitas dan umum sebanyak 385,05 kW.
Jenis	: <i>Generator Diesel</i>
Power	: 350 kW
Jumlah	: 1
Harga	: \$ 48.432

23. Tangki Dowtherm A (TU-12)

Tugas	: Menampung Dowtherm A sebelum digunakan pada reaktor
Jenis	: Tangki silinder tegak
Kapasitas	: 373,94 m ³
Dimensi	: D = 6,82 m T = 10,23 m
Harga	: \$ 46.385

24. Tangki penampung dowtherm A sementara (TU-13)

Tugas	: Menampung dowtherm A sementara dari alat proses sebelum disirkulasi menuju CL-04 untuk didinginkan
Jenis	: Tangki silinder tegak
Kapasitas	: 330,86 m ³
Dimensi	: D = 6,55 m T = 9,82 m
Harga	: \$ 42.615

25. Cooler-04 (Unit Dowtherm A)

Tugas	: Menurunkan suhu dowtherm dari 549 ⁰ C menjadi 100 ⁰ C sebelum disirkulasikan lagi menuju alat proses.
Tipe	: <i>Double pipe heat exchanger</i>
Bahan	: Carbon Steel SA 283 Grade C
Luas transfer panas	: 0,0112 ft ²
Dirt Factor (Rd)	: 0,0030 jam ft ² °F/Btu
Harga	: \$ 3.827

26. Pompa Utilitas (PU-01)

Tugas	: Mengalirkan air sungai menuju bak pengendap awal (BU-01) sebanyak 56.203,17 kg/jam.
Jenis	: <i>Centrifuge Pump</i>
Jumlah	: 1 buah
Kecepatan Volumetrik:	348,30 gpm
Power Motor	: 1,99 Hp
Harga total	: \$ 17.366

27. Pompa Utilitas (PU-02)

Tugas	: Mengalirkan air dari bak pengendap awal (BU-01) menuju bak flokulator (BU-02) sebanyak 56.203,17kg/jam.
Jenis	: <i>Centrifuge Pump</i>
Jumlah	: 1 buah

Kecepatan Volumetrik: 348,30 gpm

Power Motor : 2,00 Hp

Harga total : \$ 17.366

28. Pompa Utilitas (PU-03)

Tugas : Mengalirkan alum dari tangki tawas (TU-01) menuju flokulator (BU-02) sebanyak 0,24 kg/jam.

Jenis : *Centrifuge Pump*

Jumlah : 1 buah

Kecepatan Volumetrik: 0,0009 gpm

Power Motor : 0,00006 Hp

Harga total : \$ 6.284

29. Pompa Utilitas (PU-04)

Tugas : Mengalirkan air dari bak flokulator (BU-02) menuju clarifier (CL) sebanyak 56.203,17 kg/jam.

Jenis : *Centrifuge Pump*

Jumlah : 1 buah

Kecepatan Volumetrik: 348,30 gpm

Power Motor : 2,41 Hp

Harga total : \$ 17.366

30. Pompa Utilitas (PU-05)

Tugas : Mengalirkan air dari clarifier (CL) menuju bak saringan pasir (BU-03) sebanyak 56.203,17 kg/jam.

Jenis : *Centrifuge Pump*

Jumlah : 1 buah
Kecepatan Volumetrik: 348,30 gpm
Power Motor : 2,83 Hp
Harga total : \$ 17.366

31. Pompa Utilitas (PU-06)

Tugas : Mengalirkan air dari bak saringan pasir (BU-03) menuju bak penampung air bersih (BU-04) sebanyak 56.203,17 kg/jam.

Jenis : *Centrifuge Pump*

Jumlah : 1 buah
Kecepatan Volumetrik: 348,30 gpm
Power Motor : 3,31 Hp
Harga total : \$ 17.366

32. Pompa Utilitas (PU-07)

Tugas : Mengalirkan air dari bak penampung air bersih (BU-04) menuju tangki klorinasi (TU-02) sebanyak 1.645,00 kg/jam.

Jenis : *Centrifuge Pump*

Jumlah : 1 buah
Kecepatan Volumetrik: 10,19 gpm
Power Motor : 0,68 Hp
Harga total : \$ 6.284

33. Pompa Utilitas (PU-08)

Tugas : Mengalirkan kaporit dari Tangki larutan kaporit (TU-03) menuju tangki klorinasi (TU-02) sebanyak 0,01 kg/jam.

Jenis : *Centrifuge Pump*

Jumlah : 1 buah

Kecepatan Volumetrik: 0,000048 gpm

Power Motor : 0,0000091 Hp

Harga total : \$ 6.284

34. Pompa Utilitas (PU-09)

Tugas : Mengalirkan air dari tangki klorinasi (TU-02) menuju tangki penampung Air kantor dan Rumah tangga (TU-04) sebanyak 1.645,00 kg/jam.

Jenis : *Centrifuge Pump*

Jumlah : 1 buah

Kecepatan Volumetrik: 10,19 gpm

Power Motor : 0,59 Hp

Harga total : \$ 6.284

35. Pompa Utilitas (PU-10)

Tugas : Mengalirkan air dari bak penampung air bersih (BU-04) menuju Bak penampung Air Pendingin (BU-05) sebanyak 23.310,31 kg/jam.

Jenis : *Centrifuge Pump*

Jumlah : 1 buah

Kecepatan Volumetrik: 144,46 gpm

Power Motor : 1,82 Hp

Harga total : \$ 13.139

36. Pompa Utilitas (PU-11)

Tugas : Mengalirkan air dari Bak penampung Air Pendingin (BU-05) menuju proses pendinginan sebanyak 23.310,31 kg/jam.

Jenis : *Centrifuge Pump*

Jumlah : 1 buah

Kecepatan Volumetrik: 144,46 gpm

Power Motor : 1,97 Hp

Harga total : \$ 13.139

37. Pompa Utilitas (PU-12)

Tugas : Mengalirkan air dari proses pendinginan menuju *cooling tower* sebanyak 23.310,31 kg/jam.

Jenis : *Centrifuge Pump*

Jumlah : 1 buah

Kecepatan Volumetrik: 147,13 gpm

Power Motor : 1,97 Hp

Harga total : \$ 13.139

38. Pompa Utilitas (PU-13)

Tugas : Mengalirkan air dari *cooling tower* untuk dimanfaatkan kembali sebagai pendingin sebanyak 23.310,31 kg/jam.

Jenis : *Centrifuge Pump*

Jumlah : 1 buah

Kecepatan Volumetrik: 144,46 gpm

Power Motor : 2,37 Hp

Harga total : \$ 13.139

39. Pompa Utilitas (PU-14)

Tugas : Mengalirkan air dari bak penampung air bersih (BU-04) menuju *Mixed Bed* (TU-05) sebanyak 31.247,86 kg/jam.

Jenis : *Centrifuge Pump*

Jumlah : 1 buah

Kecepatan Volumetrik: 193,65 gpm

Power Motor : 1,87 Hp

Harga total : \$ 17.366

40. Pompa Utilitas (PU-15)

Tugas : Mengalirkan air dari *mixed bed* (TU-05) menuju tangki dearator (TU-06) sebanyak 31.247,86kg/jam.

Jenis : *Centrifuge Pump*

Jumlah : 1 buah
Kecepatan Volumetrik: 193,65 gpm
Power Motor : 1,84 Hp
Harga total : \$ 17.366

41. Pompa Utilitas (PU-16)

Tugas : Mengalirkan larutan N_2H_4 dari Tangki penampung N_2H_4 (TU-07) menuju tangki dearator (TU-06) sebanyak 0,94 kg/jam.

Jenis : *Centrifuge Pump*

Jumlah : 1 buah
Kecepatan Volumetrik: 0,01 gpm
Power Motor : 0,00045 Hp
Harga total : \$ 17.366

42. Pompa Utilitas (PU-17)

Tugas : Mengalirkan air dari tangki dearator (TU-06) menuju Tangki umpan *boiler* (TU-10) sebanyak 31.247,86 kg/jam.

Jenis : *Centrifuge Pump*

Jumlah : 1 buah
Kecepatan Volumetrik: 193,65 gpm
Power Motor : 1,89 Hp
Harga total : \$ 6.284

43. Pompa Utilitas (PU-18)

Tugas : Mengalirkan air dari Tangki umpan *boiler* (TU-10) menuju boiler sebanyak 31.247,86 kg/jam.

Jenis : *Centrifuge Pump*

Jumlah : 1 buah

Kecepatan Volumetrik: 193,65 gpm

Power Motor : 2,12 Hp

Harga total : \$ 17.366

44. Pompa Utilitas (PU-19)

Tugas : Mengalirkan larutan NaCl dari Tangki larutan NaCl (TU-08) menuju *Mixed bed* (TU-05) sebanyak 219,40 kg/jam.

Jenis : *Centrifuge Pump*

Jumlah : 1 buah

Kecepatan Volumetrik: 0,72 gpm

Power Motor : 0,20 Hp

Harga total : \$ 9.711

45. Pompa Utilitas (PU-20)

Tugas : Mengalirkan larutan NaOH dari Tangki pelarut NaOH (TU-09) menuju *mixed bed* (TU-05) sebanyak 60,94 kg/jam.

Jenis : *Centrifuge Pump*
 Jumlah : 1 buah
 Kecepatan Volumetrik: 0,20 gpm
 Power Motor : 0,05 Hp
 Harga total : \$ 6.284

46. Pompa Utilitas (PU-21)

Tugas : Mengalirkan Dowtherm A dari Tangki Penyimpanan Dowtherm A (TU-11) menuju proses pendinginan sebanyak 170.366,23 kg/jam.

Jenis : *Centrifuge Pump*
 Jumlah : 1 buah
 Kecepatan Volumetrik: 1.077,68 gpm
 Power Motor : 8.82 Hp
 Harga total : \$ 19.308

47. Pompa Utilitas (PU-22)

Tugas : Mengalirkan Dowtherm A dari proses pendinginan menuju Tangki penampung dowtherm A sementara (TU-12) sebanyak 170.366,23 kg/jam.

Jenis : *Centrifuge Pump*
 Jumlah : 1 buah
 Kecepatan Volumetrik: 1.907,04 gpm
 Power Motor : 6,45 Hp
 Harga total : \$ 19.308

48. Pompa Utilitas (PU-23)

Tugas : Mengalirkan Dowtherm A dari Tangki penampung dowtherm A sementara (TU-12) menuju cooler sebanyak 170.366,23 kg/jam.

Jenis : *Centrifuge Pump*

Jumlah : 1 buah

Kecepatan Volumetrik: 1.907,04 gpm

Power Motor : 6,32 Hp

Harga total : \$ 19.308

49. Pompa Utilitas (PU-24)

Tugas : Mengalirkan Dowtherm A dari cooler menuju proses pendinginan sebanyak 170.366,23 kg/jam.

Jenis : *Centrifuge Pump*

Jumlah : 1 buah

Kecepatan Volumetrik: 1.077,68 gpm

Power Motor : 9,04 Hp

Harga total : \$ 19.308

4.6 Organisasi Perusahaan**4.6.1 Bentuk Organisasi Perusahaan**

Pabrik etanol 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 berskala 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 didasarkan atas beberapa faktor sebagai berikut :

- a) Mudah untuk 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) Para pemegang saham dapat memilih orang yang ahli sebagai dewan komisaris dan direktur yang cukup cakap dan berpengalaman.
- e) Bentuk usaha ini 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.

4.6.2 Struktur Organisasi Perusahaan

Untuk menjalankan segala aktivitas di dalam perusahaan 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.

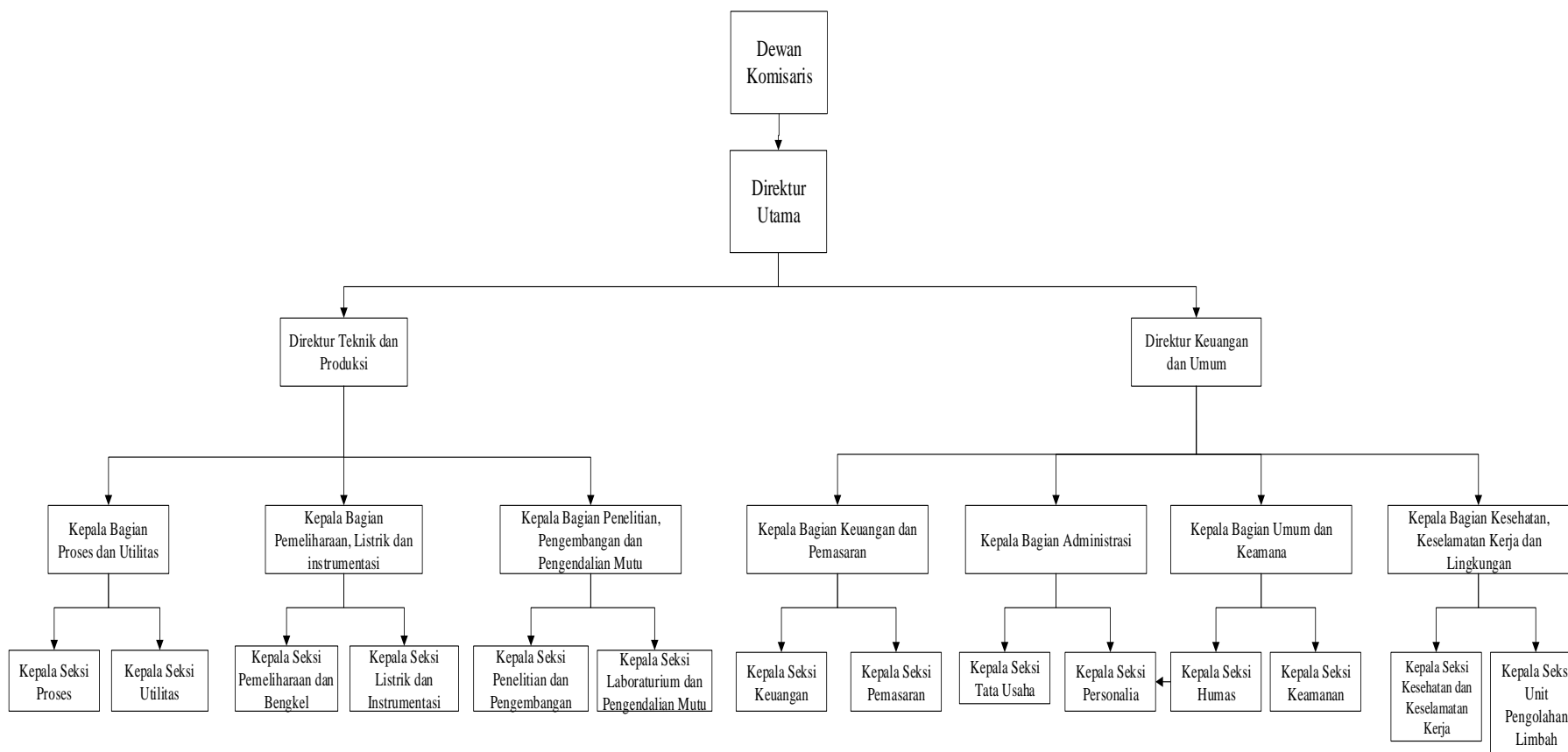
Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan, dalam pelaksanaan tugas sehari-harinya diwakili oleh seorang Dewan Komisaris, sedangkan tugas menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh seorang Direktur Utama yang dibantu oleh Direktur Teknik dan Produksi serta Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum. Dimana 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 etanol dari ethylene dan air dengan kapasitas 40.000 ton/tahun.



Gambar 4. 6 Struktur organisasi pabrik

4.6.3 Tugas dan Wewenang

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.

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.

3. Direktur Utama

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.

4. 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.
5. 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.
6. 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. 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.

5. Kepala Bagian

a. Kepala Bagian Produksi

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

1. Seksi Proses

Tugas Seksi Proses meliputi: Menjalankan tindakan seperlunya pada peralatan produksi yang mengalami kerusakan, sebelum diperbaiki oleh seksi yang berwenang dan mengawasi jalannya proses produksi.

2. Seksi Pengendalian

Tugas Seksi Pengendalian meliputi: Menangani hal-hal yang dapat mengancam keselamatan pekerja dan mengurangi potensi bahaya yang ada.

3. Seksi Laboratorium

Tugas Seksi Laboratorium meliputi: Mengawasi dan menganalisa mutu bahan baku dan bahan pembantu, mengawasi dan menganalisa produk dan mengawasi kualitas buangan pabrik.

b. Kepala Bagian Teknik

Tugas Kepala Bagian Teknik antara lain: Bertanggung jawab kepada Direktur Teknik dan Produksi dalam bidang utilitas dan pemeliharaan dan mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya. Kepala Bagian Teknik membawahi:

1. Seksi Pemeliharaan

Tugas Seksi Pemeliharaan antara lain: Melaksanakan pemeliharaan fasilitas gedung dan peralatan *table* pabrik dan memperbaiki kerusakan peralatan pabrik .

2. Seksi Utilitas

Tugas Seksi Utilitas antara lain: Melaksanakan dan mengatur sarana utilitas memenuhi kebutuhan proses, air, *steam*, dan tenaga listrik.

c. Kepala Bagian Pembelian dan Pemasaran

Tugas Kepala Bagian Pembelian dan Pemasaran antara lain: Bertanggung jawab kepada Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum dalam bidang

pengadaan bahan baku dan pemasaran hasil produksi dan mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya. Kepala bagian pembelian dan pemasaran membawahi:

1. Seksi Pembelian

Tugas Seksi Pembelian antara lain: Melaksanakan pembelian barang dan peralatan yang dibutuhkan perusahaan serta mengetahui harga pemasaran dan mutu bahan baku serta mengatur keluar masuknya bahan dan alat dari gudang.

2. Seksi Pemasaran

Tugas Seksi Pemasaran antara lain: Merencanakan strategi penjualan hasil produksi dan mengatur distribusi barang dari gudang.

d. Kepala Bagian Administrasi, Keuangan dan Umum

Tugas Kepala Bagian Administrasi, Keuangan dan Umum antara lain: Bertanggung jawab kepada Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum dalam bidang administrasi dan keuangan, personalia dan humas, serta keamanan dan mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya. Kepala bagian administrasi, keuangan dan umum membawahi:

1. Seksi Administrasi dan Keuangan

Tugas Seksi Administrasi dan Keuangan antara lain: Menyelenggarakan pencatatan hutang piutang, administrasi persediaan kantor dan pembukuan serta masalah pajak.

2. Seksi Personalia

Tugas Seksi Personalia antara lain: Membina tenaga kerja dan menciptakan suasana kerja yang sebaik mungkin antara pekerja dan pekerjaannya serta lingkungannya supaya tidak terjadi pemborosan waktu dan biaya, mengusahakan disiplin kerja yang tinggi dalam menciptakan kondisi kerja yang dinamis dan melaksanakan hal-hal yang berhubungan dengan kesejahteraan karyawan.

3. Seksi Humas

Tugas Seksi Humas antara lain: Mengatur hubungan antara perusahaan dengan masyarakat di luar lingkungan perusahaan.

4. Seksi Keamanan

Tugas Seksi Keamanan antara lain: Menjaga semua bangunan pabrik dan fasilitas yang ada di perusahaan, mengawasi keluar masuknya orang-orang baik karyawan maupun bukan ke dalam lingkungan perusahaan dan menjaga serta memelihara kerahasiaan yang berhubungan dengan intern perusahaan.

e. Kepala Bagian Penelitian dan Pengembangan

Tugas Kepala Bagian Penelitian dan Pengembangan antara lain: Bertanggung jawab kepada Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum dalam bidang penelitian dan pengembangan produksi dan mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya. Kepala Bagian Penelitian dan Pengembangan membawahi:

a Seksi Penelitian

b Seksi Pengembangan.

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.

4.6.4 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.

4.6.5 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 :

a. 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 – 16.00
	Sabtu	: jam 07:00 – 12:00
Jam istirahat	: Senin – Kamis	: jam 12.00 – 13.00
	Jumat	: jam 11.00 – 13.00

b. Karyawan *Shift*

Karyawan *shift* adalah karyawan yang langsung menangani proses produksi atau mengatur bagian-bagian tertentu dari pabrik 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 :

- a. *Shift* pagi : jam 07.00 – 15.00
- b. *Shift* siang : jam 15.00 – 23.00
- c. *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. 13 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.

4.6.6 Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji

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 SMA. Perinciannya sebagai berikut :

Tabel 4. 14 Jabatan dan jenjang pendidikan

No.	Jabatan	Jenjang pendidikan
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

No.	Jabatan	Jenjang pendidikan
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 Bagian Personalia dan Humas	Sarjana Sosial
11	Kepala Seksi Keamanan	Sarjana Hukum
12	Kepala Seksi Pembelian dan Pemasaran	Sarjana Teknik Industri/Ekonomi
13	Kepala Seksi Administrasi dan Keuangan	Sarjana Teknik Industri/Ekonomi
14	Kepala Seksi Proses	Sarjana Teknik Kimia
15	Kepala Seksi Pengendalian Lingkungan	Sarjana Teknik Lingkungan
16	Kepala Seksi Laboratorium	Sarjana Teknik Kimia
17	Kepala Seksi Utilitas dan Pemeliharaan	Sarjana Teknik Kimia/ Mesin / Sarjana Teknik Elektro
18	Kepala Seksi Penelitian dan Pengembangan	Sarjana Teknik Kimia
19	Kepala Seksi Bengkel	Sarjana Teknik Mesin
20	Kepala Regu Proses	Sarjana Teknik Kimia
21	Operator Proses	Ahli Madya Teknik Kimia
22	Kepala Regu Teknik	Sarjana Teknik Kimia
23	Operator Teknik	Ahli Madya Teknik Kimia
24	Kepala Regu Utilitas	Sarjana Teknik Kimia
25	Operator Utilitas	Ahli Madya Teknik Kimia
26	Kepala Regu Bengkel	Ahli Madya Teknik Mesin
27	Operator Bengkel	SMK/SLTA/Sederajat
28	Karyawan Pembelian dan Pemasaran	Ahli Madya Teknik Industri / Ekonomi

No.	Jabatan	Jenjang pendidikan
29	Karyawan Administrasi dan Keuangan	Ahli Madya Ekonomi
30	Karyawan Penelitian dan Pengembangan	Ahli Madya Teknik Kimia
31	Karyawan Personalia dan Humas	Ahli Madya Sosial
32	Karyawan Keamanan	SMK/SLTA/Sederajat
33	Karyawan Proses	Ahli Madya Teknik Kimia
34	Karyawan Pengendalian	Ahli Madya Teknik Kimia
35	Karyawan Laboratorium	Ahli Madya Teknik Kimia
36	Karyawan Utilitas dan Pemeliharaan	Ahli Madya Teknik Kimia
37	Sekretaris	Ahli Madya Sekretaris
38	Medis	Dokter
39	Paramedis	Sarjana Keperawatan
40	Sopir	SMK/SLTA/Sederajat
41	<i>Cleaning Service</i>	SMK/SLTA/Sederajat

2. Jumlah Karyawan

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

Tabel 4. 15 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	2
5	Kepala Bagian Produksi	1
6	Kepala Bagian Teknik	1

No	Jabatan	Jumlah
7	Kepala Bagian Pembelian dan Pemasaran	1
8	Kepala Bagian Administrasi, Keuangan dan Umum	1
9	Kepala Bagian Penelitian dan Pengembangan	1
10	Kepala Bagian 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 Lingkungan	1
16	Kepala Seksi Laboratorium	1
17	Kepala Seksi Utilitas dan Pemeliharaan	1
18	Kepala Seksi Penelitian dan Pengembangan	1
19	Kepala Seksi Bengkel	1
20	Kepala Regu Proses	4
21	Operator Proses	10
22	Kepala Regu Teknik	4
23	Operator Teknik	8
24	Kepala Regu Utilitas	4
25	Operator Utilitas	8
26	Kepala Regu Bengkel	2
27	Operator Bengkel	6
28	Karyawan Pembelian dan Pemasaran	4
29	Karyawan Administrasi dan Keuangan	3
30	Karyawan Penelitian dan Pengembangan	4
31	Karyawan Personalia dan Humas	3
32	Karyawan Keamanan	7
33	Karyawan Proses	8
34	Karyawan Pengendalian	5
35	Karyawan Laboratorium	5

No	Jabatan	Jumlah
36	Karyawan Utilitas dan Pemeliharaan	8
37	Sekretaris	3
38	Medis	2
39	Paramedis	4
40	Sopir	7
41	<i>Cleaning Service</i>	6
Jumlah		135

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 bekerja melebihi jam kerja yang telah ditetapkan dan besarnya sesuai dengan peraturan perusahaan.

Tabel 4. 16 Penggolongan gaji menurut jabatan

Jabatan	Jumlah	Gaji per Bulan (Rp)	Total Gaji (Rp)
Direktur Utama	1	40.000.000	40.000.000
Direktur Teknik dan Produksi	1	30.000.000	30.000.000
Direktur Administrasi, Keuangan	1	30.000.000	30.000.000

Jabatan	Jumlah	Gaji per Bulan (Rp)	Total Gaji (Rp)
dan Umum			
Staf Ahli	2	20.000.000	40.000.000
Kepala Bagian Produksi	1	20.000.000	20.000.000
Kepala Bagian Teknik	1	20.000.000	20.000.000
Kepala Bagian Pembelian dan Pemasaran	1	20.000.000	20.000.000
Kepala Bagian Administrasi, Keuangan dan Umum	1	20.000.000	20.000.000
Kepala Bagian Penelitian dan Pengembangan	1	20.000.000	20.000.000
Kepala Bagian Personalia dan Humas	1	20.000.000	20.000.000
Kepala Seksi Keamanan	1	15.000.000	15.000.000
Kepala Seksi Pembelian dan Pemasaran	1	15.000.000	15.000.000
Kepala Seksi Administrasi dan Keuangan	1	15.000.000	15.000.000
Kepala Seksi Proses	1	15.000.000	15.000.000
Kepala Seksi Pengendalian Lingkungan	1	15.000.000	15.000.000
Kepala Seksi Laboratorium	1	15.000.000	15.000.000
Kepala Seksi Utilitas dan Pemeliharaan	1	15.000.000	15.000.000
Kepala Seksi Penelitian dan Pengembangan	1	15.000.000	15.000.000
Kepala Seksi Bengkel	1	15.000.000	15.000.000
Kepala Regu Proses	4	10.000.000	40.000.000
Operator Proses	10	8.000.000	80.000.000

Jabatan	Jumlah	Gaji per Bulan (Rp)	Total Gaji (Rp)
Kepala Regu Teknik	4	10.000.000	40.000.000
Operator Teknik	8	8.000.000	64.000.000
Kepala Regu Utilitas	4	10.000.000	40.000.000
Operator Utilitas	8	8.000.000	80.000.000
Kepala Regu Bengkel	2	7.500.000	15.000.000
Operator Bengkel	6	5.500.000	33.000.000
Karyawan Pembelian dan Pemasaran	4	7.000.000	28.000.000
Karyawan Administrasi dan Keuangan	3	7.000.000	21.000.000
Karyawan Penelitian dan Pengembangan	4	7.000.000	28.000.000
Karyawan Personalia dan Humas	3	7.000.000	21.000.000
Karyawan Keamanan	7	4.000.000	28.000.000
Karyawan Proses	8	7.000.000	56.000.000
Karyawan Pengendalian	5	7.000.000	35.000.000
Karyawan Laboratorium	5	7.000.000	35.000.000
Karyawan Utilitas dan Pemeliharaan	8	7.000.000	56.000.000
Sekretaris	3	7.000.000	21.000.000
Medis	2	7.250.000	14.500.000
Paramedis	4	5.000.000	20.000.000
Sopir	7	3.700.000	25.900.000
<i>Cleaning Service</i>	6	3.500.000	21.000.000
Total	135		1.181.400.000

4.6.7 Kesejahteraan Sosial Karyawan

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

a. Tunjangan

1. Tunjangan yang berupa gaji pokok yang diberikan berdasarkan golongan karyawan yang bersangkutan.
2. Tunjangan jabatan yang diberikan berdasarkan jabatan yang dipegang oleh karyawan.
3. Tunjangan lembur yang diberikan kepada karyawan yang bekerja di luar jam kerja berdasarkan jumlah jam kerja.

b. Cuti

1. Cuti tahunan diberikan kepada setiap karyawan selama 12 hari kerja dalam satu (1) tahun.
2. Cuti sakit diberikan kepada setiap karyawan yang menderita sakit berdasarkan keterangan dokter.

c. Pakaian Kerja

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

d. Pengobatan

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

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

e. 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:

1. Penyediaan mobil dan bus untuk transportasi antar jemput karyawan.
2. Kantin, untuk memenuhi kebutuhan makan karyawan terutama makan siang.
3. Sarana peribadatan seperti masjid.
4. Pakaian seragam kerja dan peralatan-peralatan keamanan seperti *safety helmet*, *safety shoes* dan kacamata, serta tersedia pula alat-alat keamanan lain seperti *masker*, *ear plug*, sarung tangan tahan api.
5. Fasilitas kesehatan seperti tersedianya poliklinik yang dilengkapi dengan tenaga medis dan paramedis.

4.7 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*)

4.7.1 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.

Di dalam analisa ekonomi harga – harga alat maupun harga – harga lain diperhitungkan pada tahun analisa. Untuk mencari harga pada tahun analisa, maka dicari index pada tahun analisa. Harga indeks tahun 2019 diperkirakan secara garis besar dengan data indeks dari tahun 1987 sampai 2015, dicari dengan persamaan regresi linier.

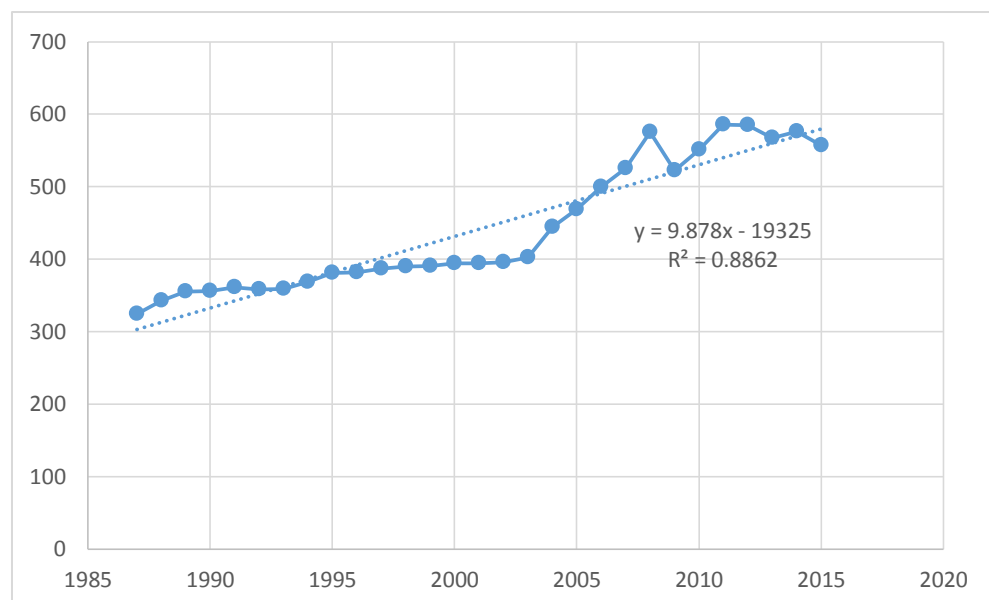
Tabel 4. 17 Harga indeks

X (Tahun)	Y (indeks)
1987	324
1988	343
1989	355
1990	356
1991	361,3
1992	358,2
1993	359,2
1994	368,1

X (Tahun)	Y (indeks)
1995	381,1
1996	381,7
1997	386,5
1998	389,5
1999	390,6
2000	394,1
2001	394,3
2002	395,6
2003	402
2004	444,2
2005	468,2
2006	499,6
2007	525,4
2008	575,4
2009	521,9
2010	550,8
2011	585,7
2012	584,6
2013	567,3
2014	576,1
2015	556,8

Sumber: (www.chemengonline.com/pci)

Berdasarkan data tersebut, maka dapat diperoleh nilai persamaan regresi linier dengan membuat grafik Tahun Vs Indeks, berikut adalah grafiknya:



Gambar 4. 7 Hubungan antara tahun dengan indeks

Maka persamaan yang diperoleh adalah $y = 9,878 x - 19.325$. Dengan menggunakan persamaan diperoleh harga indeks pada tahun perancangan, dalam hal ini pada tahun 2023 adalah 658,194.

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

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

Keterangan:

Ex : Harga pembelian pada tahun 2023

Ey : Harga pembelian pada tahun referensi (1955, 1990 dan 2014)

Nx : Index harga pada tahun 2023

Ny : Index harga pada tahun referensi (1955, 1990 dan 2014)

Berdasarkan rumus tersebut, maka didapatkan hasil perhitungan alat sebagai berikut:

Tabel 4. 18 Harga alat proses

Nama Alat	Kode Alat	Jumlah	Harga
Tangki Etilen	T-01	1	\$ 30.847
Tangki Etanol	T-02	1	\$ 353.032
Reaktor	R-01	1	\$ 26.792
Separator	SP-01	1	\$ 24.221

Nama Alat	Kode Alat	Jumlah	Harga
Menara Distilasi	MD-01	1	\$ 17.480
Condensor 1	CD-01	1	\$ 12.796
Condensor 2	CD-02	1	\$ 36.560
Reboiler	RB-01	1	\$ 30.619
Accumulator	ACC-01	1	\$ 3.999
Heater 1	HE-01	1	\$ 16.566
Heater 2	HE-02	1	\$ 15.081
Heater 3	HE-03	1	\$ 14.281
Cooler 1	CL-01	1	\$ 10.511
Cooler 2	CL-03	1	\$ 11.996
Cooler 3	CL-04	1	\$ 9.140
Pompa 1	P-01	1	\$ 2.513
Pompa 2	P-02	1	\$ 2.319
Pompa 3	P-03	1	\$ 2.285
Pompa 4	P-04	1	\$ 2.056
Pompa 5	P-05	1	\$ 1.828
Pompa 6	P-06	1	\$ 1.371
Expansion valve	EV-01	1	\$ 228
Kompresor 1	C-01	1	\$ 5.255
Kompresor 2	C-02	1	\$ 765
Total		26	\$ 632.545

Tabel 4. 19 Harga alat utilitas

Nama Alat	Kode Alat	Jumlah	Harga
Bak pengendap	BU-01	1	\$ 6.284
Bak flokulator	BU-02	1	\$ 17.709
Clarifier	CL	1	\$ 6.626
Bak saringan pasir	BU-03	1	\$ 3.999
Bak penampung air bersih	BU-04	1	\$ 2.856
Bak penampung air dingin	BU-05	1	\$ 2.285
Tangki tawas	TU-01	1	\$ 800
Tangki klorinasi	TU-02	1	\$ 1.714

Nama Alat	Kode Alat	Jumlah	Harga
Tangki larutan kaporit	TU-03	1	\$ 114
Tangki penampung air kantor dan rumah tangga	TU-04	1	\$ 14.281
Mixed bed	TU-05	1	\$ 27.991
Tangki deaerator	TU-06	1	\$ 23.421
Tangki larutan N ₂ H ₄	TU-07	1	\$ 9.254
Tangki larutan NaCl	TU-08	1	\$ 11.539
Tangki larutan NaOH	TU-09	1	\$ 54.269
Tangki umpan boiler	TU-10	1	\$ 37.588
Tangki penampung kondensat	TU-11	1	\$ 32.218
Generator	GU	1	\$ 48.432
Cooling tower	CT	1	\$ 862.587
Blower cooling tower	BWU-01	1	\$ 34.618
Boiler	BO	1	\$ 2.576.565
Kompresor	CU-01	1	\$ 8.922
Pompa 1	PU-01	1	\$ 17.366
Pompa 2	PU-02	1	\$ 17.366
Pompa 3	PU-03	1	\$ 6.284
Pompa 4	PU-04	1	\$ 17.366
Pompa 5	PU-05	1	\$ 17.366
Pompa 6	PU-06	1	\$ 17.366
Pompa 7	PU-07	1	\$ 6.284
Pompa 8	PU-08	1	\$ 6.284
Pompa 9	PU-09	1	\$ 6.284
Pompa 10	PU-10	1	\$ 13.139
Pompa 11	PU-11	1	\$ 13.139
Pompa 12	PU-12	1	\$ 13.139
Pompa 13	PU-13	1	\$ 13.139
Pompa 14	PU-14	1	\$ 17.366
Pompa 15	PU-15	1	\$ 17.366
Pompa 16	PU-16	1	\$ 17.366
Pompa 17	PU-17	1	\$ 6.284
Pompa 18	PU-18	1	\$ 17.366
Pompa 19	PU-19	1	\$ 9.711
Pompa 20	PU-20	1	\$ 6.284
Pompa 21	PU-21	1	\$ 19.308
Pompa 22	PU-22	1	\$ 19.308

Nama Alat	Kode Alat	Jumlah	Harga
Pompa 23	PU-23	1	\$ 19.308
Pompa 24	PU-24	1	\$ 19.308
Tangki dowtherm A	TU-12	1	\$ 46.385
Tangki dowtherm A sementara	TU-13	1	\$ 42.615
Cooler	CL-04	1	\$ 3.827
Total		33	\$ 4.210.396,8

4.7.2 Dasar Perhitungan

- Kapasitas produksi Etanol = 40.000 ton/tahun
- Satu tahun operasi = 330 hari
- Pabrik didirikan pada tahun = 2023
- Kurs mata uang = 1 US\$ = Rp 15.000,-
- Upah pekerja asing = \$ 20/manhour
- Upah pekerja Indonesia = Rp. 15.000/manhour
- 1 manhour asing = 2 manhour Indonesia
- 5 % tenaga asing = 95% tenaga Indonesia

4.7.3 Perhitungan Biaya

a. *Capital Investment*

Capital Investment adalah banyaknya pengeluaran–pengeluaran yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas–fasilitas pabrik dan untuk mengoperasikannya. *Capital investment* terdiri dari:

1. *Fixed Capital Investment*

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

2. *Working Capital Investment*

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

b. *Manufacturing Cost*

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

Menurut Aries & Newton,1955, *Manufacturing Cost* meliputi:

1. *Direct Cost*

Direct Cost adalah pengeluaran yang berkaitan langsung dengan pembuatan produk.

2. *Indirect Cost*

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

3. *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.

c. *General Expense*

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

4.7.4 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:

a. *Percent Return On Investment (ROI)*

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

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

b. *Pay Out Time (POT)*

Pay Out Time (POT) adalah:

1. Jumlah tahun yang telah berselang, sebelum didapatkan suatu penerimaan yang melebihi investasi awal atau jumlah tahun yang diperlukan untuk kembalinya *Capital Investment* dengan *profit* sebelum dikurangi depresiasi.
2. Waktu minimum teoritis yang dibutuhkan untuk pengembalian modal tetap yang ditanamkan atas dasar keuntungan setiap tahun ditambah dengan penyusutan.

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

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

c. Break Even Point (BEP)

Break Even Point (BEP) adalah:

1. Titik impas produksi yaitu suatu kondisi dimana pabrik tidak mendapatkan keuntungan maupun kerugian.
2. Titik yang menunjukkan pada tingkat berapa biaya dan penghasilan jumlahnya sama. Dengan BEP kita dapat menentukan harga jual dan jumlah unit yang dijual secara minimum dan berapa harga serta unit penjualan yang harus dicapai agar mendapat keuntungan.
3. Kapasitas produksi pada saat *sales* sama dengan *total cost*. Pabrik akan rugi jika beroperasi dibawah BEP dan akan untung jika beroperasi diatas BEP.

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

Keterangan:

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

d. Shut Down Point (SDP)

Shut Down Point (SDP) adalah:

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

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

e. *Discounted Cash Flow Rate Of Return (DCFR)*

Discounted Cash Flow Rate Of Return (DCFR) adalah:

1. Analisa yang dibuat dengan menggunakan nilai uang yang berubah terhadap waktu dan dirasakan atau investasi yang tidak kembali pada akhir tahun selama umur pabrik.
2. Laju bunga maksimal dimana suatu proyek dapat membayar pinjaman beserta bunganya kepada bank selama umur pabrik.

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

Persamaan untuk menentukan DCFR :

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

Keterangan:

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

Tabel 4. 20 *Physical Plant Cost*

No	<i>Type of Capital Investment</i>	Harga (Rp)		Harga (\$)
1	<i>Purchased Equipment cost</i>	Rp	72.851.338.875	\$ 4.856.756
2	<i>Delivered Equipment Cost</i>	Rp	18.212.834.719	\$ 1.214.189
3	Instalasi cost	Rp	16.376.980.979	\$ 1.091.799
4	Pemipaan	Rp	32.131.083.011	\$ 2.142.072
5	Instrumentasi	Rp	6.906.306.925	\$ 460.420
6	Insulasi	Rp	2.713.712.373	\$ 180.914
7	Listrik	Rp	7.285.133.888	\$ 485.676

8	Bangunan	Rp	21.388.500.000	\$	1.425.900
9	<i>Land & Yard Improvement</i>	Rp	88.802.000.000	\$	5.920.133
<i>Physical Plant Cost (PPC)</i>		Rp	266.667.890,770	\$	17.777.859

Tabel 4. 21 *Direct Plant Cost (DPC)*

No	<i>Type of Capital Investment</i>		Harga (Rp)		Harga (\$)
1	Teknik dan Konstruksi	Rp	53.333.578.154	\$	3.555.572
<i>Total (DPC + PPC)</i>		Rp	320.001.468.924	\$	21.333.431

Tabel 4. 22 *Fixed Capital Investment (FCI)*

No	<i>Type of Capital Investment</i>		Harga (Rp)		Harga (\$)
1	Total DPC + PPC	Rp	320.001.468.924	\$	21.333.431
2	Kontraktor	Rp	16.000.073.446	\$	1.066.672
3	Biaya tak terduga	Rp	32.000.146.892	\$	2.133.343
<i>Fixed Capital Investment (FCI)</i>		Rp	368.001.689.263	\$	24.533.446

Tabel 4. 23 *Direct Manufacturing Cost (DMC)*

No	<i>Type of Expense</i>		Harga (Rp)		Harga (\$)
1	<i>Raw Material</i>	Rp	764.848.105.799	\$	50.989.874
2	<i>Tenaga Kerja</i>	Rp	14.176.800.000	\$	945.120
3	<i>Supervision</i>	Rp	1.417.680.000	\$	94.512
4	<i>Maintenance</i>	Rp	7.360.033.785	\$	490.669
5	<i>Plant Supplies</i>	Rp	1.104.005.068	\$	73.600
6	<i>Royalty and Patents</i>	Rp	13.200.000.000	\$	880.000
7	<i>Utilities</i>	Rp	35.766.871.979	\$	2.384.458
<i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>		Rp	837.873.496.631	\$	55.858.233

Tabel 4. 24 *Indirect Manufacturing Cost (IMC)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Payroll Overhead</i>	Rp 2.126.520.000	\$ 141.768
2	<i>Laboratory</i>	Rp 2.835.360.000	\$ 189.024
3	<i>Plant Overhead</i>	Rp 7.088.400.000	\$ 472.560
4	<i>Packaging and Shipping</i>	Rp 66.000.000.000	\$ 4.400.000
<i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>		Rp 78.050.280.000	\$ 5.203.352

Tabel 4. 25 *Fixed Manufacturing Cost (FMC)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Depreciation</i>	Rp 36.800.168.926	\$ 2.453.345
2	<i>Property taxes</i>	Rp 7.360.033.785	\$ 490.669
3	<i>Insurance</i>	Rp 3.680.016.893	\$ 245.334
<i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>		Rp 47.840.219.604	\$ 3.189.348

Tabel 4. 26 *Manufacturing Cost (MC)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>	Rp 837.873.496.631	\$ 55.858.233
2	<i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>	Rp 78.050.280.000	\$ 5.203.352
3	<i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>	Rp 47.840.219.604	\$ 3.189.348
<i>Manufacturing Cost (MC)</i>		Rp 963.763.996.235	\$ 64.250.933

Tabel 4. 27 *Working Capital (WC)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Raw Material Inventory</i>	Rp 208.594.937.945	\$ 13.906.329
2	<i>In Process Inventory</i>	Rp 131.422.363.123	\$ 8.761.491
3	<i>Product Inventory</i>	Rp 262.844.726.246	\$ 17.522.982
4	<i>Extended Credit</i>	Rp 360.000.000.000	\$ 24.000.000
5	<i>Available Cash</i>	Rp 262.844.726.246	\$ 17.522.982
<i>Working Capital (WC)</i>		Rp 1.225.706.753.560	\$ 81.713.784

Tabel 4. 28 *General Expense (GE)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Administration</i>	Rp 28.912.919.887	\$ 1.927.528
2	<i>Sales expense</i>	Rp 77.101.119.699	\$ 5.140.075
3	<i>Research</i>	Rp 48.188.199.812	\$ 3.212.547
4	<i>Finance</i>	Rp 31.874.168.856	\$ 2.124.945
<i>General Expense (GE)</i>		Rp 186.076.408.254	\$ 12.405.094

Tabel 4. 29 *Total biaya produksi*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Manufacturing Cost (MC)</i>	Rp 963.763.996.235	\$ 64.250.933
2	<i>General Expense (GE)</i>	Rp 186.076.408.254	\$ 12.405.094
<i>Total Production Cost (TPC)</i>		Rp 1.149.840.404.489	\$ 76.656.027

Tabel 4. 30 *Fixed cost (Fa)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Depreciation</i>	Rp 36.800.168.926	\$ 2.453.345
2	<i>Property taxes</i>	Rp 7.360.033.785	\$ 490.669
3	<i>Insurance</i>	Rp 3.680.016.893	\$ 245.334
<i>Fixed Cost (Fa)</i>		Rp 47.840.219.604	\$ 3.189.348

Tabel 4. 31 *Variable cost (Va)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Raw material</i>	Rp 764.848.105.799	\$ 50.989.874
2	<i>Packaging & shipping</i>	Rp 66.000.000.000	\$ 4.400.000
3	<i>Utilities</i>	Rp 35.766.871.979	\$ 2.384.458
4	<i>Royalties and Patents</i>	Rp 13.200.000.000	\$ 880.000
<i>Variable Cost (Va)</i>		Rp 879.814.977.778	\$ 58.654.332

Tabel 4. 32 *Regulated cost (Ra)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Labor cost</i>	Rp 14.176.800.000	\$ 945.120

2	<i>Plant overhead</i>	Rp	7.088.400.000	\$	472.560
3	<i>Payroll overhead</i>	Rp	2.126.520.000	\$	141.768
4	<i>Supervision</i>	Rp	1.417.680.000	\$	94.512
5	<i>Laboratory</i>	Rp	2.835.360.000	\$	189.024
6	<i>Administration</i>	Rp	28.912.919.887	\$	1.927.528
7	<i>Finance</i>	Rp	31.874.168.856	\$	2.124.945
8	<i>Sales expense</i>	Rp	77.101.119.699	\$	5.140.075
9	<i>Research</i>	Rp	48.188.199.812	\$	3.212.547
10	<i>Maintenance</i>	Rp	7.360.033.785	\$	490.669
11	<i>Plant supplies</i>	Rp	1.104.005.068	\$	73.600
<i>Regulated Cost (Ra)</i>		Rp	222.185.207.107	\$	14.812.347

Hasil Kelayakan Ekonomi

1. *Percent Return On Investment (ROI)*

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

ROI sebelum pajak = 46,24 %

ROI sesudah pajak = 23,12 %

Syarat ROI sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan resiko tinggi minimum adalah 44 % (Aries and Newton, 1955).

2. *Pay Out Time (POT)*

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

POT sebelum pajak = 1,78 tahun

POT sesudah pajak = 3,02 tahun

Syarat POT sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan resiko tinggi maksimum adalah 2 tahun (Aries and Newton, 1955).

3. *Break Even Point (BEP)*

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

$$\text{BEP} = 40,22 \%$$

BEP untuk pabrik kimia pada umumnya adalah 40%–60%.

4. *Shut Down Point (SDP)*

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

$$\text{SDP} = 23,42 \%$$

SDP pabrik kimia umumnya adalah 20% - 30%.

5. *Discounted Cash Flow Rate (DCFR)*

Umur pabrik = 10 tahun

Fixed Capital Investment = Rp 368.001.689.263

Working Capital = Rp 1.225.706.753.560

Salvage Value (SV) = Rp 36.800.168.926

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

CF = Rp 153.754.135.538

Discounted cash flow dihitung secara *trial & error*

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

$$R = S$$

Dengan *trial & error* diperoleh nilai $i = 0,0961$

DCFR = 9,61 %

Minimum nilai DCFR : 1,5 x suku bunga acuan bank
: 5,25 %

Kesimpulan : Memenuhi syarat
: 1,5 x 5,25 % = 7,88 %

(Didasarkan pada suku bunga acuan di bank saat ini adalah 5,25 %, berlaku mulai 30 juni 2018).

Hasil Analisa Keuntungan

- Keuntungan sebelum pajak

Total penjualan = Rp 1.320.000.000.000

Total biaya produksi = Rp 1.149.840.404.489

Keuntungan = Rp 170.159.595.511

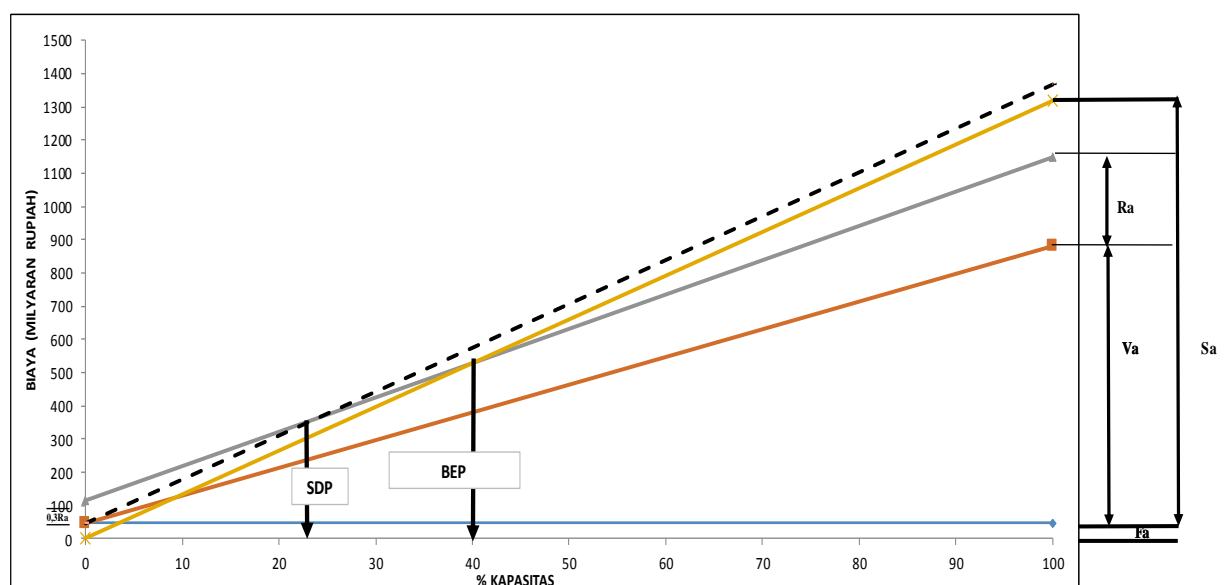
- Keuntungan setelah pajak

Pajak Pendapatan = 50 %

= 50 % x Rp 170.159.595.511

Keuntungan = Rp 85.079.797.755 Berikut

grafik analisis kelayakan untuk pabrik Ethanol dari Etilen dan Air dengan



kapasitas 40.000 ton/tahun

Gambar 4. 8 Hubungan antara kapasitas dengan biaya

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Pabrik etanol dari etilen dan air dengan kapasitas 40.000 ton/tahun dibangun untuk memenuhi kebutuhan etanol dalam negeri dan diharapkan mampu mengurangi nilai impor terhadap etanol, terlebih jika mampu menambah devisa negara dengan mengekspor etanol ini sendiri.
2. Pabrik akan didirikan di Cilegon, Banten dengan pertimbangan mudah untuk mendapatkan bahan baku, tenaga kerja, izin untuk mendirikan pabrik karena berada dikawasan industri yang dianjurkan pemerintah dan mempunyai kemudahan akses dalam pemasaran produknya.
3. Pabrik etanol dari etilen dan air dengan kapasitas 40.000 ton/tahun, dapat digolongkan sebagai pabrik beresiko tinggi karena:
 - 1) Berdasarkan kondisi operasi dan sifat bahan baku dan produk yang mudah terbakar, maka pabrik etanol dari etilen dan air ini tergolong pabrik beresiko tinggi.
 - 2) Berdasarkan hasil analisis ekonomi adalah sebagai berikut:
 - a. Keuntungan yang diperoleh:

Keuntungan sebelum pajak Rp 170.159.595.511/tahun, dan keuntungan setelah pajak (50%) sebesar Rp 85.079.797.755 /tahun.
 - b. *Return On Investment* (ROI):

Presentase ROI sebelum pajak sebesar 46,24 %, dan ROI setelah pajak sebesar 23,12 %. Syarat ROI sebelum pajak untuk pabrik

kimia dengan resiko tinggi minimum adalah 44 % (Aries and Newton, 1955).

c. *Pay Out Time* (POT):

POT sebelum pajak selama 1,78 tahun dan POT setelah pajak selama 3,02 tahun. Syarat POT sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan resiko tinggi maksimum adalah 2 tahun (Aries and Newton, 1955).

d. *Break Event Point* (BEP) pada 40,22 %, dan *Shut Down Point* (SDP) pada 23,42 %. BEP untuk pabrik kimia pada umumnya adalah 40–60% dan SDP pabrik kimia umumnya adalah 20% - 30%.

e. *Discounted Cash Flow Rate* (DCFR) sebesar 9,61 %. Suku bunga pinjaman di bank saat ini adalah 5,25 % (suku bunga acuan Bank Indonesia 30 Juni 2018). Syarat minimum DCFR adalah di atas suku bunga pinjaman bank yaitu sekitar 1,5 x suku bunga pinjaman bank ($1,5 \times 5,25 \% = 7,88 \%$).

Dari hasil analisis ekonomi di atas dapat disimpulkan bahwa pabrik etanol dari etilen dan air dengan kapasitas 40.000 ton/tahun ini layak dan menarik untuk dikaji lebih lanjut.

5.2 Saran

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

1. Optimasi pemilihan seperti alat proses atau alat penunjang dan bahan baku perlu diperhatikan sehingga akan lebih mengoptimalkan keuntungan yang diperoleh.
2. Perancangan pabrik kimia tidak lepas dari produksi limbah, sehingga diharapkan berkembangnya pabrik - pabrik kimia yang lebih ramah lingkungan.
3. Pemenuhan bahan baku didapatkan dari produk pabrik lain sehingga pemenuhan bahan baku tergantung pada produksi pabrik tersebut jadi diperlukan adanya kontrak pembelian bahan baku pada kurun waktu tertentu agar kebutuhan bahan baku dapat terpenuhi selama pabrik berjalan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aries, R.S., and Newton, R.D. 1955. *Chemical Engineering Cost Estimation*. Mc Graw Hill Handbook Co., Inc. New York.
- Badan Pusat Statistik. 2018. Statistik Indonesia. *www.bps.go.id*. Diakses pada tanggal 20 Mei 2018 pukul 20.00 WIB.
- Brown, G.G. 1978. *Unit Operations*. John Wiley and Sons Inc. New York.
- Brownell, L.E., and Young, E.H. 1959. *Process Equipment Design*. John Wiley and Sons, Inc. New York.
- Coulson, J. M. and Richardson, J. F. 1983. *Chemical Engineering, 1st edition, Volume 6*. Pergason Press. Oxford.
- Geankopolis, C.J. 1983. *Transport Process and Unit Operation*, 2nd ed., Allyn and Bacon Inc. Boston.
- Halomoney. 2018. Suku Bunga Pinjaman Bank 2018 Indonesia. *www.halomoney.co.id*. Diakses pada tanggal 8 Oktober 2018 pukul 19.00 WIB.
- Kern, D.Q. 1950. *Process Heat Transfer*. Mc. Graw-Hill International Book Company Inc. New York.
- Kirk, R.E., and Othmer, D.F. 1983. *Encyclopedia of Chemical Technology*, 2nd ed. John Wiley and Sons, Inc. New York.
- Levenspiel, O. 1976. *Chemical Reaction Engineering*, 2nd Edition, John Wiley and Sons Inc. New York.

- Manfaat. 2013. Manfaat Etanol. *www.manfaat.co.id*. Diakses pada tanggal 25 Mei 2018 pukul 21.00 WIB.
- Matche. 2018. *equipment cost*. *www.matche.com*. Diakses pada tanggal 5 Oktober 2018 pukul 14.00 WIB.
- Mc Cabe, Smith, J.C., and Harriot. 1985. *Unit Operation of Chemical Engineering*, 4th ed., Mc Graw Hill Book Co., Inc. New York.
- Nugraheni, Agnes K., Zakaria, L.R., dan Hargono. 2013. Pembuatan Bioetanol Grade Bahan Bakar dari Bahan Baku Umbi Gadung melalui Proses Fermentasi dan Distilasi Hidrasi, *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*, Vol. 2, No. 3, Hal. 163–169. Universitas Diponegoro, Semarang.
- Perry, R. H., and Green, D. W. 2008. *Perry's Chemical Engineers*, 7th ed. McGraw Hill Companies Inc. USA.
- Peters, M.S., Timmerhaus, K.D., West, R.E. 2003. *Plant Design and Economics for Chemical Engineers*, 5th ed., Mc-Graw Hill. New York.
- Powell, S.P. 1954. *Water Conditioning for Industry*, Mc Graw Hill Book Co., Inc. New York.
- Smith, J.M., and Van Ness, H.C. 1975. *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics*, Mc Graw Hill Book co., Inc. New York.
- Treybal, R.E. 1984. *Mass Transfer Operation*, 3rd ed., McGraw Hill International Book Company. Japan.
- 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 Equipment Selection and Design*, Mc GrawHill Book Co. Tokyo.

Wignjosoebroto, Sritomo. 2009. *Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan*. Guna Widya. Surabaya.

Wikipedia. 2017. Etanol. www.wikipedia.org. Diakses pada tanggal 5 Juni 2018 pukul 13.00 WIB.

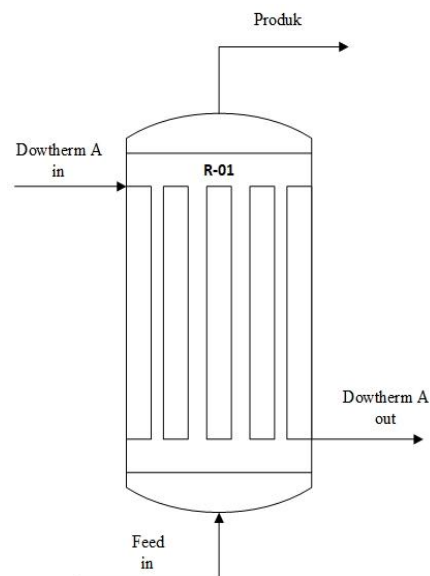
Yaws, C.L. 1999. *Thermodynamics and Physical Property Data*, Mc. Graw-Hill Book Co. New York.

LAMPIRAN A

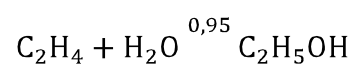
REAKTOR

REAKTOR

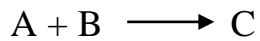
Jenis	: Reaktor <i>Fixed Bed Multitube</i>
Fungsi	: Tempat berlangsungnya reaksi antara etilen dan air menjadi etanol.
Kondisi Operasi	: Suhu = 273 °C
	Tekanan = 10 atm
	Reaksi = Eksotermis



Reaksi yang terjadi didalam reaktor:



Persamaan reaksi :



$$-r_A = k \cdot C_A \cdot C_B$$

1. Menentukan Jenis Reaktor

Dipilih reaktor fixed bed multitube dengan pertimbangan sebagai berikut:

- Zat pereaksi berupa fasa gas dengan katalis padat.
- Umur katalis panjang.
- Reaksi eksotermis sehingga diperlukan luas perpindahan panas yang besar agar kontak dengan pendingin berlangsung optimal.
- Tidak diperlukan pemisahan katalis dari gas keluaran reaktor.
- Pengendalian suhu relatif mudah karena menggunakan tipe shell and tube.

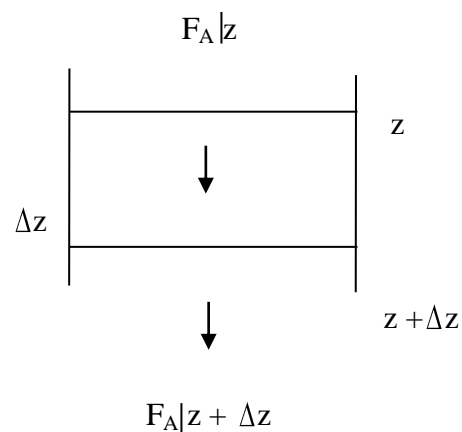
(Hill, hal 425-431)

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



Rate of Input – Rate of Output – Rate of Reaction = Rate of Accumulation

$$F_{A,z} - F_{A,z+\Delta z} - \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot \Delta z \cdot r_A = 0$$

$$\frac{F_{A,z+\Delta z} - F_{A,z}}{\Delta z} = -\pi \cdot \frac{D^2}{4} \cdot r_A$$

Jika diambil $\Delta z \rightarrow 0$, maka diperoleh

$$\frac{dF_A}{dz} = -\frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot r_A$$

$$\frac{dF_A}{dz} = -\frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot K \cdot C_A \cdot C_B$$

Karena diinginkan jawaban dalam x , T , z maka F_A , C_A dan C_B perlu dieliminasi.

Stoikiometri:

Konversi	A	B	C
$x = 0$	$0,34F_0$	$0,66F_0$	0
$x = x$	$0,34F_0 (1 - X_A)$	$0,66F_0 - 0,34F_0 \cdot X_A$	$0,34F_0 \cdot X_A$

Dari tabel dapat dilihat bahwa:

$$F_A = 0,34F_0 (1 - X_A)$$

Sehingga

$$dF_A = -0,34F_0 dx$$

Jika dianggap gas mengikuti sifat gas ideal maka berlaku persamaan:

$$P_A \cdot V = n_A \cdot R \cdot T$$

Maka diperoleh:

$$\begin{aligned} C_A &= \frac{n_A}{V} = \frac{P_A}{R \cdot T} \\ &= y_A \cdot \frac{P}{R \cdot T} \\ &= \frac{0,34 (1 - X_A)}{1 - 0,34 X_A} \cdot \frac{P}{R \cdot T} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C_B &= \frac{n_B}{V} = \frac{p_B}{R \cdot T} \\
 &= y_B \cdot \frac{P}{R \cdot T} \\
 &= \frac{0,66 - 0,34 \cdot X_A}{1 - 0,34 X_A} \cdot \frac{P}{R \cdot T}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C_C &= \frac{n_C}{V} = \frac{p_C}{R \cdot T} \\
 &= y_C \cdot \frac{P}{R \cdot T} \\
 &= \frac{0,34 \cdot X_A}{1 - 0,34 X_A} \cdot \frac{P}{R \cdot T}
 \end{aligned}$$

$$-0,34F_0 \cdot \frac{dx}{dz} = -\frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot K \cdot C_A \cdot C_B$$

$$-0,34F_0 \cdot \frac{dx}{dz} = -\frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot K \cdot \frac{0,34 \cdot 1 - X_A}{1 - 0,34 X_A} \cdot \frac{P}{R \cdot T} \cdot \frac{0,66 - 0,34 \cdot X_A}{1 - 0,34 X_A} \cdot \frac{P}{R \cdot T}$$

$$\frac{dx}{dz} = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot K \cdot P^2}{1,36 \cdot F_0 \cdot R^2 \cdot T^2} \cdot \frac{0,2244 - 0,34 \cdot X_A + 0,1156 \cdot X_A^2}{1 - 0,68 \cdot X_A + 0,1156 \cdot X_A^2}$$

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

D = diameter dalam pipa

K = konstanta kecepatan reaksi

P = tekanan operasi

R = tetapan gas ideal

T = suhu gas

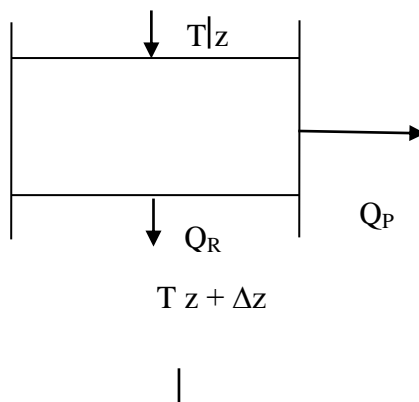
F₀ = jumlah total umpan reactor

X_A = konversi reaksi

Komposisi Dengan Perhitungan Kapasitas

Input	Massa, Kg/Jam	Output	Massa, Kg/Jam
C ₂ H ₄	3504,9966	C ₂ H ₄	174,6471
C ₂ H ₆	1,7534	C ₂ H ₆	1,7534
C ₂ H ₅ OH	0	C ₂ H ₅ OH	5468,9482
H ₂ O	4480,9690	H ₂ O	2342,3704

b. Neraca Panas Elemen Volume



Q_R = panas reaksi

Q_P = panas yang dibuang pada pendingin

Input - Output = Acc

$$F_i \cdot H_{fi} \Big|_z - F_i \cdot H_{fi} \Big|_{z+\Delta z} + U \cdot \pi \cdot D \cdot \Delta z \cdot T - T_s = 0$$

$$\frac{F_i \cdot H_{fi} \Big|_{z+\Delta z} - F_i \cdot H_{fi} \Big|_z}{\Delta z} = -U \cdot \pi \cdot D \cdot T - T_s$$

Jika diambil $\Delta z \rightarrow 0$, maka diperoleh:

$$\frac{d}{dz} F_i \cdot H_{fi} = -U \cdot \pi \cdot D \cdot T - T_s$$

$$F_i \cdot \frac{dH_{fi}}{dz} + H_{fi} \cdot \frac{dF_i}{dz} = -U \cdot \pi \cdot D \cdot T - T_s$$

$$F_i \cdot C_{pi} \cdot \frac{dT}{dz} + -H_{fA} \cdot \frac{dF_A}{dz} - H_{fB} \cdot \frac{dF_B}{dz} + H_{fC} \cdot \frac{dF_C}{dz} = -U \cdot \pi \cdot D \cdot T - T_s$$

$$F_i \cdot C_{pi} \cdot \frac{dT}{dz} + -H_{fA} \cdot 0,34 \cdot F_0 \frac{dx}{dz} - H_{fB} \cdot 0,34 \cdot F_0 \frac{dx}{dz} + H_{fC} \cdot 0,34 \cdot F_0 \frac{dx}{dz} \\ = -U \cdot \pi \cdot D \cdot T - T_s$$

$$F_i \cdot C_{pi} \cdot \frac{dT}{dz} + H_{fC} - H_{fA} - H_{fB} \cdot 0,34 \cdot F_0 \cdot \frac{dx}{dz} = -U \cdot \pi \cdot D \cdot T - T_s$$

$$F_i \cdot C_{pi} \cdot \frac{dT}{dz} + \Delta H_R \cdot 0,34 \cdot F_0 \cdot \frac{dx}{dz} = -U \cdot \pi \cdot D \cdot T - T_s$$

$$\frac{dT}{dz} = \frac{0,34 \cdot F_0 \cdot \Delta H_R \cdot \frac{dx}{dz} - U \cdot \pi \cdot D \cdot T - T_s}{F_0 \cdot 0,34 \cdot 1 - x_A \cdot C_{pA} - 0,66 - 0,34 \cdot x_A \cdot C_{pB} + 0,34 \cdot x_A \cdot C_{pC}}$$

Dimana:

$\frac{dT}{dz}$ = Perubahan Suhu persatuan panjang

ΔH_R = Panas Reaksi

U = Overall heat transfer coefficient

D = diameter dalam pipa

T = Suhu gas

T_s = Suhu pendingin

F_0 = jumlah total umpan reactor

X_A = konversi reaksi

C_p = kapasitas panas

c. Neraca Panas Untuk Pendingin

Pendingin yang dipakai adalah Dowtherm A yang stabil pada suhu 93,3 – 540 °C.

Komposisi Dowtherm A: - 73,5 % Diphenyl Oxyde
- 26,5 % Diphenyl

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

$$C_p = 0,11152 + 3,402 \cdot 10^{-4} T, \text{ cal / g.K}$$

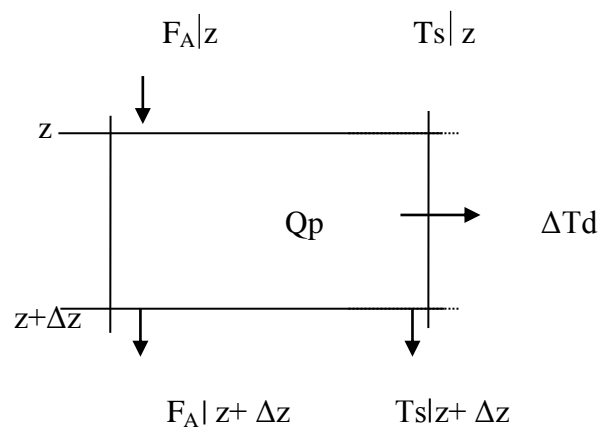
$$\rho = 1,4 - 1,0368 \cdot 10^{-3} T, \text{ gr / cm}^3$$

$$M = 35,5808 - 0,04212 T, \text{ gr / cm. Jam}$$

$$K = 0,84335 - 5,8076 \cdot 10^{-4}, \text{ cal/J. Cm.K}$$

Aliran pendingin dalam reaktor searah dengan aliran gas

Neraca Panas pada elemen volume.



$$m_p \cdot C_{pp} (T_s|_z - T_o) + Q_p - m_p C_{pp} (T_s|_{z+\Delta z} - T_o) = 0$$

$$m_p \cdot C_{pp} (T_s|_z - T_s|_{z+\Delta z}) = - Q_p$$

$$(T_s|_z - T_s|_{z+\Delta z}) = - \frac{U \cdot \pi \cdot D_o \cdot \Delta z \cdot (T - T_s)}{(m \cdot C_p)_p}$$

$$(T_s|_z - T_s|_{z+\Delta z}) / \Delta z = - \frac{U \cdot \pi \cdot D_o \cdot (T - T_s)}{(m \cdot C_p)_p}$$

$$-(T_s|_{z+\Delta z} - T_s|_z) / \Delta z = - \frac{U \cdot \pi \cdot D_o \cdot (T - T_s)}{(m \cdot C_p) p}$$

$$\frac{\Delta T_s}{\Delta Z} = \frac{U \cdot \pi \cdot D_o \cdot (T - T_s)}{(m \cdot C_p) p}$$

$$\lim \Delta Z \rightarrow 0$$

$$\frac{dT_s}{dZ} = \frac{U \cdot \pi \cdot D_o \cdot (T - T_s)}{(m \cdot C_p) p}$$

d. Penurunan Tekanan

$$\Delta P \frac{G_c}{L} \cdot \frac{\phi_s D_p \varepsilon^3}{\rho V_0^2 (1 - \varepsilon)} = \frac{150}{\phi_s D_p V_0} \frac{1 - \varepsilon}{\rho \mu} + 1,75$$

Dimana:

G_c = Kecepatan aliran massa gas dalam pipa

L = Panjang pipa

ρ = Densitas gas

D_p = Densitas partikel katalisator

ε = Porosity tumpukan katalisator

μ = Viskositas gas

V_0 = Umpan reaktor

3. Data – Data Sifat Fisis Bahan

a. Menentukan umpan Y_i masuk

Komponen	Bmi	Massa	Mol	Yi
	(kg/kmol)	(kg/jam)	(kmol/jam)	

Komponen	Bmi	Massa	Mol	Yi
	(kg/kmol)	(kg/jam)	(kmol/jam)	
C ₂ H ₄	28,054	3504,9966	124,9375	0,3343
C ₂ H ₆	30,070	1,7534	0,0583	0,0002
C ₂ H ₅ OH	46,069	0	0	0
H ₂ O	18,015	4480,9690	248,7354	0,6655
Total		7987,7190	373,7313	1,0000

b. Menentukan volume gas reaktor

$$PV = nRT$$

$$n = 373,7313 \text{ kmol/jam} = 103,8142 \text{ mol/dtk}$$

$$R = 82,05 \text{ atm.cm}^3/\text{mol.}^\circ\text{K}$$

$$P = 10 \text{ atm}$$

$$V = \frac{nRT}{P} = 465.080,5163 \text{ cm}^3/\text{dtk}$$

c. Menentukan densitas umpan

$$\rho = \frac{P \cdot BM}{RT} = \frac{10 \text{ atm} \cdot 21,3729 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}}{82,05 \text{ atm.} \frac{\text{cm}^3}{\text{mol. K}} \cdot 546 \text{ K} \cdot 1} = 0,0089 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$$

d. Menentukan viskositas umpan

Formula	A	B	C
C ₂ H ₄	-3,985	0,38726	-0,00011
C ₂ H ₆	0,514	0,33449	0,00007
C ₂ H ₅ OH	1,499	0,30741	-0,00004

H ₂ O	-36,826	0,42900	-0,00001
------------------	---------	---------	----------

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

(Chemical properties handbook, Mc Graw-hill Carl LYaws)

Komponen	Yi	μ gas	μ_{gas}	BM ^{0,5}
		(mikropoise)	(gr/s.cm)	
C ₂ H ₄	0,3343	2,0740E+02	0,00021	5,2966
C ₂ H ₆	0,0002	1,8318E+02	0,00018	5,4836
C ₂ H ₅ OH	0	1,6932E+02	0,00017	6,7874
H ₂ O	0,6655	1,9740E+02	0,00020	4,2444
Total	1,00		0,00076	

Komponen	Yi. μ i.BM ^{0,5}	Yi.BM ^{0,5}	μ_{gas} micropoise
C ₂ H ₄	0,0003672	1,7706	69,3326
C ₂ H ₆	0,0000002	0,0009	0,0286
C ₂ H ₅ OH	0,0000000	0,0000	0,0000
H ₂ O	0,0005576	2,8248	131,3783
Total	0,0009250	4,5963	200,7394

$$\mu_{gas} = 0,0000201 \text{ kg/ m.s}$$

$$= 0,0002012 \text{ g/ cm.s}$$

e. Menentukan kapasitas panas campuran gas

Formula	A	B	C	D	E
C ₂ H ₄	32,038	-0,01483	2,4774E-04	-2,3766E-07	6,8274E-11
C ₂ H ₆	28,15	0,04345	1,8946E-04	-1,9082E-07	5,3349E-11
C ₂ H ₅ OH	27,091	0,11055	1,0957E-04	-1,5046E-07	4,6601E-11
H ₂ O	33,933	-0,00842	2,9906E-05	-1,7825E-08	-3,6934E-12

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

(Chemical properties handbook, Mc Graw-hill Carl LYaws)

Komponen	Yi	BM (kg/kmol)	Cp joule/mol.K	Cp kjoule/kmol.K	Cp kjoule/kg.K	Cpi = yi.Cp kjoule/kg.K
C ₂ H ₄	0,3343	28,054	2,3940E+01	2,3940E+01	0,8534	0,2853
C ₂ H ₆	0,0002	30,07	5,1868E+01	5,1868E+01	1,7249	0,0003
C ₂ H ₅ OH	0,0000	46,069	8,7451E+01	8,7451E+01	1,8983	0,0000
H ₂ O	0,6655	18,015	2,9336E+01	2,9336E+01	1,0000	0,6655
Total	1,0000		1,9260E+02	1,9260E+02	5,4765	0,9511

Komponen	Fi (kg/jam)	Fi.Cpi (kj/jam.K)	Cp.yi (kj/kmol.K)
C ₂ H ₄	3504,9966	999,8971	8,0032
C ₂ H ₆	1,7534	0,0005	0,0081
C ₂ H ₅ OH	0	0	0
H ₂ O	4480,9690	2982,2923	19,5248
Total	7987,7190	3982,1899	27,5360

Cp campuran = 27,5360 kJ/kmol. K

f. Menentukan panas reaksi

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

$$\Delta H_R = \Delta H_{R298} + \int_{298}^T \Delta C_p \cdot dT$$

formula	A	B	C	D	E
C ₂ H ₄	32,038	-0,01483	0,00025	-2,38E-07	6,83E-11
C ₂ H ₅ OH	27,091	0,11055	0,00011	-1,50E-07	4,66E-11
H ₂ O	33,93	-0,00842	0,00003	-1,78E-08	-3,69E-12

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

Komponen	ΔH_f (kJ/mol)	ΔH_f (kJ/kmol)	ΔH (J/mol)	ΔH (kJ/kmol)
C ₂ H ₄	52,30	52300,00	6851,05	6851,05
C ₂ H ₅ OH	-234,81	-234810,00	1148,32	1148,32
H ₂ O	-240,56	-240560,00	8559,97	8559,97
Total			16559,34	16559,34

Dari data didapat:

$$\Delta H_{R298} = -287.110,00 \text{ kJ/kmol}$$

$$\Delta H_{R_{total}} = -301.372,69 \text{ kJ/kmol}$$

$$= -71.981,66 \text{ kkal/kmol}$$

g. Data sifat katalis (Asam Phosphat)

Jenis : H₃PO₄

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.

Dari table 11 Kern dipilih pipa dengan spesifikasi sebagai berikut:

Nominal pipe size = 3 in

Outside diameter = 3,55 in = 48,89 cm

Schedule number = 40

Inside diameter = 3,07 in = 7,79 cm

Flow area per pipe = 7,38 in²

Surface per in ft = 0,8605 ft²/ft

Aliran dalam pipa turbulen dipilih $N_{Re} = 4500$

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

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

Dalam hubungan ini:

$\mu_g = 0,0002012 \text{ g/cm}\cdot\text{det}$

$D_t = 7,7927 \text{ cm}$

$$G_t = \frac{0,0002012 (4500)}{7,7927} = 0,0741 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^2 \cdot \text{s}} = 2668,8649 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \cdot \text{jam}}$$

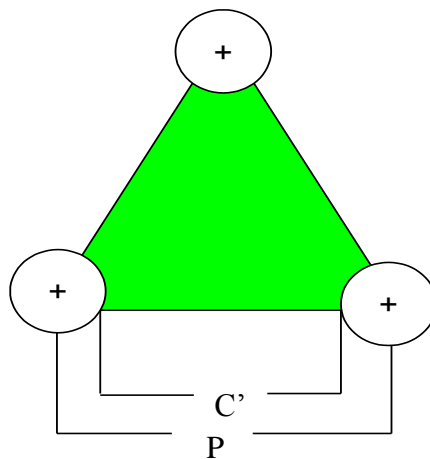
$$A_t = \frac{2218,8108}{2668,8649} = 29929,2746 \text{ cm}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Luas penampang pipa} &= \left(\frac{\pi}{4}\right) ID^2 = \frac{3,14}{4} 7,79^2 \\ &= 47,6703 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Jumlah pipa dalam reaktor} = \frac{29929,2746}{47,6703} = 627,8392 \text{ buah} = 628 \text{ buah}$$

b. Menghitung diameter dalam reaktor

Direncanakan tube disusun dengan pola triangular pitch.



$$\begin{aligned} P_t &= 1,25 \times OD_t \\ &= 1,25 \times 3,50 = 4,375 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C' &= P_t - OD \\ &= 4,375 - 3,50 = 0,875 \text{ in} \end{aligned}$$

$$ID_s = \frac{\sqrt{4 \cdot N_t \cdot P_T^2 \cdot 0,866}}{\pi}$$

$$ID_s = 292,4932 \text{ cm}$$

Jadi diameter dalam reaktor = 115,1548 in

c. Menghitung tebal dinding reaktor

Tebal dinding reaktor (shell) dihitung dengan persamaan:

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

Dimana:

t_s = tebal shell, in

E = efisiensi pengelasan

f = maksimum allowable stress bahan yang digunakan

r = jari-jari dalam shell, in

C = faktor korosi, in

P = tekanan design, Psi

Bahan yang digunakan Low-Alloy Stells - SA 301 Grade B

E = 0,85

f = 65000 psi

C = 0,125 in

R = ID/2 = (115,1548/2) in

P = 147 psi

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

$$\begin{aligned} \text{maka } t_s &= \frac{176,4 \cdot (115,1548/2)}{65000 - 0,6 \cdot 176,4} + 0,125 \\ &= 0,32 \text{ in} \end{aligned}$$

dipilih tebal dinding reaktor standar 0,375 in

$$\begin{aligned}\text{Diameter luar reaktor} &= \text{ID} + 2 \times t_s \\ &= 115,1548 + (2 \times 0,38) \\ &= 115,9048 \text{ in}\end{aligned}$$

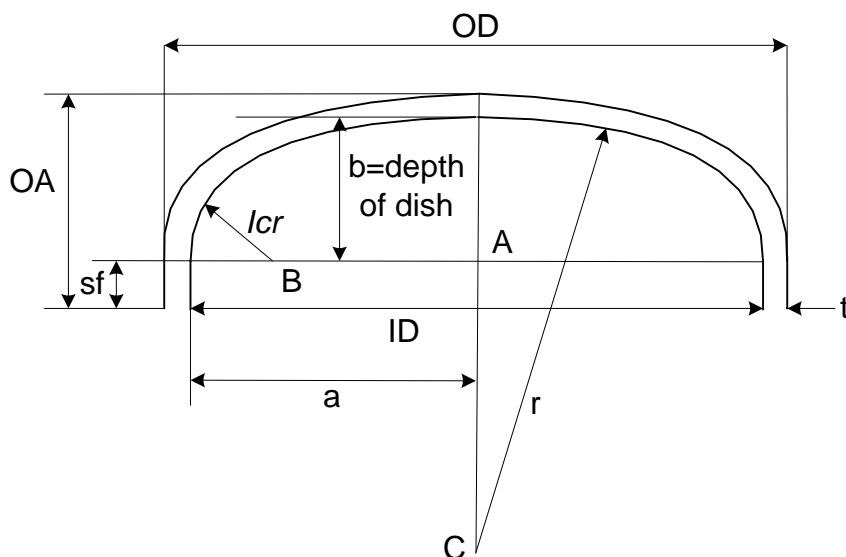
Sehingga dipilih diameter luar reaktor 120 in.

4. Menghitung Head Reaktor

a. Menghitung tebal head reaktor

Bentuk head: *Elipstical Dished Head*

Bahan yang digunakan: Low-Alloy Stells - SA 301 Grade B



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:

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

P	=	tekanan design, psi = 176,4 psi
IDs	=	diameter dalam reactor, in = 115,1548 in
F	=	maksimum allowable stress, psi = 65000 psi
E	=	efisiensi pengelasan = 0,85
C	=	faktor korosi, in = 0,125 in

$$\begin{aligned} \text{maka } t_h &= \frac{176,4 \cdot 115,1548}{2 \cdot 65000 \cdot 0,85 - 0,2 \cdot 176,4} + 0,125 \\ &= 0,3204 \text{ in} \end{aligned}$$

dipilih tebal head reaktor standar 0,375 in

b. Menghitung tinggi head reaktor

$$ODs = 120 \text{ in}$$

$$t_s = 0,375 \text{ in}$$

$$\text{didapat: } irc = 7,25 \text{ in}$$

$$r = 114 \text{ in}$$

$$a = IDs/2 = 57,5774 \text{ in}$$

$$\begin{aligned}
 AB &= a - irc &= 50,3274 \text{ in} \\
 BC &= r - irc &= 106,7500 \text{ in} \\
 AC &= (BC^2 - AB^2)^{1/2} &= 94,1420 \text{ in} \\
 b &= r - AC &= 19,8580 \text{ in}
 \end{aligned}$$

Dari tabel 5.6 Brownell p.88 dengan th 3/8 in didapat sf = 1,5 – 3 in
perancangan digunakan sf = 2 in

Tinggi head reaktor dapat dihitung dengan persamaan:

$$\begin{aligned}
 hH &= th + b + sf \\
 &= (0,375 + 19,8580 + 2) \text{ in} \\
 &= 22,2330 \text{ in} \\
 &= 0,5647 \text{ m}
 \end{aligned}$$

c. Menghitung tinggi reaktor

$$\begin{aligned}
 \text{Tinggi reaktor total} &= \text{panjang tube} + (2 \times \text{tinggi head}) \\
 HR &= 251,9685 \text{ in} + (2 \cdot 22,2330 \text{ in}) \\
 &= 296,4345 \text{ in} \\
 &= 7,53 \text{ m}
 \end{aligned}$$

5. Menghitung Berat Dan Volume Katalis

$$w = \rho_B \cdot Nt \cdot \pi / 4 \cdot IDt^2 \cdot Z \cdot (1 - \varepsilon)$$

Dimana :

w = Berat katalis

ρ_B = Massa jenis bulk = 1,574 gr/cm³

Nt = Jumlah tube = 628 buah

IDt = Diameter dalam tube = 7,7927 cm

$$Z = \text{Panjang tube} = 251,9685 \text{ cm}$$

$$\epsilon = \text{Porositas} = 0,38$$

$$w = 1,574 \times 628 \times \frac{3,14}{4} \times 7,7927^2 \times 251,9685 \times (1 - 0,38)$$

$$= 7361225,4538 \text{ gr}$$

$$= 7.361,2255 \text{ Kg}$$

$$\text{Volume katalis} = \frac{w}{\rho}$$

$$= 7.361.225,4538 \text{ gr} : 1,574 \text{ gr/cm}^3$$

$$= 4.676.763,3124 \text{ cm}^3 = 4,6768 \text{ m}^3$$

Hasil simulasi menggunakan excel:

z	X	TG	TC
0,0000	0,0000	546,0000	523,0000
	0,0126	550,2772	523,6424
	0,0222	553,5471	524,3862
	0,0428	560,4885	526,0151
0,1000	0,0631	567,3463	527,5890
	0,0741	571,0226	528,6994
	0,0828	573,9233	529,8814
	0,1012	580,0034	532,3415
0,2000	0,1194	586,0459	534,7634
	0,1292	589,2560	536,1956
	0,1372	591,8503	537,6775
	0,1538	597,2410	540,7035
0,3000	0,1703	602,6260	543,7038
	0,1791	605,4639	545,3495
	0,1864	607,8008	547,0284
	0,2014	612,6264	550,4230
0,4000	0,2165	617,4705	553,8014
	0,2245	620,0043	555,5796
	0,2312	622,1230	557,3789
	0,2450	626,4777	560,9954

z	X	TG	TC
0,5000	0,2589	630,8699	564,6027
	0,2662	633,1507	566,4535
	0,2723	635,0809	568,3163
	0,2850	639,0345	572,0456
0,6000	0,2979	643,0418	575,7711
	0,3045	645,1088	577,6499
	0,3103	646,8762	579,5339
	0,3220	650,4861	583,2955
0,7000	0,3339	654,1636	587,0572
	0,3400	656,0476	588,9313
	0,3454	657,6725	590,8058
	0,3562	660,9841	594,5408
0,8000	0,3673	664,3754	598,2788
	0,3730	666,1009	600,1248
	0,3780	667,6003	601,9674
	0,3881	670,6507	605,6335
0,9000	0,3985	673,7913	609,3046
	0,4038	675,3785	611,1056
	0,4084	676,7664	612,9007
	0,4178	679,5860	616,4680
1,0000	0,4276	682,5055	620,0418
	0,4325	683,9707	621,7864
	0,4368	685,2593	623,5231
	0,4457	687,8736	626,9715
1,1000	0,4548	690,5967	630,4273
	0,4594	691,9537	632,1078
	0,4635	693,1529	633,7792
	0,4718	695,5837	637,0956
1,2000	0,4804	698,1311	640,4201
	0,4847	699,3914	642,0319
	0,4885	700,5102	643,6339
	0,4963	702,7756	646,8108
1,3000	0,5045	705,1650	649,9961
	0,5085	706,3385	651,5369
	0,5121	707,3842	653,0674
	0,5194	709,5003	656,1014
1,4000	0,5271	711,7474	659,1438
	0,5309	712,8425	660,6130
	0,5343	713,8218	662,0717
	0,5412	715,8022	664,9623

z	X	TG	TC
1,5000	0,5485	717,9199	667,8614
	0,5521	718,9439	669,2594
	0,5553	719,8626	670,6471
	0,5617	721,7193	673,3961
1,6000	0,5687	723,7191	676,1534
	0,5721	724,6784	677,4819
	0,5751	725,5416	678,8000
	0,5812	727,2851	681,4109
1,7000	0,5878	729,1771	684,0298
	0,5910	730,0773	685,2907
	0,5939	730,8893	686,5416
	0,5997	732,5289	689,0187
1,8000	0,6060	734,3221	691,5037
	0,6090	735,1680	692,6996
	0,6117	735,9329	693,8857
	0,6171	737,4768	696,2343
1,9000	0,6232	739,1790	698,5905
	0,6260	739,9750	699,7241
	0,6286	740,6949	700,8482
	0,6337	742,1476	703,0740
2,0000	0,6395	743,7640	705,3070
	0,6422	744,5140	706,3810
	0,6446	745,1952	707,4460
	0,6495	746,5690	709,5546
2,1000	0,6550	748,1097	711,6701
	0,6576	748,8172	712,6878
	0,6599	749,4609	713,6968
	0,6645	750,7588	715,6945
2,2000	0,6698	752,2275	717,6988
	0,6722	752,8955	718,6631
	0,6744	753,5043	719,6192
	0,6788	754,7316	721,5119
2,3000	0,6839	756,1333	723,4109
	0,6862	756,7647	724,3248
	0,6882	757,3411	725,2308
	0,6924	758,5026	727,0244
2,4000	0,6973	759,8419	728,8240
	0,6995	760,4391	729,6903
	0,7014	760,9852	730,5491
	0,7054	762,0853	732,2491

z	X	TG	TC
2,5000	0,7101	763,3665	733,9549
	0,7121	763,9318	734,7763
	0,7140	764,4495	735,5906
	0,7178	765,4922	737,2026
2,6000	0,7223	766,7189	738,8199
	0,7243	767,2545	739,5991
	0,7261	767,7456	740,3715
	0,7297	768,7345	741,9005
2,7000	0,7340	769,9103	743,4347
	0,7358	770,4180	744,1741
	0,7375	770,8841	744,9071
	0,7410	771,8226	746,3581
2,8000	0,7451	772,9506	747,8139
	0,7469	773,4322	748,5160
	0,7485	773,8748	749,2119
	0,7518	774,7660	750,5895
2,9000	0,7558	775,8491	751,9717
	0,7574	776,3062	752,6385
	0,7590	776,7267	753,2995
	0,7621	777,5733	754,6081
3,0000	0,7660	778,6142	755,9211
	0,7676	779,0482	756,5549
	0,7690	779,4480	757,1831
	0,7720	780,2526	758,4267
3,1000	0,7757	781,2537	759,6746
	0,7772	781,6660	760,2772
	0,7787	782,0462	760,8746
	0,7815	782,8112	762,0572
3,2000	0,7851	783,7748	763,2437
	0,7865	784,1667	763,8171
	0,7879	784,5284	764,3855
	0,7906	785,2560	765,5106
3,3000	0,7940	786,1843	766,6395
	0,7954	786,5569	767,1854
	0,7967	786,9010	767,7264
	0,7993	787,5934	768,7974
3,4000	0,8026	788,4882	769,8721
	0,8039	788,8425	770,3920
	0,8051	789,1701	770,9073
	0,8076	789,8291	771,9274

z	X	TG	TC
3,5000	0,8108	790,6922	772,9510
	0,8121	791,0294	773,4464
	0,8132	791,3413	773,9375
	0,8156	791,9686	774,9096
3,6000	0,8187	792,8018	775,8850
	0,8199	793,1226	776,3575
	0,8210	793,4197	776,8257
	0,8233	794,0171	777,7526
3,7000	0,8263	794,8218	778,6827
	0,8274	795,1272	779,1334
	0,8285	795,4102	779,5801
	0,8306	795,9792	780,4643
3,8000	0,8335	796,7570	781,3515
	0,8346	797,0477	781,7818
	0,8356	797,3173	782,2082
	0,8377	797,8594	783,0521
3,9000	0,8405	798,6116	783,8989
	0,8416	798,8884	784,3098
	0,8425	799,1453	784,7170
	0,8445	799,6617	785,5229
4,0000	0,8472	800,3896	786,3316
	0,8482	800,6533	786,7242
	0,8491	800,8980	787,1133
	0,8510	801,3901	787,8832
4,1000	0,8537	802,0949	788,6559
	0,8546	802,3460	789,0312
	0,8555	802,5793	789,4031
	0,8573	803,0482	790,1391
4,2000	0,8598	803,7310	790,8776
	0,8607	803,9702	791,2366
	0,8616	804,1925	791,5922
	0,8633	804,6394	792,2960
4,3000	0,8658	805,3012	793,0023
	0,8666	805,5291	793,3458
	0,8674	805,7410	793,6861
	0,8691	806,1669	794,3594
4,4000	0,8715	806,8088	795,0351
	0,8723	807,0258	795,3640
	0,8731	807,2278	795,6897
	0,8746	807,6337	796,3341

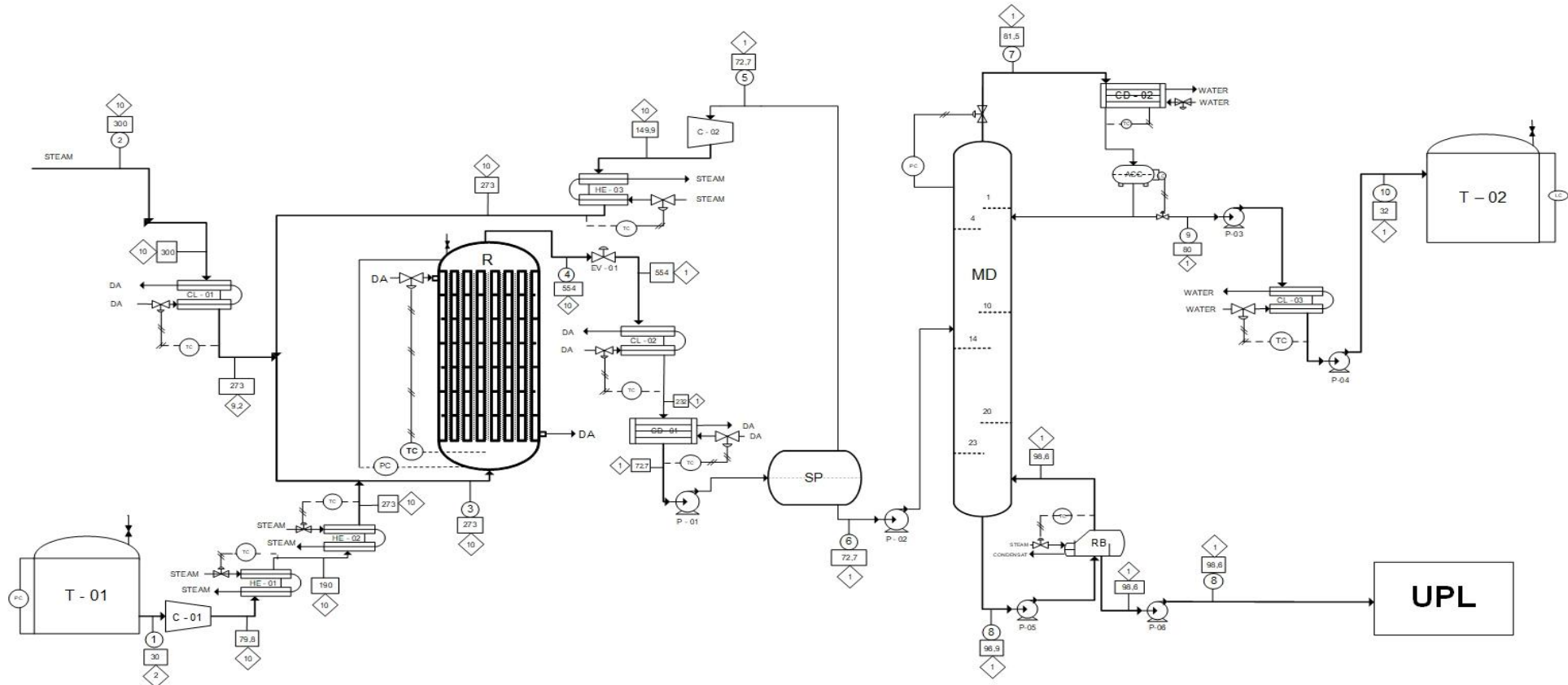
z	X	TG	TC
4,5000	0,8770	808,2565	796,9809
	0,8778	808,4633	797,2958
	0,8785	808,6557	797,6077
	0,8800	809,0426	798,2248
4,6000	0,8823	809,6472	798,8441
	0,8830	809,8442	799,1459
	0,8837	810,0276	799,4447
	0,8851	810,3962	800,0358
4,7000	0,8874	810,9835	800,6291
	0,8881	811,1712	800,9182
	0,8888	811,3459	801,2046
	0,8901	811,6972	801,7711
4,8000	0,8923	812,2680	802,3396
	0,8930	812,4466	802,6169
	0,8936	812,6132	802,8914
	0,8949	812,9478	803,4344
4,9000	0,8970	813,5028	803,9795
	0,8976	813,6729	804,2454
	0,8982	813,8316	804,5087
	0,8995	814,1504	805,0295
5,0000	0,9015	814,6902	805,5522
	0,9021	814,8522	805,8074
	0,9027	815,0034	806,0600
	0,9039	815,3070	806,5596
5,1000	0,9059	815,8324	807,0610
	0,9065	815,9866	807,3060
	0,9070	816,1305	807,5484
	0,9081	816,4197	808,0278
5,2000	0,9101	816,9312	808,5090
	0,9107	817,0780	808,7442
	0,9112	817,2150	808,9770
	0,9123	817,4903	809,4371
5,3000	0,9142	817,9885	809,8990
	0,9147	818,1282	810,1250
	0,9152	818,2586	810,3485
	0,9162	818,5206	810,7903
5,4000	0,9181	819,0062	811,2339
	0,9186	819,1390	811,4510
	0,9191	819,2631	811,6657
	0,9200	819,5124	812,0901

z	X	TG	TC
5,5000	0,9218	819,9859	812,5161
	0,9223	820,1122	812,7247
	0,9228	820,2302	812,9311
	0,9237	820,4673	813,3388
5,6000	0,9255	820,9291	813,7481
	0,9259	821,0492	813,9487
	0,9264	821,1614	814,1470
	0,9272	821,3869	814,5388
5,7000	0,9290	821,8375	814,9322
	0,9294	821,9516	815,1251
	0,9298	822,0583	815,3157
	0,9306	822,2725	815,6924
5,8000	0,9323	822,7124	816,0705
	0,9327	822,8208	816,2560
	0,9331	822,9221	816,4394
	0,9339	823,1257	816,8015
5,9000	0,9356	823,5553	817,1651
	0,9360	823,6581	817,3436
	0,9363	823,7543	817,5200
	0,9371	823,9476	817,8682
6,0000	0,9387	824,3674	818,2179
	0,9391	824,4649	818,3897
	0,9394	824,5562	818,5594
	0,9401	824,7396	818,8943
6,1000	0,9417	825,1499	819,2308
	0,9421	825,2424	819,3961
	0,9424	825,3290	819,5594
	0,9431	825,5030	819,8816
6,2000	0,9446	825,9042	820,2054
	0,9450	825,9918	820,3645
	0,9453	826,0739	820,5217
	0,9459	826,2387	820,8318
6,3000	0,9475	826,6312	821,1434
	0,9478	826,7142	821,2966
	0,9481	826,7919	821,4479
	0,9487	826,9480	821,7464
6,4000	0,9502	827,3321	822,0463
	0,9505	827,4106	822,1939
	0,9508	827,4841	822,3396
	0,9513	827,6318	822,6270

LAMPIRAN B

PEFD

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM PRA RANCANGAN PABRIK ETANOL DARI ETILEN DAN AIR DENGAN KAPASITAS 40.000 TON / TAHUN



	Nomor Arus (kg/jam)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
C₂H₄	1,75	-	1,75	1,75	1,75	-	-	-	-	-
C₂H₆	3328,68	-	3505,00	174,65	174,65	-	-	-	-	-
C₂H₅OH	Total	-	-	5468,95	-	5468,95	4848,48	620,46	4848,48	4848,48
H₂O	-	4480,97	4480,97	2342,37	-	2343,37	202,02	2140,35	202,02	202,02
	3330,35	4480,97	7987,72	7987,72	176,40	7812,32	5050,50	2760,81	5050,50	5050,50

KODE	KETERANGAN
ACC	Accumulator
C	Compressor
CD	Condensor
CL	Cooler
HE	Heater
MD	Menara Destilasi
P	Pompa
R	Reaktor
RB	Reboiler
SP	Sepansor
T	Tangki

SIMBOL	KETERANGAN
(C)	Level Controller
(PC)	Pressure Controller
(TC)	Temperature Controller
(1)	Nomor Arus
(C)	Suhu, C
(1)	Tekanan, atm
(1)	Control Valve
(- - - - -)	Electric Connection
(—)	Piping
(//)	Udara Tekan
(⊥)	Vent

JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM
PABRIK ETANOL DARI ETILEN DAN AIR
KAPASITAS 40.000 TON/TAHUN

Dikerjakan oleh:
1. RIMA YUNIA RAHMAWATI (14 521 081)
2. DIANITA IKE SAPUTRI (14 521 083)

Dosen pembimbing:
Dr. Arif Hidayat, ST., MT.

LAMPIRAN C

MSDS



Chandra Asri
Petrochemical

SAFETY DATA SHEET

Safety Data Sheet in accordance with UN GHS Purple Book

CAP – SDS – 01 – Ethylene (Rev.00)

ISSUED DATE : 09 Jan 2015

SECTION-1. IDENTIFICATION

Product/Material	: Ethylene
Recommended Use	: Raw material for chemicals and petrochemical application, Production of polyethylene, ethylene copolymers, chemical synthesis etc.
Manufacturer	: PT. CHANDRA ASRI PETROCHEMICAL Tbk (CAP)
Head Office	: Wisma Barito Pacific, Tower A, 7th floor, Jl. Letjend S. Parman, Kav.62-63. Jakarta 11410, Indonesia.
Plant	: Jl Raya Anyer Km.123, Ciwandan, Cilegon 42447, Indonesia. Ph: 62-254-601501
Emergency contact (24 hrs)	: GROUPSHEDIVISION@capcx.com, Ph: 62-254-601829, 601501 Ext 1232
Additional Information	: GROUVRND@capcx.com, Ph: +62-254-601501 Ext 1869, 1616

SECTION-2. HAZARD IDENTIFICATION

GHS Classification	: Flammable Gas: Category 1 Refrigerated liquefied gases Target organ toxicant (central nervous system, Narcotic effects): Category 3
Hazard statements	: Extremely flammable liquid and vapor Contains gas under pressure; may explode if Heated Toxic to aquatic life with long lasting effects May be fatal if swallowed and enters airways Harmful if swallowed May cause cancer May cause genetic defects May damage fertility or the unborn child Causes serious eye irritation Causes skin irritation May cause drowsiness or dizziness May cause respiratory irritation.

Pictogram (Hazard Symbols)



Signal Word : DANGER

Precautionary Statements : Obtain special instructions before use | Do not handle until all safety precautions have been read and understood | Keep away from heat/sparks/open flames/hot surfaces – No Smoking | Keep container tightly closed | Keep cool | Ground/bond container and receiving equipment | Use explosion - proof electrical /ventilating/ lighting/ equipment | Use only non-sparking tools | Take precautionary measure against static discharge | Wear protective gloves/protective clothing/eye protection/face protection | Use personal protective equipment as required | Do not eat, drink or smoke when using this product | Wash thoroughly after handling | Avoid release to the environment.

SECTION-3. COMPOSITION / INFORMATION ON INGREDIENTS

Chemical Identity	: Ethylene	CAS No: 74-85-1
Common Name	: Ethylene (C ₂ H ₄)	
Concentration	: ≥ 99.95 % vol	Impurities : ≤ 0.05 % vol

SECTION-4. FIRST-AID MEASURES	
General	: DANGER! Extremely cold, flammable liquid and gas under pressure. Can perform explosive mixtures with air. Can cause severe frostbite. May cause dizziness and drowsiness. Keep away from heat, sparks and flame. Do not puncture or incinerate container. Self-contained breathing apparatus and protective clothing may required by rescue workers. Evaporates readily and forms cold fogs heavier than air and explosive mixture with air. Contact with liquefied gas may cause frostbite. In case of health troubles or doubts, seek medical advice immediately and show this Safety Data Sheet where possible. Ensure activity of vitally important functions until the arrival of doctor (artificial respiration, inhalation of oxygen, heart massage). If patient is unconscious, or in case of danger of black out (asphyxia), transport patient in a stabilized position. In case of first-degree burns (painful redness), and second degree burns (painful blisters), cool the affected area with cold running water for a long time. In case of third degree burns (redness, cracking pale skin, usually without pain), do not cool affected skin, dress the area with sterile dry gauze only.
Skin	: More affected individual to non-contaminated air. Loosen tight clothing such as a collar, tie, belt or waistband to facilitate breathing. Seek immediate medical attention if the individual is not breathing, is unconscious or if any other symptoms persist. WARNING: Contact through mouth-to-mouth resuscitation may pose a secondary risk to the rescuer. Avoid mouth-to-mouth contact by using a mouth shield or guard to perform artificial respiration.
Inhalation	: For skin contact, wash immediately with soap and water. DO NOT USE HOT WATER. Seek medical attention if symptoms develop or persist. Thaw frostbite slowly with lukewarm water. DO NOT RUB affected area. Do not pull off adherent clothing or objects. Seek medical attention at once
Eyes	: If can be done safely remove contact lenses. Immediately flush eyes with cold water for at least 15 minutes, while holding eyelids open. DO NOT USE HOT WATER. Seek medical attention if symptoms develop or persist.
Ingestion	: Not applicable (gas)
Note to Physician	: Treat unconsciousness, frostbite, nausea, hypotension, seizures and cardiac arrhythmia in the conventional manner. Administer oxygen by mask if there is respiratory distress. Treatment of overexposure should be direct at controlling the symptoms and clinical condition of a patient. After adequate first aid, no further treatment is necessary unless symptoms reappear.
SECTION-5. FIRE-FIGHTING MEASURES	
Flammable Properties	: Extremely flammable. Gas/air mixtures are explosive. In case of leakage high risk of fire. The gas is heavier than air and may travel along the ground ignition is possible. Vapors may form an explosive mixture with air. Keep containers away from source of heat or fire. Highly explosive in the presence of sparks, fire, heat and oxidizing agents.
Extinguishing Media	
Suitable Extinguishing Media	: Dry chemical, foam, carbon dioxide, and water fog. Do not use water jets. Foam cover may help suppress evolution of flammable gas. Use massive quantities of water to cool fire-exposed containers and to protect personnel. Do not attempt to extinguish a leaking gas fire unless leak source can be isolated and shut off. Let uncontrolled fire burn off.
Unsuitable Extinguishing Media	: Do not use water jet.

Specific Hazards in Case of Fire

Hazardous Combustion Products : Upon combustion, this product emits carbon monoxide, carbon dioxide, and/or low molecular weight hydrocarbons.

Special Protective Equipment and Precaution for Fire Fighter

Special Protective Equipment : Full-face self-contained breathing apparatus, thermal protective clothing.
 Precautions for Fire-Fighter : Keep unnecessary personnel away. Pipeline and container explosion hazards are extremely high when this product had exposed to heat or flame. May explode when heated or involved in a fire. Use massive quantities of water to cool fire-exposed pipelines or containers. Immediately withdraw in case of fire and tank venting or heat discoloration of a tank. Vapors may travel to some distant source of ignition and flash back. Be aware of possibility re-ignition. When pressure in a container needs to be controlled, consider setting up emergency isolation and evacuation for at least 800m. If tank is involved in a fire, ISOLATE for 1,600m in all directions. Let uncontrolled fires burn off. Fire fighter should wear full-face, self-contained breathing apparatus and thermal protective clothing. Avoid inhaling any smoke and combustion materials. Remove and clean or destroy any contaminated clothing. Cools containers with flooding quantities of water until well after the fire is out. Control runoff waters to prevent entry into ditches, sewers, drains, underground or confined spaces and waterways.

SECTION-6. ACCIDENTAL RELEASE MEASURES

Personal Precautions : Wear self-contained breathing apparatus when entering area unless atmosphere is prove safe.
 Environmental Precautions : Avoid entry of product into drains, sewers, or waterways
 Methods and Materials for Containment and Cleaning up : Evacuate area. Ensure adequate air ventilation. Do not touch spilled material. No smoking or open flames permitted in storage, use or handling areas. Eliminate ignition sources. Dissipate static electricity during transfer or processing by proper earthing (grounding) and bonding of containers and equipment.

SECTION-7. HANDLING AND STORAGE

Precautions for Safe Handling : Wear self-contained breathing apparatus when entering area unless atmosphere is prove safe. Keep locked up or secured. This material can be stored as a flammable gas or liquid depending on the temperature and pressure. Handle in fully enclosed, grounded, properly designed and approved transfer and storage systems. Use with adequate ventilation. Avoid inhalation. Keep away from uncontrolled heat and incompatible materials. Ground all material handling and transfer equipment to dissipate build-up of static electricity. Wear suitable protective equipment including thermally protective gloves. No smoking or open flames permitted in storage, use or handling areas. If used in refrigeration, check drains are they not plugged and valves are working and not plugged by ice formed from the vaporizing liquid.
 Conditions for Safe Storage, including Incompatibilities : Storage area should be clearly identify, well illuminated, clear of obstruction and accessible only to trained and authorized personnel. Store in grounded, properly designed and approved pressure containers and away from incompatible materials. Store and use away from heat, sparks, open flame, or any other ignition source. Store according to applicable codes or regulations for liquefied pressurized gases as applicable to: cylinders, vessels, piping, building, rooms, cabinets, allowable quantities and minimum storage distance. Have appropriate extinguishing capability in storage area (e.g. sprinkler system, portable fire extinguishers) and flammable gas detectors. Storage pressure vessels should be above ground and dike. Keep

cylinders secure while in storage or in transportation.

See Section 8: Exposure Controls/Personal Protection for appropriate Personal Protective Equipments. See Section 10 for information on Incompatibilities

SECTION-8. EXPOSURE CONTROLS / PERSONAL PROTECTION

Information on the System Design : Engineering methods include mechanical ventilation (dilution and local exhaust) process or personal enclosure, remote and automated operation, control of process conditions, leak detection and repair systems, and other process modifications. Ensure all exhaust ventilation system are discharge to outdoors, away from air intakes and ignition sources. Supply sufficient replacement air to make up for air removed by exhaust systems. Administrative (procedure) controls and use of personal protective equipment may also be required. Personal protective equipment should not be considered a long-term solution to exposure control. Persons in ill health where such illness would be aggravated by exposure to product should not be allowed to work with or handle this product.

Exposure Limits

Component Name (CAS No)	Reference	TWA		STEL	
		ppm	mg/m ³	ppm	mg/m ³
Ethylene (74-85-1)	ACGIH	200	230	-	-

Ventilation : Control airborne concentrations below the exposure guidelines

Respiratory Protection : If engineering controls and ventilation is not sufficient to prevent build-up of aerosols or vapor and/or oxygen concentrations are low, appropriate air supplied breathing apparatus should be use

Hand Protection : Use impervious gloves designed to prevent freezing of body tissues if contact with liquefied gas is possible. Wear chemical-resistant safety footwear with good traction to prevent slipping.

Eyes Protection : Wear safety glasses. Use of chemical goggles under a full-face shield is recommended if contact with liquefied vapor is possible.

Skin Protection : Work clothing that sufficiently prevents skin contact and prevents freezing of body tissues if contact with liquefied gas is possible should been worn, such as coveralls and/or long sleeves and pants. Fire resistant (i.e., Nomex) or natural fiber clothing (i.e., cotton or wool) is recommended. Synthetic clothing can generate static electricity and would not recommend where flammable vapor releases may occur.

SECTION-9. PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES


Physical State and Appearance	Gas at ambient conditions, liquid under pressure	Oxidizing Properties	May react with strong oxidizing agents.
Color	Colorless	Explosive Properties	Explosion class IIB
Odor	Gassy/Aromatic	Evaporation Rate	Not Applicable
Odor Threshold	270 – 600 ppm	Solubility (water)	Negligible (131 mg/l at 25°C)
pH	Not Applicable	Relative Density at 104°C	0.5678 (water=1)
Boiling Point/Boiling Range	-103.77°C	Partition Coefficient (Octanol/Water Log Pow)	1.13
Melting Point	-169.15°C	Viscosity	1.06 cSt at -170°C
Flash Point	-136°C	Evaporation	Immediate at 20°C
Auto-ignition	450 ~ 490°C	Relative Vapor Density	0.975 (air=1)
Flammable Classification	3F	Additional Physical and Chemical properties	No additional information available
Lower Flammable (explosion) Limit	2.7%		
Upper Flammable (explosion) Limit	36%		

SECTION-10. STABILITY AND REACTIVITY	
Chemical Stability	: This product is moderately reactive, and may polymerize, decompose, or become self-reactive under certain conditions of shock, high temperatures, high pressures, or contamination.
Possibility of Hazardous reaction & Hazardous Polymerization	: Hazardous polymerization can occur at elevated temperature and pressure in the presence of a catalyst
Conditions to Avoid	: Keep away from heat, spark, or open flame.
Substances to Avoid	: Product can react with water to form hydrates. Avoid strong acids, strong oxidizing agents, chlorine, halogens, organic peroxides, ozone and nitrogen dioxide. Many materials become brittle after contact with liquefied gases and hoses periodically to ensure integrity and compatibility.
Hazardous Decomposition Products	: Upon decomposition, this product emits carbon monoxide, carbon dioxide and/or low molecular weight hydrocarbons.
Special Remarks	: Vapors may form an explosive mixture with air. May polymerize explosively when heated or involved in a fire. May react vigorously with oxidizing agents. Liquefied gas may explode on contact with hot water (45°C – 75°C).
SECTION-11. TOXICOLOGICAL INFORMATION	
Acute Toxicity	: This product has not considered toxic. Ethylene gas is not irritating to the skin and eyes. The liquefied form will cause freezing burns (frostbite) to the eyes and skin. At very high exposures, ethylene gas produces an aesthetic effect. Excessive exposures may cause headache, muscular weakness, dizziness, nausea, loss of condition and in extreme conditions coma and possibly death. High concentrations may trigger heartbeat irregularities. Excessive amounts in the air in a enclosed space will decrease the amount of oxygen and may cause asphyxiation.
4h inhalation-rat LC50	: >57,000ppm
Repeated Dose Toxicity	: Ethylene is relatively inactive biologically and essentially non-toxic; therefore, the major hazard is the exclusion of an adequate supply of oxygen to the lungs. Inhalation of ethylene by Sprague Dawley rats, in concentrations of 0, 300, 1000, 3000 and 10,000 ppm, 6 hours/day, 5 days/week for 14 weeks, were not found to cause any toxic effects.
Chronic Toxicity Carcinogenicity	: ACGIH – A4 – Not Classifiable as a Human Carcinogen OSHA - / IARC - Group 3 – Not classifiable as to its carcinogenicity to humans NTP - /
Special Remarks on Other Toxic Effect on Humans	: Ethylene is a simple asphyxiate. Oxygen levels should maintained at greater than 19.5 percent at normal atmospheric pressure. High concentrations of ethylene to exclude an adequate supply of oxygen to the lung causes dizziness, deeper breathing due to air hunger, possible nausea and eventual unconsciousness
SECTION-12. ECOLOGICAL INFORMATION	
Eco toxicity – Acute Toxicity	: Fish: LC50: 126.012 mg/l 96 h Daphnia magna: LC/EC50 62.482 mg/l 48 h Green algae: EC50 30.327 mg/l 96 h
Mobility	: Gas at ambient conditions
Persistence and Degradability Air	: Ethylene (gas) is degraded by ozone, nitrate radicals, or photo chemically produced hydroxyl radicals. The lifetime of ethylene in the atmosphere ranges from 0.4 to 4 days, and is strongly dependent on the amount of sunlight. BioHCwin v1.01 predicts that the half-life of ethylene will be 2.905 days on the basis of the presence of an alkenyl hydrogen functional group

Soil	:	Gas may permeate through
Water	:	Ethylene may oxidize to ethylene oxide in soil and water. Volatilization is the major environmental process in soil and water. Product is highly volatile and will partition rapidly to air on release to land or water. Product is largely insoluble in water, and evaporated rapidly from surface soils and water.
Bioaccumulation Potential	:	Bio concentration potential is low. Long Pow is 1.13 (ethylene)
Biodegradation Potential	:	Biodegradation, hydrolysis, bio concentration, and adsorption are not major process for ethylene. Pure culture studies suggest that ethylene could be susceptible to microbial degradation.
Environmental Adverse Effects	:	Not toxic. This product is not consider harmful to aquatic life, and has limited absorption into soil and sediment. Ethylene is a natural plant hormone produced by plants at all stages of growth in varying amounts. Terrestrial plants such as fruit, flowers and nursery stock show diverse effect from ethylene exposure. For example, grasses and grassy vegetable such as lettuce are resistant to ethylene. However, several species of flowers (orchids, carnations, etc), and vegetables such as tomatoes, potatoes, peppers, beans and pears are sensitive to ethylene exposure. Under certain conditions, emissions may contribute to photochemical formation of ground level ozone and possible smog formation.
SECTION-13. DISPOSAL CONSIDERATIONS		
Waste Disposal		
The use, mixing or processing of this product may alter this product. Since emptied containers retain product, material residue, follow safe handling/label warnings even after container was been emptied. DO NOT ATTEMPT TO DISPOSE OF BY UNCONTROLLED IGNITION.		
<i>See Section 7: Handling and Storage and Section 8: Exposure controls/Personal Protection for additional handling information that may be applicable for safe handling and the protection of employees.</i>		
Waste generator is advised to carefully consider hazardous properties and control measures needed for other materials that may be found in the waste		
SECTION-14. TRANSPORT INFORMATION		
UN Number	1038	
UN Proper Shipping name	Ethylene, Refrigerated Liquid	
Transport Hazard Class	Road (ADR)/Rail (RID)/Water (ADNR)	2 (2.1 flammable gas)
	IMDG class (Marine Transport)	2 (2.1 flammable gas)
	ICAO/IATA class (Air Transport)	2 (2.1 flammable gas)
Packing Group	None	
Marine Pollutant	No	
SECTION-15. REGULATORY INFORMATION		
Regulatory Information	:	PERMENLH RI No. 3 Year 2008: Tata Cara Pemberian Simbol dan Label Bahan Berbahaya dan Beracun. PERMENPERIN RI No. 87/M-IND/PER/9/2009: Sistem Harmonisasi Global Klasifikasi dan Label pada Bahan kimia. KEPMENAKER 187/Men/1999 Pengendalian Bahan Kimia Berbahaya
SECTION-16. OTHER INFORMATION		
Training Advice	:	Personnel handling the product need to be demonstrably with its hazardous properties, with health and environmental protection principles related to the product and first aid principles
Recommended Uses	:	THE PRODUCT IS RESTRICTED TO PROFESSIONAL USAGE. Ensure all

national/local regulations are observed. Ensure operators understand the flammability hazard. The hazard of asphyxiation is often overlooked and must be stressed during operator training. This Safety Data Sheet has been established in accordance with the applicable European Directives and applies to all countries that have translated the Directives in their national laws. Details given in this document are believed to be correct at the time of going to press. Whilst proper care has been taken in the preparation of this document, no liability for injury or damage resulting from its use can be accepted. Although reasonable care has been taken in the preparation of this document, we extend no warranties and make no representations as to the accuracy or completeness of the information contained herein, and assume no responsibility regarding the suitability of this information for the user's intended purposes or for the consequences of its use. Each individual should make a determination as to the suitability of the information for their particular purpose.

NFPA Hazard Rating for Ethylene

	Health-1	Exposure would cause irritation with only minor residual injury
	Flammability-4	Material will rapidly or completely vaporize at normal atmospheric pressure and temperature, or is readily dispersed in air and will burn readily
	Reactivity-2	Undergoes violent chemical change at elevated temperatures and pressures, reacts violently with water, or may form explosive mixtures with water

Abbreviations that may have been used in this document:

ACGIH	: American Conference of Governmental Industrial Hygienist
ADNR	: European Agreement concerning the Int'l Carriage of Dangerous Goods by inland Waterways
ADR	: European Agreement concerning the Int'l Carriage of Dangerous Goods by Road
CAS	: Chemical Abstract Service
EPA	: Environmental Protection Agency
EU	: European Union
IATA	: International Air Transport Association
ICAO	: International Civil Aviation Organization
IMDG	: International Maritime Dangerous Goods
IMO	: International Maritime Organization
LC50	: Lethal Concentration, concentration of chemical which kills 50% of a sample population
LD50	: Lethal Dose, dose of a chemical which kills 50% of a sample population
NFPA	: National Fire Protection Association
NTP	: National Toxicology Program
PSHA	: Occupational Safety and Health Administration
RID	: International Rule for Transportation of Dangerous Substance by Railway
TLV	: Threshold Limit Value
TWA	: Time Weighted Averages

THE INFORMATION EXPRESSED HEREIN IS THOSE OF QUALIFIED CURRENT KNOWLEDGE AND EXPERIENCE AND THAT THE INFORMATION IS SUFFICIENT FOR ALL CASES. USERS SHOULD CONSIDER THE DATA AS A SUPPLEMENT TO OTHER INFORMATION AND SHOULD MAKE INDEPENDENT DETERMINATION OF ITS SUITABILITY, THEIR EMPLOYEES AND CUSTOMERS AND OF THE ENVIRONMENTAL PROTECTION TO ASSURE PROPER USE AND DISPOSAL OF THE MATERIAL. RESPONSIBILITY FOR USAGE, STORAGE, HANDLING AND DISPOSAL OF THE PRODUCTS DESCRIBED HEREIN, WHETHER ALONE, OR IN COMBINATION WITH ANY OTHER SUBSTANCE, IS THAT OF THE PURCHASER AND/OR END-USER. CAP MAKES NO WARRANTY, EXPRESSED OR IMPLIED REGARDING THE ACCURACY OF THESE DATA OR THE RESULT TO BE OBTAINED FROM THE USE THEREOF. CAP ASSUMES NO RESPONSIBILITY FOR INJURY FROM THE USE OF THE PRODUCT DESCRIBED HEREIN.



Health	2
Fire	3
Reactivity	0
Personal Protection	E

Material Safety Data Sheet

Ethyl alcohol 200 Proof MSDS

Section 1: Chemical Product and Company Identification

Product Name: Ethyl alcohol 200 Proof

Catalog Codes: SLE2248, SLE1357

CAS#: 64-17-5

RTECS: KQ6300000

TSCA: TSCA 8(b) inventory: Ethyl alcohol 200 Proof

Cl#: Not applicable.

Synonym: Ethanol; Absolute Ethanol; Alcohol; Ethanol 200 proof; Ethyl Alcohol, Anhydrous; Ethanol, undenatured; Dehydrated Alcohol; Alcohol

Chemical Name: Ethyl Alcohol

Chemical Formula: CH₃CH₂OH

Contact Information:

Sciencelab.com, Inc.

14025 Smith Rd.

Houston, Texas 77396

US Sales: **1-800-901-7247**

International Sales: **1-281-441-4400**

Order Online: ScienceLab.com

CHEMTREC (24HR Emergency Telephone), call:

1-800-424-9300

International CHEMTREC, call: 1-703-527-3887

For non-emergency assistance, call: 1-281-441-4400

Section 2: Composition and Information on Ingredients

Composition:

Name	CAS #	% by Weight
Ethyl alcohol 200 Proof	64-17-5	100

Toxicological Data on Ingredients: Ethyl alcohol 200 Proof: ORAL (LD50): Acute: 7060 mg/kg [Rat]. 3450 mg/kg [Mouse]. VAPOR (LC50): Acute: 20000 ppm 8 hours [Rat]. 39000 mg/m 4 hours [Mouse].

Section 3: Hazards Identification

Potential Acute Health Effects:

Hazardous in case of skin contact (irritant), of eye contact (irritant), of inhalation. Slightly hazardous in case of skin contact (permeator), of ingestion.

Potential Chronic Health Effects:

Slightly hazardous in case of skin contact (sensitizer). CARCINOGENIC EFFECTS: A4 (Not classifiable for human or animal.) by ACGIH. MUTAGENIC EFFECTS: Mutagenic for mammalian somatic cells. Mutagenic for bacteria and/or yeast. TERATOGENIC EFFECTS: Classified PROVEN for human. DEVELOPMENTAL TOXICITY: Classified Development toxin [PROVEN]. Classified Reproductive system/toxin/female, Reproductive system/toxin/male [POSSIBLE]. The substance is toxic to blood, the reproductive system, liver, upper respiratory tract, skin, central nervous system (CNS). Repeated or prolonged exposure to the substance can produce target organs damage.

Section 4: First Aid Measures

Eye Contact:

Check for and remove any contact lenses. Immediately flush eyes with running water for at least 15 minutes, keeping eyelids open. Cold water may be used. Get medical attention.

Skin Contact:

In case of contact, immediately flush skin with plenty of water. Cover the irritated skin with an emollient. Remove contaminated clothing and shoes. Cold water may be used. Wash clothing before reuse. Thoroughly clean shoes before reuse. Get medical attention.

Serious Skin Contact:

Wash with a disinfectant soap and cover the contaminated skin with an anti-bacterial cream. Seek medical attention.

Inhalation:

If inhaled, remove to fresh air. If not breathing, give artificial respiration. If breathing is difficult, give oxygen. Get medical attention if symptoms appear.

Serious Inhalation:

Evacuate the victim to a safe area as soon as possible. Loosen tight clothing such as a collar, tie, belt or waistband. If breathing is difficult, administer oxygen. If the victim is not breathing, perform mouth-to-mouth resuscitation. Seek medical attention.

Ingestion:

Do NOT induce vomiting unless directed to do so by medical personnel. Never give anything by mouth to an unconscious person. Loosen tight clothing such as a collar, tie, belt or waistband. Get medical attention if symptoms appear.

Serious Ingestion: Not available.

Section 5: Fire and Explosion Data

Flammability of the Product: Flammable.

Auto-ignition Temperature: 363°C (685.4°F)

Flash Points: CLOSED CUP: 12.78°C (55°F). OPEN CUP: 17.78°C (64°F) (Cleveland).

Flammable Limits: LOWER: 3.3% UPPER: 19%

Products of Combustion: These products are carbon oxides (CO, CO₂).

Fire Hazards in Presence of Various Substances:

Highly flammable in presence of open flames and sparks, of heat. Slightly flammable to flammable in presence of oxidizing materials.

Explosion Hazards in Presence of Various Substances:

Risks of explosion of the product in presence of mechanical impact: Not available. Slightly explosive in presence of open flames and sparks, of heat, of oxidizing materials, of acids.

Fire Fighting Media and Instructions:

Flammable liquid, soluble or dispersed in water. SMALL FIRE: Use DRY chemical powder. LARGE FIRE: Use alcohol foam, water spray or fog.

Special Remarks on Fire Hazards:

Containers should be grounded. CAUTION: MAY BURN WITH NEAR INVISIBLE FLAME Vapor may travel considerable distance to source of ignition and flash back. May form explosive mixtures with air. Contact with Bromine pentafluoride is likely to cause fire or explosion. Ethanol ignites on contact with chromyl chloride. Ethanol ignites on contact with iodine heptafluoride gas. It ignites than explodes upon contact with nitrosyl perchlorate. Addition of platinum black catalyst caused ignition.

Special Remarks on Explosion Hazards:

Ethanol has an explosive reaction with the oxidized coating around potassium metal. Ethanol ignites and then explodes on contact with acetic anhydride + sodium hydrosulfate (ignites and may explode), disulfuric acid + nitric acid, phosphorous(III) oxide platinum, potassium-tert-butoxide+ acids. Ethanol forms explosive products in reaction with the following compound :

ammonia + silver nitrate (forms silver nitride and silver fulminate), iodine + phosphorus (forms ethane iodide), magnesium perchlorate (forms ethyl perchlorate), mercuric nitrate, nitric acid + silver (forms silver fulminate) silver nitrate (forms ethyl nitrate) silver(I) oxide + ammonia or hydrazine (forms silver nitride and silver fulminate), sodium (evolves hydrogen gas). Sodium Hydrazide + alcohol can produce an explosion. Alcohols should not be mixed with mercuric nitrate, as explosive mercuric fulminate may be formed. May form explosive mixture with manganese perchlorate + 2,2-dimethoxypropane. Addition of alcohols to highly concentrate hydrogen peroxide forms powerful explosives. Explodes on contact with calcium hypochlorite

Section 6: Accidental Release Measures

Small Spill:

Dilute with water and mop up, or absorb with an inert dry material and place in an appropriate waste disposal container.

Large Spill:

Flammable liquid. Keep away from heat. Keep away from sources of ignition. Stop leak if without risk. Absorb with DRY earth, sand or other non-combustible material. Do not touch spilled material. Prevent entry into sewers, basements or confined areas; dike if needed. Be careful that the product is not present at a concentration level above TLV. Check TLV on the MSDS and with local authorities.

Section 7: Handling and Storage

Precautions:

Keep locked up.. Keep away from heat. Keep away from sources of ignition. Ground all equipment containing material. Do not ingest. Do not breathe gas/fumes/ vapor/spray. Wear suitable protective clothing. In case of insufficient ventilation, wear suitable respiratory equipment. If ingested, seek medical advice immediately and show the container or the label. Avoid contact with skin and eyes. Keep away from incompatibles such as oxidizing agents, acids, alkalis, moisture.

Storage:

Store in a segregated and approved area. Keep container in a cool, well-ventilated area. Keep container tightly closed and sealed until ready for use. Avoid all possible sources of ignition (spark or flame). Do not store above 23°C (73.4°F).

Section 8: Exposure Controls/Personal Protection

Engineering Controls:

Provide exhaust ventilation or other engineering controls to keep the airborne concentrations of vapors below their respective threshold limit value. Ensure that eyewash stations and safety showers are proximal to the work-station location.

Personal Protection:

Splash goggles. Lab coat. Vapor respirator. Be sure to use an approved/certified respirator or equivalent. Gloves. Use a respirator if the exposure limit is exceeded.

Personal Protection in Case of a Large Spill:

Splash goggles. Full suit. Vapor respirator. Boots. Gloves. A self contained breathing apparatus should be used to avoid inhalation of the product. Suggested protective clothing might not be sufficient; consult a specialist BEFORE handling this product.

Exposure Limits:

TWA: 1900 (mg/m3) from OSHA (PEL) [United States] TWA: 1000 (ppm) from OSHA (PEL) [United States] TWA: 1900 (mg/m3) from NIOSH [United States] TWA: 1000 (ppm) from NIOSH [United States] TWA: 1000 (ppm) [United Kingdom (UK)] TWA: 1920 (mg/m3) [United Kingdom (UK)] TWA: 1000 STEL: 1250 (ppm) [Canada] Consult local authorities for acceptable exposure limits.

Section 9: Physical and Chemical Properties

Physical state and appearance: Liquid. (Liquid.)

Odor:

Mild to strong, rather pleasant; like wine or whiskey. Alcohol-like; Ethereal, vinous.

Taste: Pungent. Burning.

Molecular Weight: 46.07 g/mole

Color: Colorless. Clear

pH (1% soln/water): Not available.

Boiling Point: 78.5°C (173.3°F)

Melting Point: -114.1°C (-173.4°F)

Critical Temperature: 243°C (469.4°F)

Specific Gravity: 0.789 (Water = 1)

Vapor Pressure: 5.7 kPa (@ 20°C)

Vapor Density: 1.59 (Air = 1)

Volatility: Not available.

Odor Threshold: 100 ppm

Water/Oil Dist. Coeff.: The product is more soluble in water; log(oil/water) = -0.3

Ionicity (in Water): Not available.

Dispersion Properties: See solubility in water, methanol, diethyl ether, acetone.

Solubility:

Easily soluble in cold water, hot water. Soluble in methanol, diethyl ether, acetone.

Section 10: Stability and Reactivity Data

Stability: The product is stable.

Instability Temperature: Not available.

Conditions of Instability: Incompatible materials, heat, sources of ignition.

Incompatibility with various substances: Reactive with oxidizing agents, acids, alkalis.

Corrosivity: Non-corrosive in presence of glass.

Special Remarks on Reactivity:

Ethanol rapidly absorbs moisture from the air. Can react vigorously with oxidizers. The following oxidants have been demonstrated to undergo vigorous/explosive reaction with ethanol: barium perchlorate, bromine pentafluoride, calcium hypochlorite, chloryl perchlorate, chromium trioxide, chromyl chloride, dioxygen difluoride, disulfuryl difluoride, fluorine nitrate, hydrogen peroxide, iodine heptafluoride, nitric acid nitrosyl perchlorate, perchloric acid permanganic acid, peroxodisulfuric acid, potassium dioxide, potassium perchlorate, potassium permanganate, ruthenium(VIII) oxide, silver perchlorate, silver peroxide, uranium hexafluoride, uranyl perchlorate. Ethanol reacts violently/expodes with the following compounds: acetyl bromide (evolves hydrogen bromide) acetyl chloride, aluminum, sesquibromide ethylate, ammonium hydroxide & silver oxide, chlorate, chromic anhydride, cyanuric acid + water, dichloromethane + sulfuric acid + nitrate (or) nitrite, hydrogen peroxide + sulfuric acid, iodine + methanol + mercuric oxide, manganese perchlorate + 2,2-dimethoxy propane, perchlorates, permanganates + sulfuric acid, potassium superoxide, potassium tert-butoxide, silver & nitric acid, silver perchlorate, sodium hydrazide, sulfuric acid + sodium dichromate, tetrachlorosilane + water. Ethanol is also incompatible with platinum, and sodium. No really safe conditions exist under which ethyl alcohol and chlorine oxides can be handled. Reacts vigorously with acetyl chloride

Special Remarks on Corrosivity: Not available.

Polymerization: Will not occur.

Section 11: Toxicological Information

Routes of Entry: Absorbed through skin. Dermal contact. Eye contact. Inhalation. Ingestion.

Toxicity to Animals:

WARNING: THE LC50 VALUES HEREUNDER ARE ESTIMATED ON THE BASIS OF A 4-HOUR EXPOSURE. Acute oral toxicity (LD50): 3450 mg/kg [Mouse]. Acute toxicity of the vapor (LC50): 39000 mg/m³ 4 hours [Mouse].

Chronic Effects on Humans:

CARCINOGENIC EFFECTS: A4 (Not classifiable for human or animal.) by ACGIH. MUTAGENIC EFFECTS: Mutagenic for mammalian somatic cells. Mutagenic for bacteria and/or yeast. TERATOGENIC EFFECTS: Classified PROVEN for human. DEVELOPMENTAL TOXICITY: Classified Development toxin [PROVEN]. Classified Reproductive system/toxin/female, Reproductive system/toxin/male [POSSIBLE]. Causes damage to the following organs: blood, the reproductive system, liver, upper respiratory tract, skin, central nervous system (CNS).

Other Toxic Effects on Humans:

Hazardous in case of skin contact (irritant), of inhalation. Slightly hazardous in case of skin contact (permeator), of ingestion.

Special Remarks on Toxicity to Animals:

Lowest Published Dose/Conc: LDL[Human] - Route: Oral; Dose: 1400 mg/kg LDL[Human child] - Route: Oral; Dose: 2000 mg/kg LDL[Rabbit] - Route: Skin; Dose: 20000 mg/kg

Special Remarks on Chronic Effects on Humans:

May affect genetic material (mutagenic) Causes adverse reproductive effects and birth defects (teratogenic) , based on moderate to heavy consumption. May cause cancer based on animal data. Human: passes through the placenta, excreted in maternal milk.

Special Remarks on other Toxic Effects on Humans:

Acute potential health effects: Skin: causes skin irritation Eyes: causes eye irritation Ingestion: May cause gastrointestinal tract irritation with nausea, vomiting, diarrhea, and alterations in gastric secretions. May affect behavior/central nervous system (central nervous system depression - amnesia, headache, muscular incoordination, excitation, mild euphoria, slurred speech, drowsiness, staggering gait, fatigue, changes in mood/personality, excessive talking, dizziness, ataxia, somnolence, coma/narcosis, hallucinations, distorted perceptions, general anesthetic), peripheral nervous system (spastic paralysis)vision (diplopia). Moderately toxic and narcotic in high concentrations. May also affect metabolism, blood, liver, respiration (dyspnea), and endocrine system. May affect respiratory tract, cardiovascular(cardiac arrhythmias, hypotension), and urinary systems. Inhalation: May cause irritation of the respiratory tract and affect behavior/central nervous system with symptoms similar to ingestion. Chronic Potential Health Effects: Skin: Prolonged or repeated skin contact may casue dermatitis, an allergic reaction. Ingestion: Prolonged or repeated ingestion will have similiar effects as acute ingestion. It may also affect the brain.

Section 12: Ecological Information

Ecotoxicity: Ecotoxicity in water (LC50): 14000 mg/l 96 hours [Rainbow trout]. 11200 mg/l 24 hours [fingerling trout].

BOD5 and COD: Not available.

Products of Biodegradation:

Possibly hazardous short term degradation products are not likely. However, long term degradation products may arise.

Toxicity of the Products of Biodegradation: The product itself and its products of degradation are not toxic.

Special Remarks on the Products of Biodegradation: Not available.

Section 13: Disposal Considerations

Waste Disposal:

Waste must be disposed of in accordance with federal, state and local environmental control regulations.

Section 14: Transport Information

DOT Classification: CLASS 3: Flammable liquid.

Identification: : Ethanol UNNA: 1170 PG: II

Special Provisions for Transport: Not available.

Section 15: Other Regulatory Information

Federal and State Regulations:

California prop. 65: This product contains the following ingredients for which the State of California has found to cause cancer, birth defects or other reproductive harm, which would require a warning under the statute: Ethyl alcohol 200 Proof (in alcoholic beverages) California prop. 65: This product contains the following ingredients for which the State of California has found to cause birth defects which would require a warning under the statute: Ethyl alcohol 200 Proof (in alcoholic beverages) Connecticut hazardous material survey.: Ethyl alcohol 200 Proof Illinois toxic substances disclosure to employee act: Ethyl alcohol 200 Proof Rhode Island RTK hazardous substances: Ethyl alcohol 200 Proof Pennsylvania RTK: Ethyl alcohol 200 Proof Florida: Ethyl alcohol 200 Proof Minnesota: Ethyl alcohol 200 Proof Massachusetts RTK: Ethyl alcohol 200 Proof Massachusetts spill list: Ethyl alcohol 200 Proof New Jersey: Ethyl alcohol 200 Proof Tennessee: Ethyl alcohol 200 Proof California - Directors List of Hazardous Substances (8 CCR 339): Ethyl alcohol 200 Proof TSCA 8(b) inventory: Ethyl alcohol 200 Proof

Other Regulations:

OSHA: Hazardous by definition of Hazard Communication Standard (29 CFR 1910.1200). EINECS: This product is on the European Inventory of Existing Commercial Chemical Substances.

Other Classifications:

WHMIS (Canada):

CLASS B-2: Flammable liquid with a flash point lower than 37.8°C (100°F). CLASS D-2A: Material causing other toxic effects (VERY TOXIC).

DSCL (EEC):

R11- Highly flammable. S7- Keep container tightly closed. S16- Keep away from sources of ignition - No smoking.

HMS (U.S.A.):

Health Hazard: 2

Fire Hazard: 3

Reactivity: 0

Personal Protection: E

National Fire Protection Association (U.S.A.):

Health: 2

Flammability: 3

Reactivity: 0

Specific hazard:

Protective Equipment:

Gloves. Lab coat. Vapor respirator. Be sure to use an approved/certified respirator or equivalent. Wear appropriate respirator when ventilation is inadequate. Splash goggles.

Section 16: Other Information

References:

-SAX, N.I. Dangerous Properties of Industrial Materials. Toronto, Van Nostrand Reinold, 6e ed. 1984. -Material safety data sheet emitted by: la Commission de la Santé et de la Sécurité du Travail du Québec. -Hawley, G.G.. The Condensed Chemical Dictionary, 11e ed., New York N.Y., Van Nostrand Reinold, 1987. -The Sigma-Aldrich Library of Chemical Safety Data, Edition II. HSDB, RTECS, and LOLI databases.

Other Special Considerations: Not available.

Created: 10/09/2005 05:28 PM

Last Updated: 05/21/2013 12:00 PM

The information above is believed to be accurate and represents the best information currently available to us. However, we make no warranty of merchantability or any other warranty, express or implied, with respect to such information, and we assume no liability resulting from its use. Users should make their own investigations to determine the suitability of the information for their particular purposes. In no event shall ScienceLab.com be liable for any claims, losses, or damages of any third party or for lost profits or any special, indirect, incidental, consequential or exemplary damages, howsoever arising, even if ScienceLab.com has been advised of the possibility of such damages.

LAMPIRAN D

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN

Nama Mahasiswa : Rima Yunia Rahmawati
 No. MHS : 1452108114521083
 Nama Mahasiswa : Dianita Ike Saputri
 No. MHS : 14521083
 Judul Prarancangan)* : PRA RANCANGAN PABRIK ETANOL
 DARI ETILEN DAN AIR DENGAN
 KAPASITAS 40.000 TON / TAHUN
 Mulai Masa Bimbingan : 14 Maret 2018
 Batas Akhir Bimbingan : 10 September 2018

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1.	30/05/18	Judul dan Sifat fisis bahan baku & produk	<i>[Signature]</i>
2.	05/06/18	Neraca Massa	<i>[Signature]</i>
3.	11/07/18	Neraca panas	<i>[Signature]</i>
4.	17/07/18	Alat - alat besar	<i>[Signature]</i>
5.	25/07/18	Alat - alat besar	<i>[Signature]</i>
6.	03/08/18	Alat - alat kecil	<i>[Signature]</i>
7.	18/08/18	Alat - alat kecil	<i>[Signature]</i>
8.	06/09/18	Urethas	<i>[Signature]</i>
9.	26/10/18	Ekonomi	<i>[Signature]</i>
10.	08/11/18	Pengusunan Naskah	<i>[Signature]</i>
11.	13/11/18	Pengusunan Naskah	<i>[Signature]</i>
12.	14/11/18	Pengesahan Naskah	<i>[Signature]</i>

Disetujui Draft Penulisan:

Yogyakarta, 14 NOVEMBER 2018

Pembimbing,

[Signature]

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

)* Judul PraRancangan Ditulis dengan Huruf Balok

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