



TUGAS DESAIN PABRIK KIMIA - TK184803

**PRA DESAIN PABRIK DIETIL ETER
DARI ETANOL DENGAN
PROSES DEHIDRASI**

**Meilan Irma Dani
NRP. 0221174600004**

**Savira Wicaksono Putri
NRP. 02211746000020**

**Dosen Pembimbing :
Prof. Dr. Ir. Achmad Roesyadi, DEA
NIP. 1950 04 28 1979 03 1 002
Hikmatun Ni'mah, S.T., M.Sc., Ph.D.
NIP. 1984 10 10 2009 12 2 006**

**DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019**



TUGAS DESAIN PABRIK KIMIA – TK184803

**PRA DESAIN PABRIK DIETIL ETER
DARI ETANOL DENGAN
PROSES DEHIDRASI**

**Meilan Irma Dani
NRP. 0221174600004**

**Savira Wicaksono Putri
NRP. 0221174600020**

**Dosen Pembimbing :
Prof. Dr. Ir. Achmad Roesyadi, DEA
NIP. 1950 04 28 1979 03 1 002
Hikmatun Ni'mah, S.T., M.Sc., Ph.D.
NIP. 1984 10 10 2009 12 2 006**

**DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019**



PLANT DESIGN PROJECT – TK184803

**PLANT DESIGN DIETHYL ETHER
FROM ETHANOL
WITH DEHYDRATION PROCESS**

**Meilan Irma Dani
NRP. 0221174600004**

**Savira Wicaksono Putri
NRP. 02211746000020**

**Advisors :
Prof. Dr. Ir. Achmad Roesyadi, DEA
NIP. 1950 04 28 1979 03 1 002
Hikmatun Ni'mah, S.T., M.Sc., Ph.D.
NIP. 1984 10 10 2009 12 2 006**

**DEPARTMENT OF CHEMICAL ENGINEERING
FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA
2019**

LEMBAR PENGESAHAN

Laporan Tugas Desain Pabrik Kimia dengan Judul :

"PRA DESAIN PABRIK DIETIL ETER DARI ETANOL DENGAN PROSES DEHIDRASI"



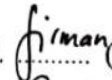


Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi S-1 Departemen Teknik Kimia Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Oleh :

Meilan Irma Dani
Savira Wicaksono Putri

02211746000004
02211746000020

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Desain Pabrik Kimia :

1. Prof. Dr. Ir. Achmad Roesyadi, DEA  (Pembimbing I)
2. Hikmatun Ni'mah, S.T., M.Sc., Ph.D.  (Pembimbing II)
3. Firman Kurniawansyah, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D.  (Penguji I)
4. Setiyo Gunawan, S.T., Ph.D.  (Penguji II)
5. Prof. Dr. Ir. I Gede Wibawa, M.Eng.  (Penguji III)



INTISARI

Sesuai dengan Perpres No. 5 Tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional, ditargetkan konsumsi energi dari minyak bumi menjadi kurang dari 20% pada tahun 2005. Pemerintah Indonesia menargetkan sebesar 23% menggunakan Energi Baru Terbarukan (EBT) dimana untuk penggunaan *biofuel* sekitar 13,69 juta kL. Sejak tahun 2009, Pemerintah mulai mengembangkan penggunaan bahan bakar terbarukan sebagai solusi untuk mengurangi penggunaan bahan bakar yang berasal dari minyak bumi dimana pengembangan produksinya setiap tahun semakin meningkat. DEE yang juga dikenal sebagai eter dan etoksi etana, adalah cairan mudah terbakar yang jernih, tak berwarna, dan bertitik didih rendah serta berbau khas. DEE memiliki nilai ekonomis yang tinggi karena banyak digunakan sebagai pelarut untuk reaksi-reaksi organik dan mulai dikembangkan untuk bahan bakar alternatif sebagai pengganti bahan bakar dari minyak bumi

Proses pembuatan DEE ini menggunakan bahan baku larutan etanol dengan kadar 96,5%. Proses pembuatan DEE terdiri dari 3 tahapan, yaitu persiapan bahan baku, sintesis DEE, dan pemurnian DEE. Tahap persiapan bahan baku meliputi adsorpsi air yang terkandung dalam larutan etanol 96,5% sehingga dihasilkan etanol dengan kadar 99%. Selanjutnya, etanol akan diuapkan menggunakan *vaporizer* agar *feed* masuk reaktor berupa *vapor*.. Tahap selanjutnya adalah sintesis DEE. DEE dibuat dengan cara dehidrasi etanol pada suhu 215°C dan tekanan 2,5 atm di dalam *multitube fixed bed reactor* menggunakan katalis γ -Alumina. Konversi etanol menjadi DEE sebesar 95%. Tahap selanjutnya adalah pemurnian DEE. Produk reaktor kemudian dimurnikan dalam *diethyl ether distillation* untuk memisahkan dietil eter dengan etanol dan air. Distilat yang dihasilkan berupa DEE dengan kadar 99,5%. Hasil bawah *diethyl ether distillation* kemudian dipisahkan kembali dalam *ethanol distillation* untuk memisahkan etanol yang dapat dikembalikan melalui arus *recycle*

dan dimanfaatkan kembali setelah bercampur dengan *feed* etanol dari tangki penyimpanan etanol

Pabrik DEE akan beroperasi pada tahun 2023, dengan pembelian peralatan pada tahun 2021 dan masa konstruksi selama 2 tahun. Pabrik DEE ini akan didirikan di Ngargosari, Gresik, Jawa Timur dengan kapasitas sebesar 37.000 ton/tahun. Bahan baku larutan etanol 96,5% yang dibutuhkan sebesar 47.642 ton/tahun.

Dari perhitungan analisis ekonomi, dengan harga jual DEE sebesar \$2,02 per kg diperoleh *Internal Rate Return* (IRR) sebesar 22,93%. Dengan IRR tersebut mengindikasikan bahwa pabrik layak untuk didirikan dengan suku bunga 10,50% dan waktu pengembalian modal (*pay out time*) selama 4,05 tahun. Perhitungan analisis ekonomi didasarkan pada *discounted cash flow*. Modal untuk pendirian pabrik menggunakan rasio 60% modal sendiri dan 40% modal pinjaman. Modal total yang dibutuhkan untuk mendirikan pabrik adalah sebesar Rp. 364.656.598.810,04, sedangkan *Break Event Point* (BEP) yang diperoleh adalah sebesar 36,53%.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat dan karunia-Nya penyusun dapat melaksanakan Tugas Pra Desain Pabrik yang berjudul **“Pra Desain Pabrik Dietil Eter dari Etanol dengan Proses Dehidrasi”** dan menyelesaikan laporan ini sesuai dengan waktu yang telah ditentukan. Tugas Akhir ini merupakan syarat kelulusan bagi mahasiswa tahap sarjana di Departemen Teknik Kimia FTI-ITS Surabaya.

Selama penyusunan laporan ini, penulis banyak sekali mendapat bimbingan, dorongan, serta bantuan dari banyak pihak. Untuk itu, kami ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Orang tua serta seluruh keluarga penyusun atas doa, dukungan, bimbingan, perhatian dan kasih sayang yang selalu tercurah selama ini.
2. Bapak Juwari, S.T., M.Eng., Ph.D., selaku Kepala Departemen Teknik Kimia FTI-ITS Surabaya.
3. Ibu Dr. Lailatul Qadariyah., ST., M.T. selaku Koordinator Program Studi S1
4. Bapak Prof. Dr. Ir. Achmad Roesyadi, DEA selaku Kepala Laboratorium Teknik Reaksi Kimia, atas bimbingan dan saran yang telah diberikan.
5. Bapak Prof. Dr. Ir. Achmad Roesyadi, DEA dan Ibu Hikmatun Ni'mah, S.T, MSc, Ph.D., selaku dosen pembimbing kami di Laboratorium Teknik Reaksi Kimia, atas bimbingan dan saran yang telah diberikan.
6. Bapak dan Ibu Dosen Pengajar serta seluruh karyawan Departemen Teknik Kimia FTI-ITS.
7. Teman - teman dari Laboratorium Teknik Reaksi Kimia dan semua teman - teman Lintas Jalur Teknik Kimia FTI-ITS serta semua pihak yang telah banyak membantu, yang tidak dapat kami sebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa penulisan laporan ini masih banyak kekurangan dan jauh dari sempurna, oleh karena itu penyusun sangat mengharapkan saran dan masukan yang konstruktif demi kesempurnaan laporan ini.

Surabaya, Juli 2019

Penulis

DAFTAR ISI

INTISARI.....	iii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	iii
BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
I.1 Latar Belakang.....	I-1
I.2 Marketing Aspek.....	I-2
I.3 Prospek Produk.....	I-3
I.4 Kegunaan Produk.....	I-4
BAB II BASIS DESAIN DATA.....	II-1
II.1 Kapasitas Produksi.....	II-1
II.2 Pemilihan Lokasi Pabrik.....	II-5
II.3 Karakteristik Bahan Baku dan Produk.....	II-13
II.3.1 Karakteristik Bahan Baku.....	II-13
II.3.1.1 Etanol.....	II-13
II.3.1.2 γ -Alumina.....	iii
II.3.2 Karakteristik Produk.....	II-14
II.3.2.1 Dietil Eter.....	II-14
BAB III SELEKSI DAN URAIAN PROSES.....	III-1
III.1 Macam-macam Proses Pembuatan Dietil Eter.....	III-1
III.1.1 Proses Dehidrasi Etanol dengan Katalis Asam Sulfat.....	III-4
III.1.2 Proses Dehidrasi Etanol dengan Katalis γ -Alumina.....	III-5
III.1.3 Blok Diagram Proses Pembuatan Dietil Eter.....	III-7
III.2 Proses Adsorpsi.....	III-9
III.3 Seleksi Proses.....	III-11
III.4 <i>Process Flow Diagram</i>	III-15
III.5 Uraian Proses.....	III-15
III.5.1 Persiapan Bahan Baku.....	III-15
III.5.2 Sintesis DEE.....	III-16

III.5.3 Pemurnian DEE	III-17
BAB IV NERACA MASSA DAN ENERGI	IV-1
BAB V DAFTAR DAN HARGA PERALATAN	V-1
BAB VI ANALISIS EKONOMI	VI-1
VI.1 Pengelolaan dan Sumber Daya Manusia	VI-1
VI.1.1 Bentuk Badan Perusahaan	VI-1
VI.1.2 Sistem Organisasi Perusahaan	VI-2
VI.1.3 Perincian Jumlah Tenaga Kerja	VI-9
VI.1.4 Status Karyawan dan Pengupahan	VI-12
VI.2 Utilitas	VI-13
VI.2.1 Unit Pengolahan Air	VI-13
VI.2.2 Unit Penyediaan <i>Steam</i>	VI-14
VI.2.3 Unit Pembangkit Tenaga Listrik	VI-14
VI.2.4 Unit Pendingin	VI-14
VI.3 Analisis Ekonomi	VI-15
VI.3.1 Analisis Keuangan	VI-15
VI.3.2 Analisis Laju Pengembalian Modal (<i>Internal Rate of Return / IRR</i>)	VI-15
VI.3.3 Analisis Waktu Pengembalian Modal (<i>Payout Time / POT</i>)	VI-16
VI.3.4 Analisis Titik Impas (<i>Break Even Point / BEP</i>)	VI-17
BAB VII KESIMPULAN	VII-1
DAFTAR PUSTAKA	xiii
RIWAYAT HIDUP PENULIS	

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1	Struktur Hierarki Pemilihan Lokasi Pabrik.....	II-6
Gambar II.2	Hasil Pemilihan Lokasi Pabrik DEE dengan <i>Software Expert Choice</i>	II-7
Gambar II.3	Hasil Pembobotan Aspek-Aspek Pemilihan Lokasi Pabrik.....	II-8
Gambar II.4	Peta Lokasi Daerah Ngagorsari, Gresik, Jawa Timur.....	II-8
Gambar III.1	Urutan Kemudahan Alkohol Mengalami Dehidrasi.....	III-2
Gambar III.2	Mekanisme Reaksi Dehidrasi Etanol Menggunakan Katalis $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$	III-3
Gambar III.3	Blok Diagram Proses Dehidrasi Etanol dengan Katalis.....	III-6
Gambar III.4	Blok Diagram Proses Dehidrasi Etanol dengan Katalis $\gamma\text{-Alumina}$	III-7
Gambar III.5	<i>Boiling Point / Composition Curve for Ethanol- Water</i>	III-9
Gambar III.6	Blok Diagram Dehidrasi Etanol dengan Katalis $\gamma\text{-Alumina}$	III-14
Gambar VI.1	Struktur Organisasi Perusahaan.....	VI-3
Gambar VI.2	Kebutuhan Pekerja Operator untuk Industri Kimia	VI-10
Gambar VI.3	Kurva <i>Break Even Point</i>	VI-17

DAFTAR TABEL

Tabel II.1	Data Impor Dietil Eter di Indonesia.....	II-1
Tabel II.2	Perkembangan Konsumsi <i>Gasoline</i> di Indonesia	II-2
Tabel II.3	Perkembangan Konsumsi <i>Gasoline</i> di Indonesia	II-2
Tabel II.4	Perkembangan Produksi <i>Gasoline</i> di Indonesia	II-2
Tabel II.5	Perkembangan Impor <i>Gasoline</i> di Indonesia	II-3
Tabel II.6	Proyeksi Konsumsi, Produksi, dan Impor Tahun 2023.....	II-4
Tabel II.7	Data Perusahaan Produsen Etanol di Indonesia	II-10
Tabel II.8	Data Penduduk dengan Umur Produktif di Kota Cilegon dan Kab. Gresik.....	II-11
Tabel II.9	Karakteristik Bahan Baku Etanol.....	II-14
Tabel II.10	Karakteristik <i>Gasoline</i> dan Dietil Eter Sebagai Bahan Bakar.....	II-16
Tabel III.1	Perbandingan Proses Pembuatan Dietil Eter...III-10	
Tabel IV.1	Neraca Massa <i>Mixing Point</i>	IV-2
Tabel IV.2	Neraca Massa Adsorber (D-210A).....	IV-3
Tabel IV.3	Neraca Massa <i>Mixing Point</i> pada <i>Vaporizer</i> (V-213).....	IV-4
Tabel IV.4	Neraca Massa Sistem <i>Overall Vaporizer</i> (V-213)	IV-6
Tabel IV.5	Neraca Massa <i>Vaporizer</i> (V-213).....	IV-6
Tabel IV.6	Neraca Massa <i>Flash Drum</i> (F-214).....	IV-7
Tabel IV.7	Neraca Massa Reaktor (R-310).....	IV-9
Tabel IV.8	Neraca Massa <i>Diethyl Ether Distillation</i> (D-410)	IV-10
Tabel IV.9	Neraca Massa Akumulator (F-412).....	IV-11
Tabel IV.10	Neraca Massa <i>Reboiler</i> (E-418).....	IV-11
Tabel IV.11	Neraca Massa <i>Ethanol Distillation</i> (D-420)...IV-12	

Tabel IV.12	Neraca Massa Akumulator (F-422).....	IV-14
Tabel IV.13	Neraca Massa <i>Reboiler</i> (E-426).....	IV-14
Tabel IV.14	Neraca Energi <i>Mixing Point</i>	IV-16
Tabel IV.15	Neraca Energi Adsorber (D-210A).....	IV-17
Tabel IV.16	Neraca Energi <i>Flash Drum</i> (F-214).....	IV-18
Tabel IV.17	Neraca Energi <i>Mixing Point</i> pada <i>Vaporizer</i> (V-213).....	IV-19
Tabel IV.18	Neraca Energi <i>Vaporizer</i> (V-213).....	IV-20
Tabel IV.19	Neraca Energi <i>Heater</i> (E-215).....	IV-20
Tabel IV.20	Neraca Energi Reaktor (R-310).....	IV-21
Tabel IV.31	Neraca Energi <i>Condensor</i> (E-311).....	IV-22
Tabel IV.32	Neraca Energi <i>Diethyl Ether Distillation</i> (D-410)	IV-23
Tabel IV.33	Neraca Energi <i>Ethanol Distillation</i> (D-420)..	IV-24
Tabel V.I	Daftar dan Harga Peralatan.....	V-1
Tabel V.2	Spesifikasi Alat Tangki Penyimpanan Etanol (F-110).....	V-4
Tabel V.3	Spesifikasi Alat Pompa (L-111).....	V-4
Tabel V.4	Spesifikasi Alat Adsorber (D-210A/B).....	V-5
Tabel V.5	Spesifikasi Alat Tangki Penyimpanan Hasil Adsorpsi (F-211).....	V-5
Tabel V.6	Spesifikasi Alat Pompa (L-212).....	V-6
Tabel V.7	Spesifikasi Alat <i>Vaporizer</i> (V-213).....	V-6
Tabel V.8	Spesifikasi Alat <i>Flash Drum</i> (F-214).....	V-7
Tabel V.9	Spesifikasi Alat <i>Heater</i> (E-215).....	V-7
Tabel V.10	Spesifikasi Alat Reaktor (R-310).....	V-8
Tabel V.11	Spesifikasi Alat <i>Condenser</i> (E-311).....	V-9
Tabel V.12	Spesifikasi Alat Akumulator (F-312).....	V-9
Tabel V.13	Spesifikasi Alat Pompa (L-313).....	V-10
Tabel V.14	Spesifikasi Alat <i>Diethyl Ether Distillation</i> (D-410).....	V-10
Tabel V.15	Spesifikasi Alat <i>Condenser</i> (E-411).....	V-11
Tabel V.16	Spesifikasi Alat Akumulator (F-412).....	V-12
Tabel V.17	Spesifikasi Alat Pompa (L-413).....	V-12
Tabel V.18	Spesifikasi Alat Pompa (L-414).....	V-13

Tabel V.19	Spesifikasi Alat Tangki Penyimpanan DEE (F-415).....	V-13
Tabel V.20	Spesifikasi Alat Pompa (L-416).....	V-14
Tabel V.21	Spesifikasi Alat Pompa (L-417).....	V-14
Tabel V.22	Spesifikasi Alat <i>Reboiler</i> (E-418).....	V-15
Tabel V.23	Spesifikasi Alat Pompa (L-419).....	V-15
Tabel V.24	Spesifikasi Alat <i>Ethanol Distillation</i> (D-420).	V-16
Tabel V.25	Spesifikasi Alat <i>Condenser</i> (E-421).....	V-17
Tabel V.26	Spesifikasi Alat Akumulator (F-422).....	V-17
Tabel V.27	Spesifikasi Alat Pompa (L-423).....	V-18
Tabel V.28	Spesifikasi Alat Pompa (L-425).....	V-18
Tabel V.29	Spesifikasi Alat <i>Reboiler</i> (E-426).....	V-19
Tabel VI.1	Daftar Kebutuhan Karyawan Pabrik DEE.....	VI-10
Tabel VI.2	Jadwal <i>Shift</i> dengan Sistem 2-2-2.....	VI-12

BAB I

LATAR BELAKANG

I.1 Latar Belakang

Pengurangan secara cepat dari cadangan minyak bumi adalah masalah yang paling penting sekarang dan di abad yang akan datang. Penggunaan yang berlebihan dari bahan bakar fosil sebagai sumber energi utama adalah alasan utama dari kedua permasalahan di atas. Di antara bahan bakar fosil lain, minyak bumi adalah bahan bakar yang paling mudah untuk digunakan dalam transportasi. Oleh karena itu, diperkirakan cadangan minyak bumi akan habis dalam jangka waktu 40 tahun sedangkan 70 tahun untuk gas alam (Varışlı, 2007).

Menurut BPH Migas, penggunaan bahan bakar murni di Indonesia terus meningkat setiap tahunnya, penggunaan bensin jenis umum yang tidak disubsidi telah mencapai 51,1 juta kL di tahun 2018. Sesuai dengan Perpres No. 5 Tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional, ditargetkan konsumsi energi dari minyak bumi menjadi kurang dari 20% pada tahun 2005. Pemerintah Indonesia menargetkan sebesar 23% menggunakan Energi Baru Terbarukan (EBT) dimana untuk penggunaan *biofuel* sekitar 13,69 juta kL (ESDM, 2018). Sejak tahun 2009, Pemerintah telah mengembangkan penggunaan bahan bakar terbarukan sebagai solusi untuk mengurangi penggunaan bahan bakar yang berasal dari minyak bumi dimana pengembangan produksinya setiap tahun semakin meningkat. Maka dari itu, dibutuhkan bahan bakar terbarukan sebagai pengganti bahan bakar fosil yang mampu mengatasi permasalahan yang ditimbulkan tersebut. Dietil eter (DEE) merupakan salah satu bahan bakar alternatif yang bisa menggantikan bahan bakar fosil.

DEE yang juga dikenal sebagai eter dan etoksi etana, adalah cairan mudah terbakar yang jernih, tak berwarna, dan bertitik didih rendah serta berbau khas. Anggota paling umum dari gugusan campuran kimiawi yang secara umum dikenal sebagai eter

ini merupakan sebuah isomernya butanol. DEE memiliki nilai ekonomis yang tinggi karena banyak digunakan sebagai pelarut untuk reaksi-reaksi organik dan mulai dikembangkan untuk bahan bakar alternatif. DEE memiliki titik didih 34,6 °C sehingga lebih mudah digunakan sebagai bahan bakar dibandingkan etanol.

Selama ini, etanol umumnya digunakan sebagai bahan bakar dengan cara dicampur dengan bensin (gasohol). Gasohol merupakan campuran bensin atau *gasoline* dengan etanol *grade* bahan bakar 20%. Akan tetapi, penggunaan etanol ini memiliki kelemahan dimana sampai saat ini, masih mensyaratkan konsentrasi yang tinggi yaitu etanol absolut. Untuk memperoleh etanol absolut harus melalui tahap proses fermentasi etanol, proses pemisahan etanol 95% dan proses pemurnian etanol absolut/etanol *grade* bahan bakar. Akibat dari kelemahan tersebut, DEE seringkali digunakan sebagai bahan pencampur untuk mengatasi kelemahan bahan bakar etanol. Selain itu, DEE bisa digunakan sebagai aditif pada bahan bakar diesel yang terbukti dapat meningkatkan performa mesin dan menurunkan konsumsi bahan bakar (Widayat, 2011).

I.2 Marketing Aspek

DEE merupakan salah satu produk yang termasuk dalam kategori bahan bakar alternatif yang digunakan sebagai campuran dengan bahan bakar lain atau digunakan sebagai komponen murninya. Penggunaan DEE dalam campuran bahan bakar ini, diharapkan mampu menaikkan kualitas bahan bakar serta mengurangi substitusi etanol dalam bensin. Campuran etanol dalam bensin sering dikenal dengan istilah gasohol. Gasohol ini telah digunakan oleh beberapa negara maju untuk mengurangi angka penggunaan bahan bakar murni.

Menurut BPH Migas, penggunaan bahan bakar murni di Indonesia terus meningkat setiap tahunnya, penggunaan bensin jenis umum yang tidak disubsidi telah mencapai 51,1 juta kL di tahun 2018. Sedangkan jika mengacu pada negara-negara yang telah mensubstitusi bahan bakar yang digunakan dengan etanol

maksimal 15%, Indonesia mampu mengurangi penggunaan bensin murni hingga 7,725 juta kL dalam setahun, sehingga dengan adanya substitusi bahan alternatif lain seperti DEE ini diharapkan mampu menekan penggunaan bahan bakar bensin murni tersebut. Karena persoalan tersebut, maka rencana pemasaran dietil eter hanya diperuntukan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri.

Alasan produksi DEE ini, selain ditinjau dari beberapa aspek diatas, juga meninjau pada aspek pesaing. Di Indonesia, belum diketahui pabrik yang memproduksi DEE dan selama ini untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, Indonesia hanya mengimpor saja seperti ditunjukkan pada **Tabel II.1**. Sehingga peluang pasar untuk DEE dalam negeri cukup besar.

I.3 Prospek Produk

Kebutuhan bahan bakar minyak (BBM) di Indonesia terus meningkat setiap tahunnya seiring bertambahnya jumlah penduduk yang menggunakan kendaraan bermotor. Pasokan BBM biasanya diusahakan dari produksi dalam negeri maupun impor. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) mengembangkan penggunaan bahan bakar alternatif untuk menekan impor BBM. Pemerintah Indonesia menargetkan sebesar 23% menggunakan Energi Baru Terbarukan (EBT) dimana untuk penggunaan *biofuel* sekitar 13,69 juta kL (ESDM, 2018).

Gasohol sangat potensial mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil seperti minyak bumi. DEE merupakan salah satu bahan campuran dengan bensin yang dapat dijadikan sebagai bahan bakar alternatif untuk dapat memenuhi kebutuhan akan BBM di dalam negeri. Kebutuhan akan bahan bakar alternatif khususnya gasohol akan semakin meningkat dari tahun ke tahun seiring meningkatnya konsumsi yang relatif tinggi akan penggunaan BBM. Oleh karena itu, pembangunan pabrik DEE memiliki prospek yang sangat baik kedepannya sebagai bahan substitusi bensin guna memenuhi kebutuhan nasional akan bahan bakar alternatif.

I.4 Kegunaan Dietil Eter

DEE merupakan salah satu bahan kimia yang sangat dibutuhkan dalam industri dan salah satu anggota senyawa eter yang mempunyai kegunaan yang sangat penting. Di bidang industri, dietil eter banyak digunakan sebagai bahan pelarut untuk melakukan reaksi-reaksi organik dan memisahkan senyawa organik dari sumber alamnya. Penggunaan sebagai pelarut diantaranya untuk pelarut minyak, lemak, getah, resin, mikroselulosa, parfum, alkaloid, dan sebagian kecil dipakai dalam industri butadiena. Di bidang kedokteran, DEE sangat identik dengan bahan anestesi. Kegunaan lainnya yaitu sebagai media ekstraksi untuk memisahkan asam asetat maupun asam organik dan sebagai pelarut untuk bahan yang mempunyai titik didih rendah (Sakuth dkk, 2012).

Sebagai bahan bakar, DEE telah lama digunakan sebagai *starting fluid* pada mesin kendaraan bermotor di negara dengan cuaca dingin. DEE dapat digunakan sebagai bahan substitusi bensin karena dapat menaikkan angka oktan pada bensin.

BAB II BASIS DESAIN DATA

II.1 Kapasitas Produksi

Penentuan kapasitas produksi dalam pendirian pabrik merupakan salah satu faktor penting. Pra desain Pabrik Dietil Eter dari Etanol dengan Proses Dehidrasi Etanol menggunakan Katalis γ -Alumina direncanakan akan didirikan pada tahun 2023 dengan mengacu pada kebutuhan *gasoline* yang masih impor, sehingga dengan adanya produksi DEE dalam negeri dapat menurunkan jumlah impor *gasoline*. Selain itu, penggunaan DEE dalam negeri hingga saat ini dapat dibidang cukup rendah karena hanya digunakan sebagai pelarut dan anastesi dalam bidang kesehatan. Berikut merupakan data impor dietil eter dalam negeri dapat dilihat pada **Tabel II.1**.

Tabel II.1 Data Impor Dietil Eter di Indonesia (BPS, 2018)

Tahun	Impor (ton)
2013	2,567
2014	17,933
2015	19,667
2016	5,263
2017	7,073

Kapasitas perancangan pabrik ini direncanakan dengan pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut:

1. Kajian Potensi Pasar *Gasoline* di Indonesia

Kajian potensi pasar *Gasoline* di Indonesia dilihat berdasarkan data konsumsi, ekspor, produksi, dan impor *gasoline* di Indonesia selama 5 tahun berakhir.

a. Konsumsi *Gasoline* di Indonesia

Perkembangan konsumsi *gasoline* pada tahun 2013-2017 dapat dilihat pada **Tabel II.2**.

Tabel II.2 Perkembangan Konsumsi *Gasoline* di Indonesia
(ESDM, 2018)

Tahun	Konsumsi (kL)	Perkembangan (%)
2013	29.632.046	-
2014	30.039.847	1,38
2015	30.690.396	2,17
2016	31.986.192	4,22
2017	33.175.800	3,72
Rata-rata Perkembangan		2,87

b. Ekspor *Gasoline* di Indonesia

Perkembangan ekspor *gasoline* pada tahun 2013-2017 dapat dilihat pada **Tabel II.3**.

Tabel II.3 Perkembangan Ekspor *Gasoline* di Indonesia
(ESDM, 2018)

Tahun	Ekspor (kL)	Perkembangan (%)
2013	15.485	-
2014	25.279	63,24
2015	2.337	-90,75
2016	1.431	-38,78
2017	636	-55,56
Rata-rata Perkembangan		-30,46

c. Produksi *Gasoline* di Indonesia

Perkembangan produksi *gasoline* pada tahun 2013-2017 dapat dilihat pada **Tabel II.4**.

Tabel II.4 Perkembangan Produksi *Gasoline* di Indonesia (ESDM, 2018)

Tahun	Produksi (kL)	Perkembangan (%)
2013	11.350.262	-
2014	11.924.524	5,06
2015	12.905.794	8,23
2016	14.929.225	15,68
2017	14.587.244	-2,29
Rata-rata Perkembangan		6,67

d. Impor *Gasoline* di Indonesia

Perkembangan impor *gasoline* pada tahun 2013-2017 dapat dilihat pada **Tabel II.5**.

Tabel II.5 Perkembangan Impor *Gasoline* di Indonesia (ESDM, 2018)

Tahun	Impor (kL)	Perkembangan (%)
2013	18.668.000	-
2014	19.512.000	4,52
2015	18.226.000	-6,59
2016	15.690.000	-13,91
2017	17.672.000	12,63
Rata-rata Perkembangan		-0,84

2. Kebutuhan *Gasoline* di Indonesia pada Tahun 2023

Dari data di atas, maka dapat dilakukan perhitungan untuk memprediksi kebutuhan *gasoline* di Indonesia pada tahun 2023 (dalam kL) dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$F = F_0 (1 + i)^n$$

Dimana :

F = Perkiraan kebutuhan *gasoline* pada tahun 2023

- F_0 = Kebutuhan *gasoline* pada tahun terakhir
 i = Perkembangan rata-rata
 n = Selisih waktu

(Peters & Timmerhaus, 2003).

Hasil perhitungan proyeksi konsumsi, ekspor, produksi, dan impor *gasoline* di Indonesia tahun 2023 dengan menggunakan persamaan di atas adalah sebagai berikut:

Tabel II.6 Proyeksi Konsumsi, Produksi, dan Impor
Tahun 2023

Proyeksi	<i>Gasoline</i> (kL)
Konsumsi	39.316.387,483
Ekspor	71,915
Produksi	21.488.402,025
Impor	16.801.949,456

Berdasarkan data-data diatas, dapat dihitung kebutuhan *gasoline* di Indonesia pada tahun 2023 sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan } \textit{gasoline} &= (\text{Konsumsi} + \text{Ekspor}) - (\text{Produksi} + \text{Impor}) \\
 &= [(71,915 + 39.316.387,483) - \\
 &\quad (21.488.402,025 + 16.801.949,456)] \\
 &\quad \text{kL/tahun} \\
 &= 1.026.107,918 \text{ kL/tahun} \\
 &= (1.026.107,918 \text{ kL/tahun}) \times (0,730 \text{Cton/kL}) \\
 &= 749.058,780 \text{ ton/tahun}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan, maka kebutuhan *gasoline* di Indonesia pada tahun 2023 akan mencapai 749.058,780 ton/tahun. Pabrik DEE direncanakan didirikan dengan kapasitas sebesar 5% dari total kebutuhan *gasoline* di Indonesia yang belum terpenuhi. Perhitungan kapasitas produksi pabrik DEE adalah sebagai berikut:

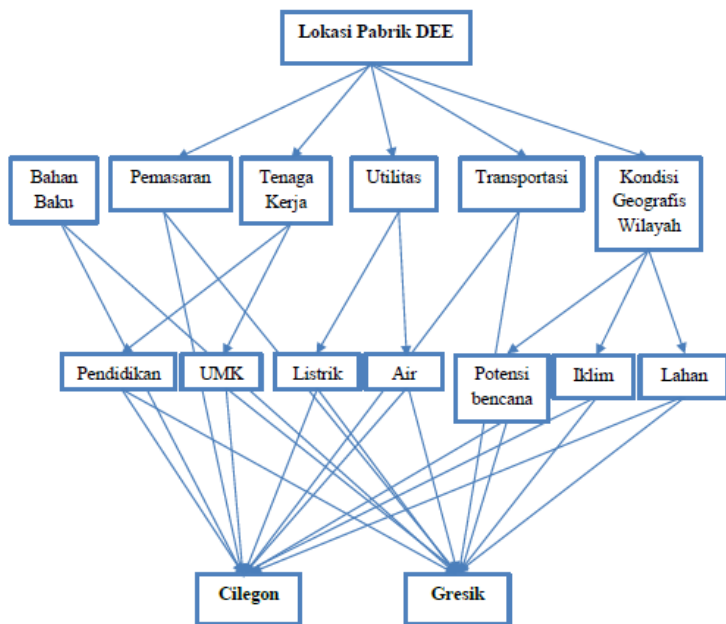
$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas produksi} &= 5\% \times 749.058,780 \text{ ton/tahun} \\
 &= 37.452,939 \text{ ton/tahun} \\
 &= 37.000 \text{ ton/tahun (pembulatan)}
 \end{aligned}$$

Penentuan kapasitas pabrik didasarkan pada pertimbangan untuk memenuhi kebutuhan akan *gasoline* dalam negeri dan

menurunkan jumlah impor *gasoline* . Penurunan jumlah impor *gasoline* diharapkan dapat menghemat devisa negara. Jadi, dapat disimpulkan bahwa kapasitas produksi untuk pabrik DEE yang direncanakan sebesar 37.000 ton/tahun ini berkemampuan memenuhi 5% dari kebutuhan *gasoline* dalam negeri pada tahun 2023.

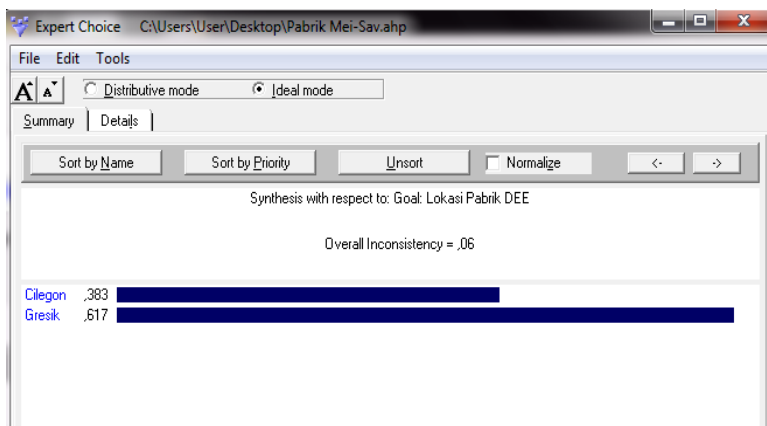
II.2 Pemilihan Lokasi Pabrik

Lokasi pabrik merupakan hal yang berpengaruh dalam pendirian suatu pabrik, karena tujuan penentuan lokasi pabrik ini untuk menunjang proses produksi agar berjalan lancar, efektif dan efisien. Sehingga harus memperhatikan faktor-faktor penunjang lainnya baik yang mempengaruhi finansial maupun non-finansial. Berikut adalah evaluasi aspek-aspek yang memungkinkan untuk penentuan lokasi pabrik dietil eter (DEE) dari etanol menggunakan katalis γ -alumina :



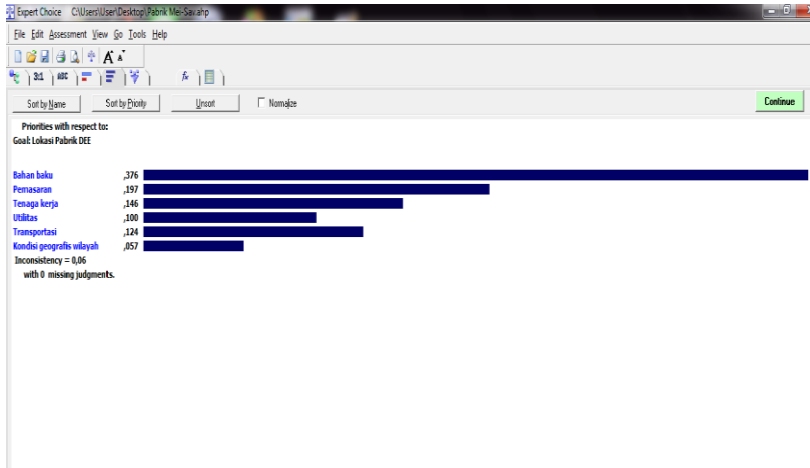
Gambar II.1 Struktur Hierarki Pemilihan Lokasi Pabrik Dietil Eter

Pemilihan lokasi pabrik DEE berdasarkan metode pembobotan menggunakan *Analysis Hierarchy Process* (AHP) dapat dilihat pada **Gambar III.1**. Hasil pembobotan menggunakan *software Expert Choice* dapat dilihat pada **Gambar III.2**, didapatkan bahwa lokasi di Kab. Gresik merupakan lokasi yang paling baik untuk mendirikan pabrik DEE.

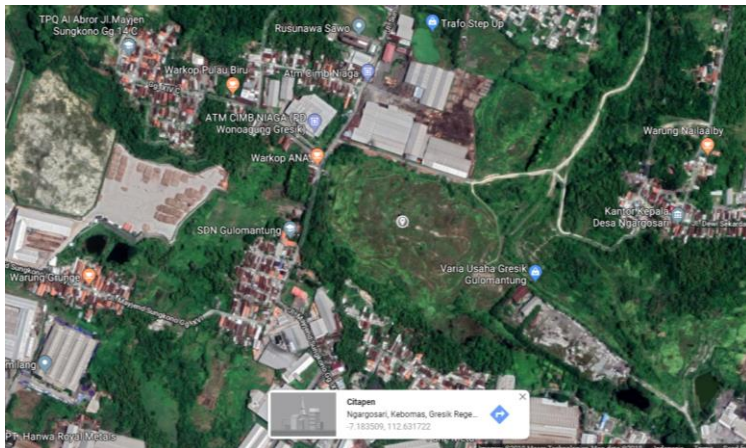


Gambar II.2 Hasil Pemilihan Lokasi Pabrik DEE dengan *Software Expert Choice*

Dari hasil pembobotan menggunakan *software Expert Choice*, didapatkan bahwa Kab. Gresik lebih unggul dibandingkan Kota Cilegon dengan rincian pembobotan dapat dilihat pada **Gambar II.3** dengan hasil *inconsistency* sebesar 0,06, dimana bahan baku menjadi faktor yang paling utama dalam pemilihan lokasi pabrik DEE. Disusul dengan pemasaran, tenaga kerja, transportasi, utilitas, dan kondisi geografis wilayah.



Gambar II.3 Hasil Pembobotan Aspek-Aspek Pemilihan Lokasi Pabrik DEE



Gambar II.4 Peta Lokasi Daerah Ngargosari, Gresik, Jawa Timur
(<https://earth.google.com>)

Tujuan dari penentuan lokasi pabrik adalah untuk membantu pabrik dapat beroperasi dengan lancar, efektif, dan efisien. Dari hasil pembobotan dengan *software Expert Choice* dapat disimpulkan bahwa Kab. Gresik sangat cocok untuk didirikan Pabrik Dietil Eter dengan Proses Dehidrasi Etanol menggunakan Katalis γ -Alumina. Pabrik DEE akan didirikan di Ngargosari, Kebomas, Kabupaten Gresik, Jawa Timur terletak di garis -7.183509, 112.631722. Pabrik DEE ini akan didirikan dengan pertimbangan beberapa aspek yang berpengaruh terhadap proses operasi, antara lain:

1. Faktor Utama :

Faktor ini mempengaruhi langsung terhadap tujuan utama pendirian pabrik yang meliputi produksi dan distribusi. Faktor utama meliputi:

a. Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku merupakan faktor yang paling penting dalam pemilihan lokasi pabrik. Bahan baku merupakan faktor penting dalam kelangsungan operasi suatu pabrik sehingga pengadaan bahan baku sangat diprioritaskan. Jika lokasi yang dipilih mendekati dengan sumber bahan baku, maka akan mengurangi biaya transportasi. Bahan baku yang digunakan adalah larutan etanol 96,5% berat. Perusahaan yang memproduksi larutan etanol 96,5% berat dapat dilihat pada **Tabel II.7**.

Perusahaan produsen etanol 96,5% di daerah Malang lebih besar kapasitas produksinya yaitu sebesar 64.680 ton/tahun dibandingkan di daerah Lampung yaitu sebesar 48.969 ton/tahun dimana Malang letaknya lebih dekat dari Kab. Gresik dan Lampung lebih dekat dengan Kota Cilegon.

Tabel II.7 Data Perusahaan Produsen Etanol di Indonesia

Nama Perusahaan	% Etanol	Daerah	Kapasitas (ton/tahun)
PT Molindo Raya Industrial	96,5	Malang	64.680
PT Indo Acidatama Tbk.	96,5	Solo	39.325
PT Indolampung Distillery	96,5	Lampung	48.969

Alumina yang digunakan sebagai katalis dipasok dari Shanghai Jiuzhou Chemicals Co., Ltd dengan kapasitas produksi 7.200 ton/tahun yang merupakan bahan impor akan dikirim melalui transportasi laut.

b. Pemasaran

Pemasaran produk DEE ditunjukkan untuk membantu memenuhi kebutuhan *gasoline* dalam negeri. Produk DEE rencananya akan dijual ke PT Pertamina (Persero) Tbk.. Hal ini dikarenakan Pertamina membutuhkan pasokan DEE sebagai bahan substitusi pada *gasoline* sebesar 5% dengan mengacu pada penggunaan bahan bakar E5 (95% *gasoline* dan 5% etanol).

c. Transportasi

Transportasi yang dapat digunakan sebagai akses bahan baku etanol dan juga pendistribusian produk DEE ke Pertamina dapat digunakan melalu jalur darat maupun laut. Pada jalur darat, terdapat jalan tol yang dapat memudahkan dalam transportasi bahan baku etanol dan pendistribusian produk DEE menggunakan truk tangki. Sementara pada jalur laut, transportasi impor katali alumina dari Jepang dan pendistribusian produk DEE ke luar Pulau Jawa dapat menggunakan kapal melalui pelabuhan yang dekat dengan pabrik. Kota Cilegon terdapat 1 pelabuhan besar, yaitu Pelabuhan Merak,

sedangkan Kab. Gresik terdapat 1 pelabuhan, yaitu Pelabuhan Gresik (Pelindo, 2019).

d. Tenaga kerja

Faktor tenaga kerja merupakan faktor vital dalam pendirian sebuah pabrik. Tenaga Kerja sebagian besar akan diambil dari penduduk sekitar. Faktor tenaga kerja dapat dilihat dari dua aspek, yaitu latar belakang pendidikan dan upah minimum kabupaten/kota (UMK) Karena lokasinya cukup dekat dengan pemukiman penduduk, selain dapat memenuhi kebutuhan tenaga kerja, juga dapat membantu meningkatkan taraf hidup masyarakat sekitar.

Menurut BPS tahun 2019, jumlah penduduk di Kabupaten Gresik sebesar 1.319.314 jiwa, sedangkan jumlah penduduk di Kota Cilegon sebesar 405.303 jiwa. Perbandingan jumlah penduduk dengan umur produktif untuk bekerja yaitu umur 15-64 tahun antara Kota Cilegon dan Kabupaten Gresik dapat dilihat pada **Tabel II.8**.

Tabel II.8 Data Penduduk dengan Umur Porduktif di Kota Cilegon dan Kab. Gresik (BPS, 2018)

Kabupaten/Kota	Pendidikan tertinggi yang ditamatkan						
	SLTA/MA	SMK	DI/DII	DIII	DIV/S1	S2/S3	Jumlah
Cilegon	82.657	12.787	3.361	5.639	12.896	1.062	118.402
Gresik	239.547	20.266	5.359	8.353	40.952	1.993	316.470

Upah minimum kabupaten/kota (UMK) untuk wilayah Kab. Gresik pada tahun 2019 sebesar Rp 3.867.874,40 (Gubernur Jawa Timur, 2018). Sedangkan upah minimum kabupaten/kota (UMK) untuk wilayah Kota Cilegon pada tahun 2019 sebesar Rp 3.913.078,44 (Gubernur Banten, 2017).

Dapat dilihat pada **Tabel II.8**, jumlah penduduk dengan umur produktif dengan latar belakang SMA/SMK, Diploma, dan Sarjana di Kab. Gresik lebih banyak dibandingkan di Kota Cilegon. Upah minimum kabupaten/kota (UMK) untuk wilayah Kab. Gresik lebih

rendah yaitu Rp 3.867.874,40 dibandingkan Kota Cilegon yaitu Rp 3.913.078,44. Hal ini menguntungkan bagi pabrik dalam segi ekonomi sebagai standar gaji bagi karyawan daerah sekitar serta untuk memperbaiki ekonomi masyarakat sekitar lokasi pabrik.

e. Utilitas

Sarana – sarana pendukung seperti tersedianya air, listrik, dan sarana lainnya juga harus diperhatikan agar proses produksi dapat berjalan dengan baik. Konsumsi energi listrik di Kota Cilegon sebesar 415.773 MWH (BPS, 2018). Sumber listrik di Kota Cilegon berasal dari PLN yaitu dari PLTU dan PLTGU yang berada di Provinsi Banten dengan kapasitas total terpasang yaitu sekitar 4.200 MW (2.400 MW PLTU Suralaya, 750 MW PLTGU Cilegon, dan 80-100 MW PLTU KDL)

(<https://bantenminning.wordpress.com/ketenagalistrikan/>)

Konsumsi energi listrik di Kab. Gresik sebesar 1.940.561 MWH (BPS, 2018). Sumber listrik di Kab. Gresik berasal dari PLN dengan kapasitas total terpasang sebesar 2.140 MW yang berasal dari PLN yang diproduksi oleh PLTU, PLTG, dan PLTGU yang berada di Kab. Gresik (Citrabangsa, 2018).

(<https://www.ptpjb.com/esdm-pastikan-pjb-up-gresik-siap-pasokan-listrik-lebaran-2018/>).

Sedangkan untuk sumber air, keduanya dapat memanfaatkan dan mengolah air laut serta air sungai dan ketersediannya cukup banyak. Ketersediaan air untuk wilayah Kab. Gresik diperoleh dari air sungai dan air payau apabila ketersediaan air tanah dan air sungai terbatas. Meskipun treatment yang dilakukan cukup panjang untuk mengolah air payau, namun hal tersebut dilakukan agar ketersediaan air untuk masyarakat sekitar tetap terpenuhi (<https://www.suaramerdeka.com/news/>).

Ketersediaan air untuk wilayah Kota Cilegon diperoleh dari air laut dan air Sungai Cidanau. Sungai

Cidanau merupakan daerah aliran sungai dengan luas 22.620 Ha yang memegang peranan penting dalam penyediaan sumber air baku untuk masyarakat dan industri di Kota Cilegon dengan potensi debit rata-rata 2.000 L/s (<http://www.perpamsibanten.org/jasalingkungan.htm>).

f. Kondisi Geografis Wilayah

Kondisi wilayah suatu daerah juga merupakan hal yang perlu diperhatikan dalam menentukan lokasi pendirian Pabrik DEE agar pabrik dapat beroperasi sesuai target. Adanya data kondisi geografis suatu wilayah tersebut dapat digunakan sebagai pertimbangan dalam pemilihan lokasi suatu pabrik. Berdasarkan data BMKG pada tahun 2019, diperoleh data kondisi wilayah sebagai berikut :

1. Kota Cilegon

- Kelembapan udara rata-rata = 65 - 90 %
- Suhu udara rata = 24 – 32 °C
- Curah hujan rata-rata = 109,175 mm³
- Potensi gempa = Tinggi
- Potensi banjir = Sedang
- Kecepatan angin = 10 km/h
- Luas Wilayah = 17.550 Ha

(<https://www.bmkg.go.id/cuaca/prakiraan-cuaca>)

2. Kabupaten Gresik

- Kelembapan udara rata-rata = ± 75 %
- Suhu udara rata-rata = 28,5 °C
- Curah hujan rata-rata = 2.245 mm pertahun
- Potensi gempa = Rendah
- Potensi Banjir = Sedang
(kawasan rawan banjir 9.426,115 Ha)
- Kecepatan Angin = 10 km/h
- Luas Wilayah = 119.135 Ha

(<https://www.bmkg.go.id/cuaca/prakiraan-cuaca>)

II.3 Karakteristik Bahan Baku dan Produk

II.3.1 Karakteristik Bahan Baku

II.3.1.1 Etanol

Etanol merupakan bahan baku utama dalam proses pembuatan DEE. Etanol atau etil alkohol adalah salah satu turunan dari senyawa hidroksil atau gugus OH dengan rumus kimia C_2H_5OH . Istilah umum yang sering dipakai untuk senyawa tersebut adalah alkohol. Etanol merupakan cairan yang tidak berwarna, larut dalam air, eter, aseton, benzene, mudah menguap dan mudah terbakar. Etanol banyak digunakan sebagai pelarut, germisida, minuman, bahan anti beku, bahan bakar, dan senyawa antara untuk sintesis senyawa-senyawa organik lainnya. Etanol sebagai pelarut banyak digunakan dalam industri farmasi, kosmetika, dan resin maupun laboratorium (Ullmann, 1987).

Penggunaan etanol sebagai bahan bakar, mempunyai prospek yang cerah. Bahan bakar etanol merupakan sumber energi terbarukan, karena dapat dibuat dari bahan baku yang berasal dari tumbuh-tumbuhan. Etanol murni dapat digunakan sebagai cairan pencampur pada bensin. Etanol mempunyai angka oktan yang cukup tinggi, sehingga dapat digunakan untuk menaikkan angka oktan. Akan tetapi bahan bakar etanol memiliki kelemahan yaitu pada mesin yang menggunakan campuran etanol akan menjadi masalah saat cuaca dingin (musim dingin) (Ullmann, 1987). Sifat-sifat fisik Etanol dapat dilihat dalam **Tabel II.9**.

Tabel II.9 Karakteristik Bahan Baku Etanol
(Erwin & Moulton, 1996)

Karakteristik	Nilai
Titik didih (°F)	172
Angka cetan	< 5
<i>Autoignition temperature</i> (°F)	793
<i>Flammibility limit</i> , (% vol.)	4,3 – 19,0
<i>Lower heating value</i> Btu/lb)	11500
Viskositas pada 68 °F	1,19 (68)

Densitas (lb/gal)	6,612
-------------------	-------

II.3.1.2 γ -Alumina

Gamma alumina (γ -Al₂O₃) merupakan alumina transisi yang berbentuk padatan *amorphous*. Gamma alumina adalah kelompok alumina aktif yang banyak digunakan sebagai katalis dan adsorben, misalnya sebagai katalis katalisator substrat di dalam industri otomotif dan petroleum, komposisi struktural untuk pesawat ruang angkasa dan pakaian pelindung dari gesekan dan panas atau abrasi dan thermal. Hal ini dikarenakan katalis gamma alumina memiliki luas permukaan yang besar (100-300 m²/g), volume pori yang besar pula (0,4-0,5 cm³/g), serta diameter pori yang besar (6-40 nm). Selain itu γ -Al₂O₃ stabil dalam proses katalis dan pada suhu tinggi, mudah dibentuk dalam proses pembuatannya dan tidak mahal (Bartholomew, 2006).

II.3.2 Karakteristik Produk

II.3.2.1 Dietil Eter (DEE)

DEE merupakan salah satu dari eter komersial yang paling penting. Hal ini disebabkan DEE memiliki nilai ekonomis yang sangat tinggi. Di bidang industri, DEE banyak digunakan sebagai bahan pelarut untuk melakukan reaksi- reaksi organik dan memisahkan senyawa organik dari sumber alamnya. Penggunaan sebagai pelarut diantaranya untuk pelarut minyak, lemak, getah, resin, mikroselulosa, parfum, alkaloid, dan sebagian kecil dipakai dalam industri butadiena. Di bidang kedokteran, DEE sangat identik dengan bahan anestesi (Ullmann, 1987).

Molekul-molekul eter tidak membentuk ikatan hidrogen satu sama lain. Hal ini menjelaskan mengapa titik didihnya rendah dibandingkan dengan isomer alkoholnya. Sekalipun eter tidak membentuk ikatan hidrogen satu sama lain, eter dapat membentuk ikatan hidrogen dengan senyawa-senyawa yang mempunyai gugus hidroksil -OH. Sehingga alkohol dan eter dapat bercampur. Eter dengan bobot molekul rendah seperti DEE benar-benar larut dalam air. Kelarutan DEE dalam air

adalah 8 gram per 100 ml air. Semakin tinggi jumlah atom karbon suatu eter, kelarutannya dalam air makin rendah. Kerapatan eter lebih rendah daripada air (Widayat, 2011). Sifat-sifat fisik DEE dapat dilihat pada **Tabel II.10**.

Tabel II.10 Karakteristik *Gasoline* dan Dietil Eter sebagai Bahan Bakar (Erwin & Moulton, 1996)

Karakteristik	Jenis Bahan Bakar	
	Dietil Eter	<i>Gasoline</i>
Titik didih (°F)	94	80 – 437
Angka cetan	> 125	13 – 17
<i>Autoignition temperature</i> (°F)	320	495
<i>Flammibility limit</i> , (% vol.)	1,9 – 36	1,0 – 6,0
<i>Lower heating value</i> Btu/lb)	14571	18500
Viskositas pada 68 °F	0,23	3,4
Densitas (lb/gal)	5,946	6,246

BAB III

SELEKSI DAN URAIAN PROSES

III.1 Macam-macam Proses Pembuatan Dietil Eter

Ada beberapa macam proses pembuatan dietil eter, yaitu:

1. Proses Dehidrasi Etanol dengan Katalis Asam Sulfa
2. Proses Dehidrasi Etanol dengan Katalis γ -Alumina

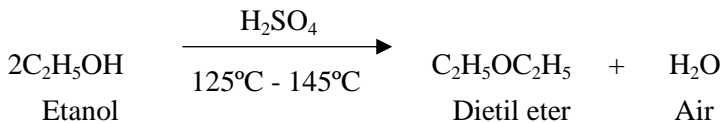
(Kirk & Othmer, 1991).

Reaksi Dehidrasi merupakan reaksi yang paling penting dari etil alkohol atau etanol untuk membentuk suatu produk. Ikatan C – O dan ikatan C – H yang bersebelahan akan putus dan membentuk ikatan rangkap dua.

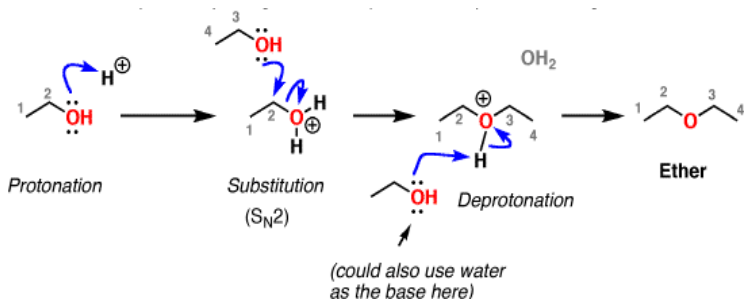
Reaksi dehidrasi memerlukan adanya asam dan pemanasan, yang umumnya dilakukan salah satu dari dua kemungkinan berikut : (1) memanaskan etanol dengan asam sulfat atau asam fosfat, atau (2) uap alcohol dilewatkan pada katalis, umumnya katalis alumina (Al_2O_3), pada suhu tinggi, (Riwiyanto, 2009).

Berikut merupakan contoh mekanisme reaksi dehidrasi:

Alkohol seperti alkil halida akan mengalami reaksi eliminasi dan menghasilkan alkena. Karena air yang dilepaskan dalam reaksi ini, maka reaksi ini disebut reaksi dehidrasi.

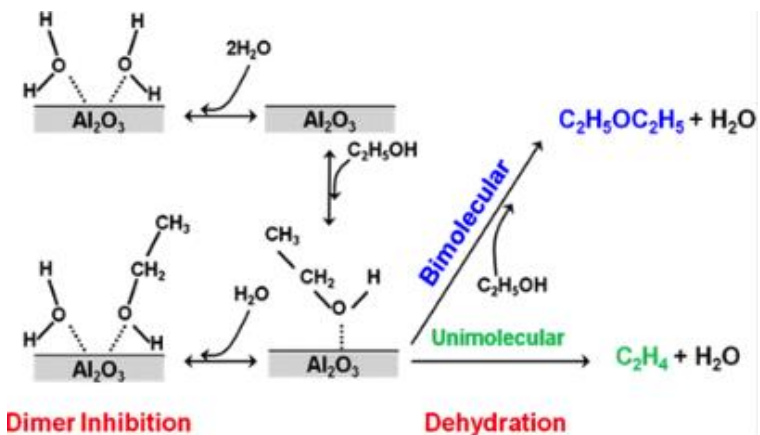


Meskipun asam sulfat sering dipilih untuk katalis dehidrasi, asam kuat apapun juga dapat menyebabkan dehidrasi alkohol. Gambar dibawah ini menunjukkan kemudahan alkohol mengalami dehidrasi karena adanya pemanasan dan asam kuat.



Ketika alkohol dicampur dengan asam sulfat, maka akan terjadi reaksi reversible. Produk yang dominan dari reaksi tergantung pada struktur alkohol, konsentrasi reaktan relative, dan suhu campuran reaksi. Secara umum, alkohol primer membentuk *sulfate esters* pada suhu rendah, eter pada suhu sedang, dan alkena pada suhu tinggi. Alkohol sekunder dan tersier menghasilkan alkena (Fessenden and Fessenden, 1999).

Selain menggunakan asam kuat, dehidrasi etanol juga dapat terjadi dengan katalis padat salah satunya alumina. Berikut merupakan mekanisme reaksi dehidrasi alkohol dengan alumina.

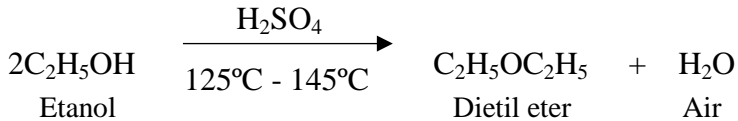


Gambar III.2 Mekanisme Reaksi Dehidrasi Etanol Menggunakan Katalis $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ (DeWilde, 2016)

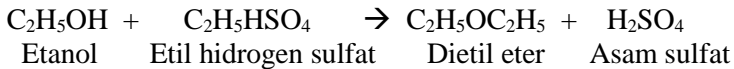
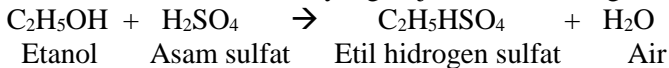
III.1.1 Proses Dehidrasi Etanol dengan Katalis Asam Sulfat

Dehidrasi etil alkohol (C_2H_5OH) secara kontinyu dengan asam sulfat (H_2SO_4) pertama diuraikan oleh P.Boullay, tetapi kemudian ditetapkan sebagai Proses Barbet (Kirk & Othmer, 1982). Proses produksi secara tidak langsung adalah dimana dietil eter merupakan produk samping dalam proses produksi etanol (C_2H_5OH) dari etilen (C_2H_4). Proses asam sulfat dilakukan dengan cara bahan baku etanol (C_2H_5OH) dan katalis asam sulfat (H_2SO_4) (katalis homogen) dipanaskan sampai *temperature* antara 125-140 °C dengan perbandingan 1:3. . Umpam alkohol secara kontinyu masuk ke dalam campuran asam-alkohol dengan pemanasan terlebih dahulu mendekati suhu 127°C. Proses dilakukan pada reaktor *stainless steel* yang dilapisi timbal, dilengkapi pemanas koil dan pelindung kebocoran asam. Konversi dietil eter ($C_4H_{10}O$) dihasilkan sebesar 94–95% (Ullmann, 1987).

Reaksi yang terjadi pada proses dehidrasi etanol menggunakan katalis asam sulfat adalah sebagai berikut:



Mekanisme reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



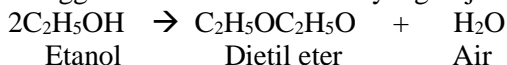
Mekanisme reaksi tersebut menunjukkan bahwa gugus etil C_2H_5 dari etanol akan mengikat gugus SO_4 dari H_2SO membentuk etil sulfat $C_2H_5HSO_4$ dan H_2O dari gugus OH^- etanol dengan gugus H^+ asam sulfat. Etil sulfat yang terbentuk akan bereaksi dengan etanol kembali membentuk DiEtil Eter dan asam sulfat (Fessenden & Fessenden, 1999).

Untuk menghilangkan sulfur dioksida (SO₂) dan asam sulfat (H₂SO₄), campuran dari reaktor dilewatkan *caustic scrubber*. Hasil yang mengandung sedikit larutan alkali, dietil eter (C₄H₁₀O), alkohol dipisahkan dengan kolom fraksi. Setelah pemisahan terjadi, alkohol yang tidak bereaksi dengan air di *recycle*, dan dietil eter (C₄H₁₀O) sebagai hasil disimpan pada tangki-tangki penyimpanan (Kirk & Othmer, 1991). Meskipun begitu, Proses Barbet mempunyai kelemahan dalam pemisahan katalis. Hal ini dikarenakan sifat katalis asam sulfat yang homogen dan bersifat korosif. Dengan demikian membutuhkan investasi peralatan yang cukup mahal (Ullmann, 1987).

III.1.2 Proses Dehidrasi Etanol dengan Katalis γ -Alumina

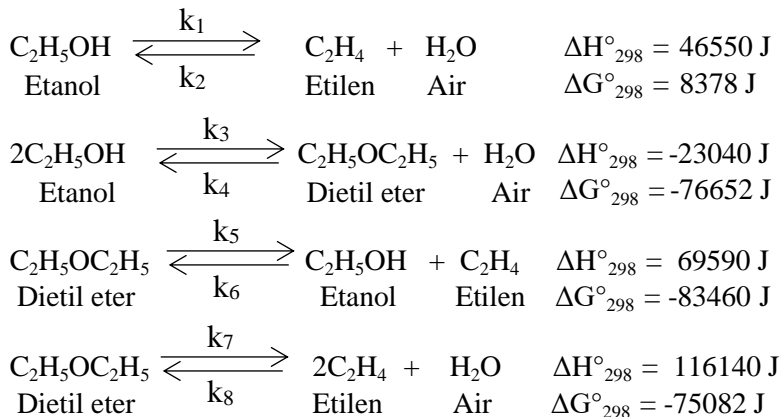
γ -Alumina banyak dipakai sebagai katalis maupun pendukung katalis dalam reaksi dehidrasi dan dehidrogenasi alkohol. Keaktifan dan kereaktifan katalis heterogen ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain adalah luas permukaan katalis padatan, volume dan besarnya pori serta distribusi sisi aktif. Alumina dan terutama γ -Alumina banyak digunakan sebagai katalis dan pendukung katalis, karena selain memiliki luas permukaan yang besar (150-300 m³/g) juga memiliki sisi aktif yang bersifat asam dan basa. Sifat aktif ini dihasilkan dari pelepasan molekul air dari permukaan γ -alumina sebagai berikut:

Bahan baku etanol (C₂H₅OH) diuapkan dan dialirkan kedalam reaktor *fixed bed multitube* dengan katalisator berupa alumina dan beroperasi pada suhu 200 – 250 °C dengan tekanan 3 atm sehingga dihasilkan dietil eter (C₄H₁₀O) dan etanol (C₂H₅OH). Hasil keluar reaktor dikondensasi kemudian dimurnikan dengan menggunakan distilasi. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:

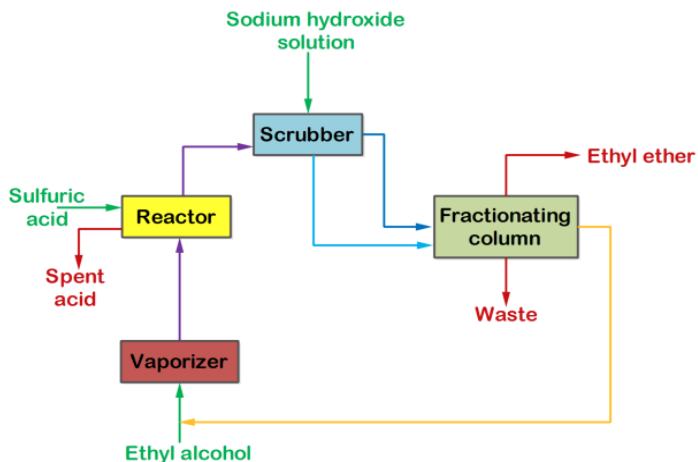


(Kirk & Othmer, 1991).

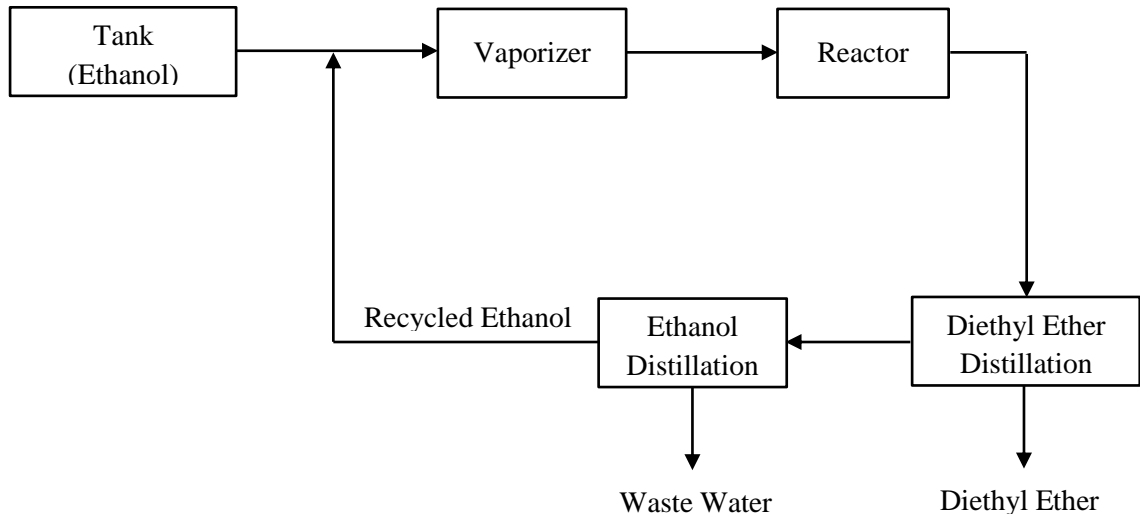
Mekanisme reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



III.1.3 Blok Diagram Proses Pembuatan Dietil Eter



Gambar III.3 Blok Diagram Proses Dehidrasi Etanol dengan Asam Sulfat (Panda, 2002)

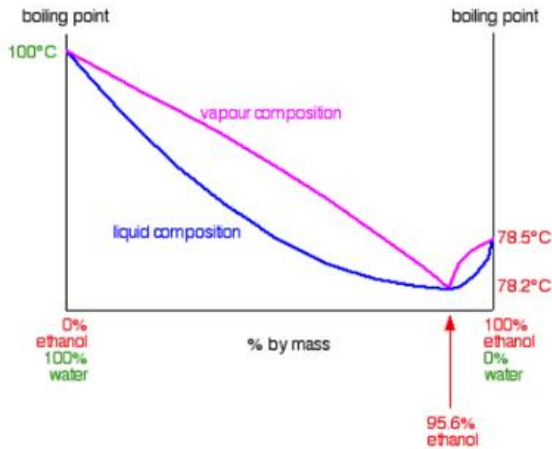


Gambar III.4 Blok Diagram Dehidrasi Etanol dengan Katalis

III.2 Proses Adsorpsi

Proses adsorpsi dilakukan untuk meningkatkan kadar etanol campuran dari hasil *recycle* dari *top product* distilasi dan bahan baku hingga 99%. Komposisi komponen terbanyak berupa etanol dan air, dimana etanol dan air merupakan salah satu campuran azeotrop.

Kata azeotrop berasal dari bahasa Yunani yang berarti “tidak berubah dengan pendidihan”. Campuran ini terdiri dari dua komponen cairan atau lebih dalam komposisi tertentu dan tidak dapat dipisahkan dengan proses distilasi sederhana. Saat campuran azeotrop dididihkan, uap yang terbentuk memiliki komposisi yang sama dengan cairannya. Karena komposisinya yang tidak berubah oleh pendidihan, azeotrop dikenal dengan Distilasi campuran didih tetap (*constant boiling mixture*) (Kusuma dan Dwiatmoko, 2009).



Gambar III.5 Boiling Point / Composition Curve for Ethanol-Water (Perry, et al., 1963)

Gambar diatas merupakan salah satu contoh campuran azeotrop dengan titik didih minimum, dimana konsentrasi maksimal yang diperoleh adalah 95,6%. Konsentrasi tersebut tidak dapat ditingkatkan lagi menggunakan distilasi sederhana sehingga menggunakan metode pemurnian lain untuk mendapatkan

konsentrasi yang lebih tinggi salah satunya proses dehidrasi dengan adsorpsi.

Proses dehidrasi alkohol dengan adsorpsi menggunakan *molecular sieve* yang akan menyerap air secara selektif berdasarkan perbedaan ukuran molekul antara alkohol dan air. *Molecular sieve* adalah material yang memiliki ukuran pori yang spesifik dan seragam. Contoh dari *molecular sieve* yang biasa digunakan pada pemisahan campuran azeotrop alkohol-air adalah kristal aluminasilikat yang memiliki tiga dimensi dengan silika dan alumina tetrahedral yang saling terhubung atau sering disebut zeolite sintesis. Proses adsorpsi dilakukan dengan menggunakan dua kolom yang bekerja bergantian dimana operasi berjalan dikolom yang satu dan regenerasi dikolom lainnya. Regenerasi dapat dilakukan dengan menjadikan kolom dalam kondisi vakum, dengan pemanasan, dan *purging* dengan gas inert (Wahyuni, 2012).

III.3 Seleksi Proses

Berdasarkan uraian proses yang telah dijelaskan, maka dapat disimpulkan perbandingan dari masing-masing proses seperti pada **Tabel III.1**.

Tabel III.1 Perbandingan Proses Pembuatan Dietil Eter

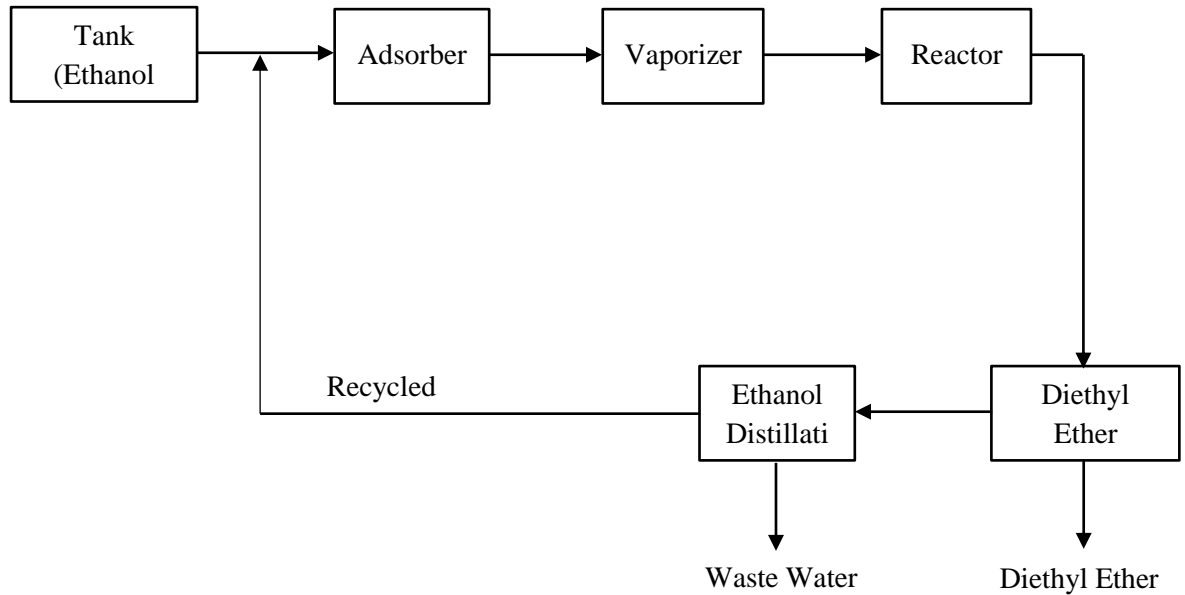
Parameter	Macam-Macam Proses	
	Dehidrasi Etanol dengan Katalis Asam Sulfat	Dehidrasi Etanol dengan Katalis γ -Alumina
Bahan Baku Utama	Etanol	Etanol
Bahan Baku Penolong	Asam sulfat	γ -Alumina
Reaktor	<i>Mixed flow</i>	<i>Fixed bed multitube</i>
Tahapan Proses	<ul style="list-style-type: none">- Persiapan bahan baku- Sintesis DEE- Pemisahan SO₂ dan H₂SO₄- Pemisahan DEE- Pemisahan etanol dan air	<ul style="list-style-type: none">- Persiapan bahan baku- Sintesis DEE- Pemisahan DEE- Pemisahan etanol dan air
Fase Reaksi	Cair	Gas
Sifat Katalis	Homogen dan korosif	Heterogen dan tidak korosif
Pemisahan Katalis	Sulit	Mudah
Kondisi Operasi <ul style="list-style-type: none">- Temperatur (°C)- Tekanan (atm)	<ul style="list-style-type: none">125 – 1401	<ul style="list-style-type: none">200 – 2502,5 – 3

Produk Utama	Dietil eter	Dietil eter
Produk Samping	Etil hidrogen sulfat, Asam sulfat, dan Air	Air
Konversi (%)	94 – 95	95
Peralatan Tambahan	Scrubber Distilasi	Distilasi
Biaya Produksi	Mahal	Murah

Dapat dilihat dari **Tabel III.1**, proses Dehidrasi Etanol dengan Katalis γ -Alumina lebih menguntungkan dibandingkan dengan proses Dehidrasi Etanol dengan Katalis Asam Sulfat. Keuntungan dari proses Dehidrasi Etanol dengan Katalis γ -Alumina adalah sebagai berikut:

1. Proses lebih singkat.
2. Katalis yang digunakan bersifat heterogen dan tidak korosif, sehingga proses pemisahan katalis lebih mudah dan tidak memerlukan peralatan yang tahan terhadap korosi.
3. Produk samping yang dihasilkan lebih sedikit yaitu air pada kondisi operasi (temperatur 200-250 °C dan tekanan 2,5 – 3 atm).
4. Konversi DEE yang dihasilkan sebesar 95%.
5. Peralatan tambahan yang dibutuhkan lebih sedikit, yaitu distilasi.
6. Biaya yang dibutuhkan lebih murah dimana biaya yang dimaksud mencakup biaya pengolahan bahan baku, biaya peralatan tambahan

Berdasarkan pertimbangan di atas, maka proses yang dipilih dalam pembuatan DEE adalah proses Dehidrasi Etanol dengan Katalis γ -Alumina. Blok diagram dari proses Dehidrasi Etanol dengan Katalis γ -Alumina dapat dilihat pada **Gambar III.6**.



Gambar III.6 Blok Diagram Dehidrasi Etanol dengan Katalis γ -Alumina

III.4 *Process Flow Diagram*

(Terlampir)

III.5 Uraian Proses

Tahap proses pembuatan DEE dari etanol dengan proses dehidrasi adalah sebagai berikut:

1. Persiapan bahan baku
2. Sintesis DEE
3. Pemurnian

III.5.1 Persiapan Bahan Baku

Tahap ini bertujuan untuk menyiapkan etanol sebelum direaksikan ke dalam reaktor. Pada tahap ini juga meliputi tahap adsorpsi H₂O yang bertujuan untuk mengurangi kadar air sehingga dapat meningkatkan kadar kemurnian etanol hingga 2-4%. Etanol yang digunakan berbentuk cair dengan kemurnian sekitar 96,5 % berat. Dengan adanya proses adsorpsi, maka etanol yang akan masuk reaktor diharapkan sudah mencapai kemurnian 99% agar diperoleh produk dietil eter dengan kemurnian tinggi. Adsorpsi H₂O pada etanol ini akan dilakukan dengan menggunakan *molecular sieve* sebagai adsorben. Adsorben yang digunakan adalah *molecular sieve* jenis zeolite 3A.

1. Adsorpsi

Etanol 96,5% berbentuk cairan yang disimpan dalam tangki penyimpanan etanol (F-110) dialirkan menggunakan pompa (L-111) dan dicampur dengan *recycle* etanol dari hasil pemisahan pada unit *Ethanol Distillation* (D-420) lalu dialirkan menuju Adsorber (D-210). Di dalam Adsorber (D-210) terjadi proses penyerapan air yang terkandung dalam larutan etanol, sehingga akan dihasilkan larutan etanol yang lebih murni sebesar 99%. Proses pemurnian ini menggunakan adsorben zeolit *molecular sieve* dengan jenis 3A karena diameter pori dari *molecular sieve* ini tidak bisa ditembus oleh molekul etanol tapi molekul air dapat terserap. Ukuran *molecular sieve* ini sebesar 3Å, dengan karakteristik *bulk*

density 45-46 lb/cuft, ukuran partikel 4-8 mesh, void fraction 0,56, *moisture content* 1,5%, *equimolal H₂O capacity* 21% dan *regeneration temperature* 175 – 260 °C.

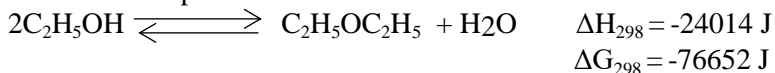
Etanol yang keluar dari adsorber merupakan etanol hidrat (etanol 99%) dan keluar pada suhu 36,128 °C yang disimpan dalam tangki penyimpanan hasil adsorpsi (F-211). Sedangkan *molecular sieve* yang telah digunakan tersebut perlu diregenerasi karena mengalami keadaan jenuh setelah dilakukan adsorpsi. Penggunaan adsorber berupa zeolit *molecular sieve* biasanya dapat beroperasi selama 4 jam sehingga setelah 4 jam lebih maka proses regenerasi dimulai. Regenerasi dari *molecular sieve* tersebut dapat menggunakan udara kering (*dry air*).

2. Penguapan Etanol

Etanol 99% dari tangki penyimpanan hasil adsorpsi (F-221) kemudian dialirkan menggunakan pompa (L-212) ke *Vaporizer* (V-213) untuk diuapkan. Pada *total vaporizer* (V-213), etanol akan berubah fase dari *liquid* menjadi gas pada suhu 111,282 °C. Kemudian etanol dari *Vaporizer* (V-213) akan dipanaskan menggunakan *Heater* (E-215) hingga 215 °C sebelum dimasukkan ke dalam reaktor (R-310).

III.5.2 Sintesis DEE

Etanol yang masuk ke dalam reaktor (R-310) dalam bentuk fase gas dengan kondisi 215°C pada tekanan 2,5 atm. Di dalam reaktor (R-310), etanol akan mengalami reaksi dehidrasi membentuk DEE dan air dengan bantuan katalis γ -Alumina pada suhu tersebut seperti reaksi dibawah ini :



Pada proses dehidrasi dalam reaktor ini suhu dijaga agar dietil eter yang telah dihasilkan tidak membentuk kembali etanol dan etilen. Reaktor yang digunakan untuk reaksi adalah jenis *fixed bed multitube* dengan kondisi *isothermal* dan *adiabatic*, dan reaksi bersifat eksotermis. Reaktor beroperasi pada suhu 225 °C dan

tekanan 2,5 atm. Konversi etanol menjadi DEE yang diperoleh dari reaksi dehidrasi etanol dengan katalis γ -Alumina dalam reaktor sebesar 95 %.

III.5.3 Pemurnian DEE

Dalam unit pemisahan ini dilakukan dengan proses pemisahan produk menggunakan kolom distilasi. Unit pemurnian tersebut dibagi menjadi 2 tahapan proses pemisahan, yaitu pemisahan DEE menggunakan *Diethyl Ether Distillation* (D-410) dan tahap pemisahan etanol dan air menggunakan *Ethanol Distillation* (D-420).

1. Pemisahan DEE

Tahap ini bertujuan untuk memisahkan produk DEE dari etanol dan air. Produk reaktor berupa campuran DEE, etanol, dan air dialirkan ke dalam *Condenser* (E-311) untuk dikondensasi sehingga berubah menjadi cairan. Produk kemudian diumpankan ke kolom *Diethyl Ether Distillation* (D-410) dengan umpan berupa cairan. Pada kolom *Diethyl Ether Distillation* (D-410) terjadi pemisahan antara DEE dengan etanol dan air. Produk atas adalah produk DEE dengan kemurnian sebesar 99,5% berat dengan impuritas etanol yang kemudian akan disimpan dalam tangki penyimpanan DEE (F-414). Kolom *Diethyl Ether Distillation* (D-410) ini menggunakan *Total Condenser* (E-411). *Bottom product* berupa campuran etanol dan air sebagian *directed* di *Reboiler* (E-415) dan sebagian diumpankan pada ke kolom *Ethanol Distillation* (D-420).

2. Pemisahan Etanol dan Air

Tahap ini bertujuan untuk memisahkan etanol dan air. *Bottom product* dari ke kolom *Diethyl Ether Distillation* (D-410) yang berupa campuran etanol dan air dialirkan ke kolom *Ethanol Distillation* (D-420) dengan bantuan pompa (L-416). Kolom *Ethanol Distillation* (D-420) ini menggunakan *Total Condenser* (E-421) dimana produk atas berupa campuran sedikit dietil eter, etanol dan air akan ditampung sementara

dalam akumulator (F-422). Kemudian dipompa menggunakan pompa (L-423) untuk *direcycle* kembali ke dalam aliran *feed* awal. *Bottom product* dari kolom *Ethanol Distillation* (D-420) berupa air dan sedikit etanol akan dialirkan menuju *Waste Water*.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB IV NERACA MASSA DAN ENERGI

IV.1 Neraca Massa

Dalam perhitungan ini berlaku teori Kekekalan Massa dengan asumsi aliran *steady state*. Maka rumus yang digunakan:

$$[\text{Akumulasi}] = [\text{Aliran massa masuk}] - [\text{Aliran massa keluar}]$$

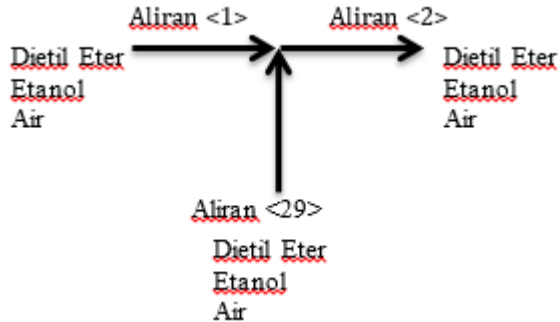
Asumsi aliran *steady state*, maka akumulasi massa sama dengan nol, sehingga neraca massa proses pembuatan *Diethyl Ether* dari *Ethanol* dapat dihitung sebagai berikut:

Kapasitas Produksi	=	37.000 ton DEE/tahun
	=	112,121 ton DEE/hari
	=	4,672 ton DEE/jam
	=	4.671,717 kg DEE/jam
Waktu Operasi	=	330 hari/tahun
Basis Perhitungan	=	1 jam operasi

Untuk kapasitas 4.671,717 kg DEE/jam, dibutuhkan bahan baku *Ethanol* sebanyak 6.015,423 kg ethanol/jam dengan konsentrasi 96,5%.

IV.1.2 MIXING POINT

Fungsi : Terjadi pencampuran antara *feed* etanol dan *recycle* yang berasal dari *Ethanol Distillation* (D-410)

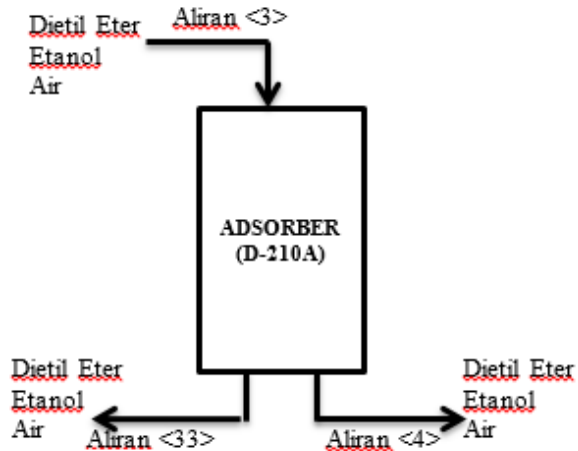


Tabel IV.1 Neraca Massa *Mixing Point*

Aliran Masuk			Aliran Keluar		
Komponen	Fraksi massa	Massa (kg)	Komponen	Fraksi massa	Massa (kg)
Aliran <1>			Aliran <2>		
Dietil eter	0,000	0,000	Dietil eter	0,007	46,974
Etanol	0,965	5.804,883	Etanol	0,958	6.085,006
Air	0,035	210,540	Air	0,035	221,987
Total	1,000	6.015,423	Total	1,000	6.353,967
Aliran <29>					
Dietil eter	0,139	46,974			
Etanol	0,827	280,123			
Air	0,034	11,447			
Total	1,000	338,544			
Total		6.353,967	Total		6.353,967

IV.1.2 ADSORBER (D-210A)

Fungsi : Menyerap air yang terkandung dalam *feed* etanol dan *recycle* etanol sehingga dapat meningkatkan kadar etanol menjadi 99%

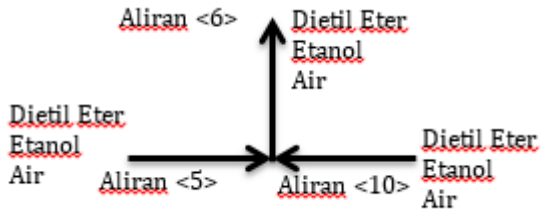


Tabel IV.2 Neraca Massa Adsorber (D-210A)

Aliran Masuk			Aliran Keluar		
Komponen	Fraksi massa	Massa (kg)	Komponen	Fraksi massa	Massa (kg)
Aliran <3>			Aliran <4>		
Dietil eter	0,007	46,974	Dietil eter	0,008	46,974
Etanol	0,958	6.085,006	Etanol	0,990	6.085,006
Air	0,035	221,987	Air	0,002	14,429
Total	1,000	6.353,967	Total	1,000	6.146,409
			Aliran <33>		
			Air	1,000	207,558
			Total	1,000	207,558
Total		6.353,967	Total		6.353,967

IV.1.3 MIXING POINT

Fungsi : Terjadi pencampuran antara hasil dari Tangki Penyimpanan Hasil Adsorpsi (F-211) dan liquid dari *Flash Drum* (F-214)

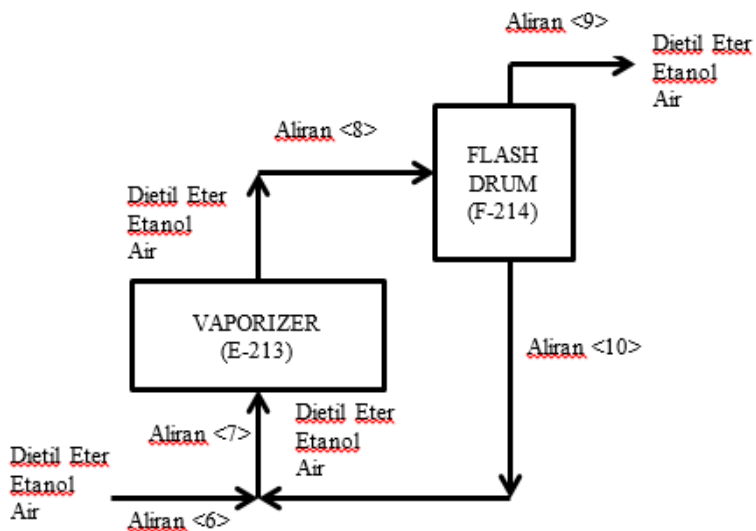


Tabel IV.3 Neraca Massa *Mixing Point* pada *Vaporizer* (V-213)

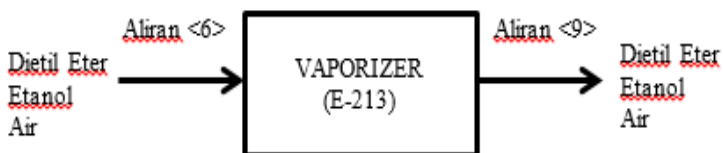
Aliran Masuk			Aliran Keluar		
Komponen	Fraksi massa	Massa (kg)	Komponen	Fraksi massa	Massa (kg)
Aliran <5>			Aliran <6>		
Dietil eter	0,008	46,974	Dietil eter	0,008	58,717
Etanol	0,990	6.085,006	Etanol	0,990	7.606,258
Air	0,002	14,429	Air	0,002	18,036
Total	1,000	6.146,409	Total	1,000	7.683,012
Aliran <10>					
Dietil eter	0,008	11,743			
Etanol	0,990	1.521,252			
Air	0,002	3,607			
Total	1,000	1.536,602			
Total		7.683,012	Total		7.683,012

IV.1.4 VAPORIZER (V-213)

Fungsi : Menguapkan *feed* Reaktor (R-310) sebelum dialirkan ke dalam Reaktor (R-310)



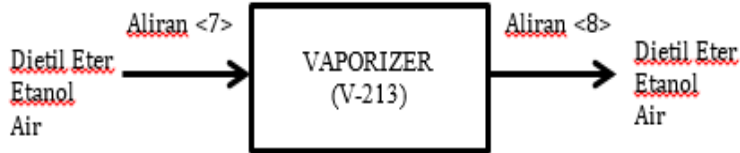
A. SISTEM OVERALL



Tabel IV.4 Neraca Massa Sistem *Overall Vaporizer* (V-213)

Aliran Masuk			Aliran Keluar		
Komponen	Fraksi massa	Massa (kg)	Komponen	Fraksi massa	Massa (kg)
Aliran <6>			Aliran <9>		
Dietil eter	0,0076	46,974	Dietil eter	0,008	46,974
Etanol	0,9900	6.085,006	Etanol	0,990	6.085,006
Air	0,0023	14,429	Air	0,002	14,429
Total	1,000	6.146,409	Total	1,000	6.146,409

B. VAPORIZER (V-213)

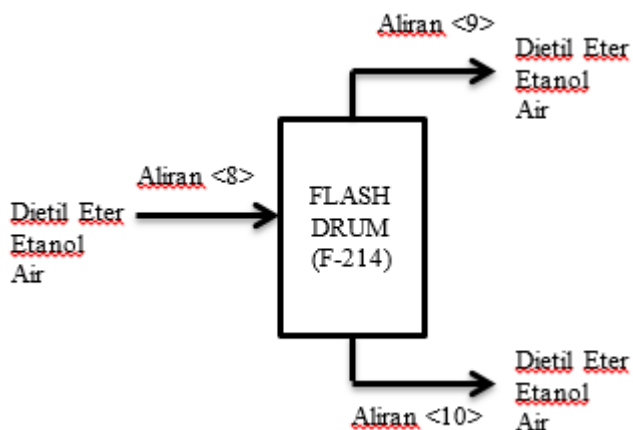


Tabel IV.5 Neraca Massa *Vaporizer* (V-213)

Aliran Masuk			Aliran Keluar		
Komponen	Fraksi massa	Massa (kg)	Komponen	Fraksi massa	Massa (kg)
Aliran <7>			Aliran <8>		
Dietil eter	0,008	58,717	Dietil eter	0,008	58,717
Etanol	0,990	7.606,258	Etanol	0,990	7.606,258
Air	0,002	18,036	Air	0,002	18,036
Total	1,000	7.683,012	Total	1,000	7.683,012

C. FLASH DRUM (F-214)

Fungsi : Memisahkan campuran *vapor* dan *liquid* hasil dari *Vaporizer* (V-213) sehingga akan menghasilkan produk dalam kondisi *saturated vapor*



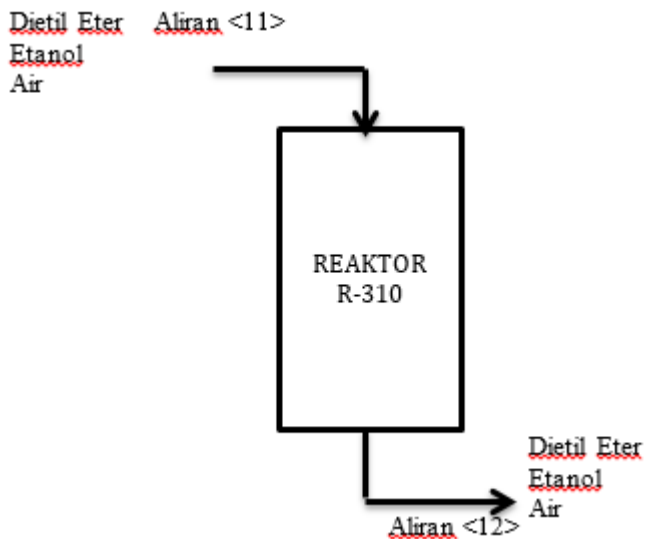
Tabel IV.6 Neraca Massa *Flash Drum* (F-214)

Aliran Masuk			Aliran Keluar		
Komponen	Fraksi massa	Massa (kg)	Komponen	Fraksi massa	Massa (kg)
Aliran <8>			Aliran <9>		
Dietil eter	0,008	58,717	Dietil eter	0,008	46,974
Etanol	0,990	7.606,258	Etanol	0,990	6.085,006
Air	0,002	18,036	Air	0,002	14,429
Total	1,000	7.683,012	Total	1,000	6.146,409

		Aliran <10>		
		Dietil eter	0,008	11,743
		Etanol	0,990	1.521,252
		Air	0,002	3,607
		Total	1,000	1.536,602
Total	7.683,012	Total	7.683,012	

IV.1.5 REAKTOR (R-310)

Fungsi : Terjadi reaksi dehidrasi etanol menjadi etanol sebagai produk utama dan air sebagai produk samping

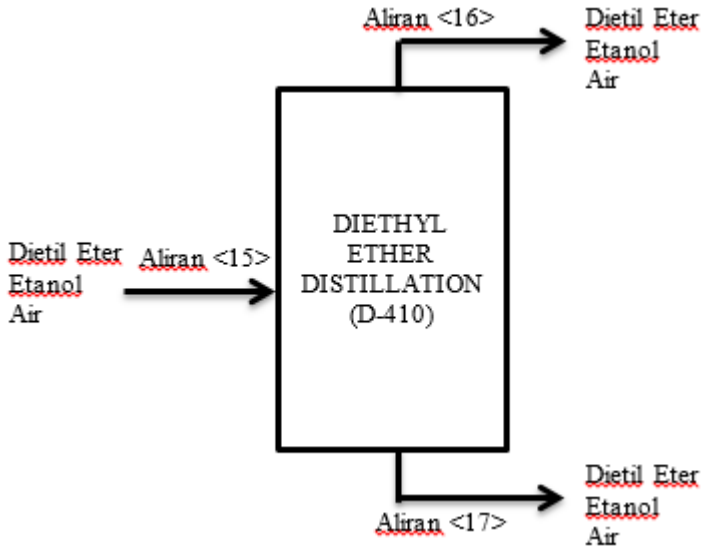


Tabel IV.7 Neraca Massa Reaktor (R-310)

Aliran Masuk			Aliran Keluar		
Komponen	Fraksi massa	Massa (kg)	Komponen	Fraksi massa	Massa (kg)
Aliran <11>			Aliran <12>		
Dietil eter	0,008	46,974	Dietil eter	0,764	4.697,394
Etanol	0,990	6.085,006	Etanol	0,050	304,250
Air	0,002	14,429	Air	0,186	1.144,716
Total	1,000	6.146,4	Total	1,000	6.146,4

IV.1.6 DIETHYL ETHER DISTILLATION (D-410)

Fungsi : Memisahkan dietil eter sebagai produk utama dari etanol dan air

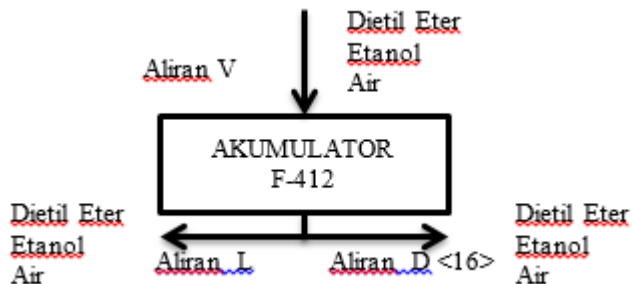


Tabel IV.8 Neraca Massa *Diethyl Ether Distillation* (D-410)

Aliran Masuk			Aliran Keluar		
Komponen	Fraksi massa	Massa (kg)	Komponen	Fraksi massa	Massa (kg)
Aliran <15>			Aliran <16>		
Dietil eter	0,764	4.697,394	Dietil eter	0,995	4.650,420
Etanol	0,050	304,250	Etanol	0,005	21,298
Air	0,186	1.144,716	Air	0,000	0,000
Total	1,000	6.146,360	Total	1,000	4.671,717
			Aliran <17>		
			Dietil eter	0,032	46,974
			Etanol	0,192	282,953
			Air	0,776	1.144,716
			Total	1,000	1.474,643
Total		6.146,360	Total		6.146,360

IV.1.7 AKUMULATOR (F-412)

Fungsi : Menyimpan sementara *distillate* (produk utama) sebelum dialirkan ke dalam Tangki Penyimpanan Produk (F-414)

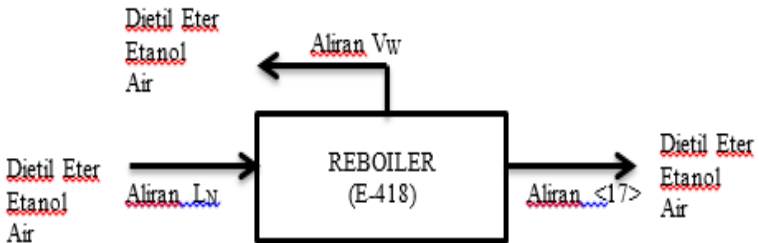


Tabel IV.9 Neraca Massa Akumulator (F-412)

Komponen	Aliran Masuk		Aliran Keluar			
	Aliran V		Aliran L		Aliran D (<16>)	
	x	kg	x	kg	x	kg
Dietil eter	0,995	8.607,800	0,995	3.957,380	0,995	4.650,420
Etanol	0,005	39,421	0,005	18,124	0,005	21,298
Air	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Total	1,000	8.647,221	1,000	3.975,504	1,000	4.671,717
	8.647,221		8.647,221			

IV.1.8 REBOILER (E-418)

Fungsi : Menguapkan kembali sebagian *liquid bottom product*



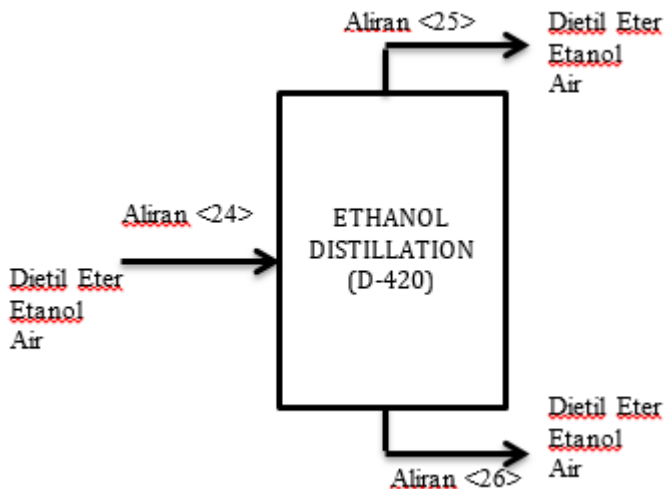
Tabel A.10 Neraca Massa *Reboiler* (E-418)

Komponen	Aliran Masuk		Aliran Keluar			
	Aliran LN		Aliran V _w		Aliran W (<17>)	
	x	kg	x	kg	x	kg
Dietil eter	0,855	8.654,774	0,995	8.607,800	0,032	46,974
Etanol	0,032	322,374	0,005	39,421	0,192	282,953

Air	0,113	1.144,716	0,000	0,000	0,776	1.144,716
Total	1,000	10.121,864	1,000	8.647,221	1,000	1.474,643
	10.121,864		10.121,864			

IV.1.9 ETHANOL DISTILLATION (D-420)

Fungsi : Memisahkan etanol dan dietil eter dari air
(produk samping) untuk *direcycle*



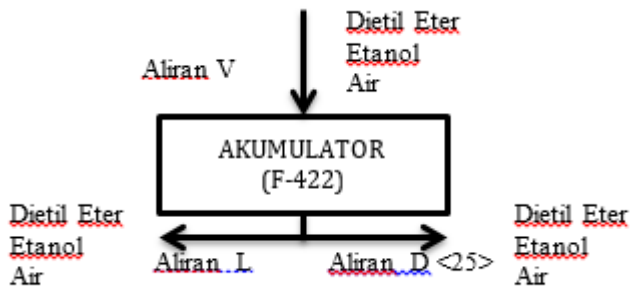
Tabel IV.11 Neraca Massa Ethanol Distillation (D-420)

Aliran Masuk			Aliran Keluar		
Komponen	Fraksi massa	Massa (kg)	Komponen	Fraksi massa	Massa (kg)
Aliran <24>			Aliran <25>		
Dietil eter	0,032	46,974	Dietil eter	0,139	46,974
Etanol	0,192	282,953	Etanol	0,827	280,123

Air	0,776	1.144,716	Air	0,034	11,447
Total	1,000	1.474,643	Total	1,000	338,544
			Aliran <26>		
			Dietil eter	0,000	0,000
			Etanol	0,002	2,830
			Air	0,769	1.133,269
			Total	0,770	1.136,099
Total	1.474,643	Total	1.474,643		

IV.1.10 AKUMULATOR (F-412)

Fungsi : Menyimpan sementara *distillate* (campuran dietil eter, etanol, dan air) sebelum *direcycle* kembali ke dalam aliran *feed*

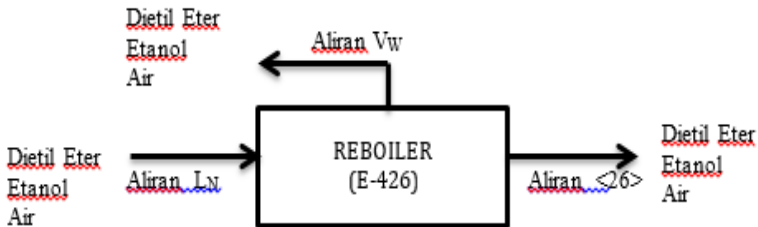


Tabel IV.12 Neraca Massa Akumulator (F-422)

Komponen	Aliran Masuk		Aliran Keluar			
	Aliran V		Aliran L		Aliran D (<25>)	
	x	kg	x	kg	x	kg
Dietil eter	0,139	603,132	0,139	556,158	0,139	46,974
Etanol	0,827	3.596,705	0,827	3.316,581	0,827	280,123
Air	0,034	146,978	0,034	135,531	0,034	11,447
Total	1,000	4.346,815	1,000	4.008,271	1,000	338,544
	4.346,815		4.346,815			

IV.1.11 REBOILER (E-426)

Fungsi : Menguapkan kembali sebagian *liquid bottom product*



Tabel IV.13 Neraca Massa Reboiler (E-426)

Komponen	Aliran Masuk		Aliran Keluar			
	Aliran L _N		Aliran V _W		Aliran W (<26>)	
	x	kg	x	kg	x	kg
Dietil eter	0,108	556,158	0,139	556,158	0,000	0,000
Etanol	0,645	3319,411	0,827	3316,581	0,002	2,830

Air	0,247	1268,801	0,034	135,531	0,998	1133,269
Total	1,000	5144,370	1,000	4008,271	1,000	1136,099
	5144,370		5144,370			

IV.2 NERACA ENERGI

Perhitungan neraca energi menggunakan neraca energy komponen dan neraca energi *overall*. Dalam teori ini, berlaku hukum kekekalan energy dengan asumsi aliran *steady state*, dan satuan yang digunakan ada kJ, maka rumus yang digunakan

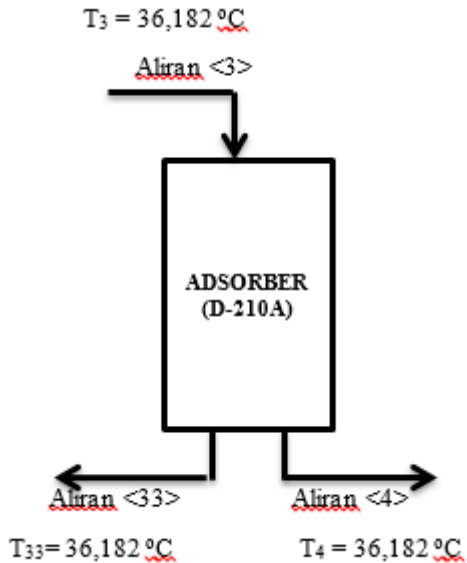
$$[\text{Akumulasi}] = [\text{Aliran massa masuk}] - [\text{Aliran massa keluar}]$$

Sehingga neraca energy proses pembuatan *diethyl ether* dari *ethanol* dapat dihitung sebagai berikut:

Kapasitas Produksi	=	37.000 ton DEE/tahun
	=	112,121 ton DEE/hari
	=	4,672 ton DEE/jam
	=	4.671,717 kg DEE/jam
Waktu Operasi	=	330 hari/tahun
Basis Perhitungan	=	1 jam operasi
Tref	=	25 °C
Satuan Panas	=	kJ

IV.1.2 ADSORBER (D-210A)

Fungsi : Menyerap air yang terkandung dalam *feed* etanol dan *recycle* etanol sehingga dapat meningkatkan kadar etanol menjadi 99%



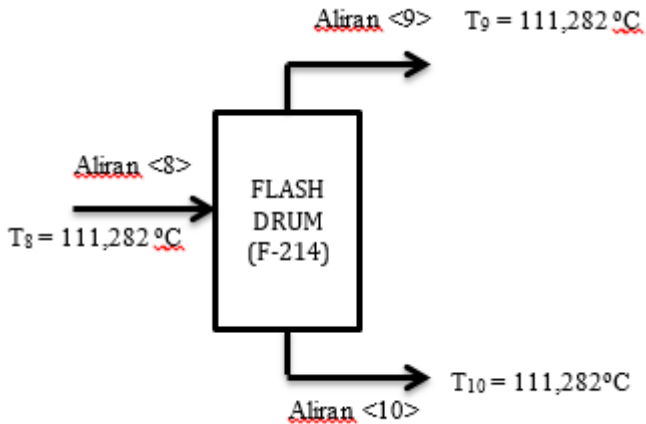
Tabel IV.15 Neraca Energi Adsorber (D-210A)

ΔH masuk (kJ)		ΔH keluar (kJ)	
ΔH_3	171.283,473	ΔH_4	161.565,389
		ΔH_{33}	9.718,084
Total	171.283,473	Total	171.283,473

IV.2.3 VAPORIZER (V-213)

A. FLASH DRUM (F-214)

Fungsi : Memisahkan campuran *vapor* dan *liquid* hasil dari *Vaporizer* (V-213) sehingga akan menghasilkan produk dalam kondisi *saturated vapor*

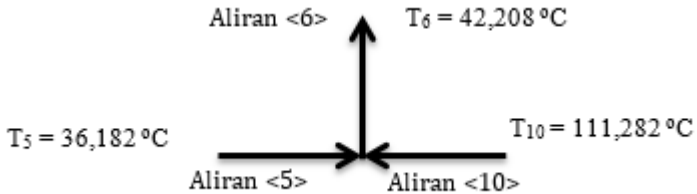


Tabel IV.16 Neraca Energi *Flash Drum* (F-214)

ΔH masuk (kJ)		ΔH keluar (kJ)	
ΔH_8	1.160.974,393	ΔH_9	832.791,419
		ΔH_{10}	328.182,974
Total	1.160.974,393	Total	1.160.974,393

B. MIXING POINT

Fungsi : Terjadi pencampuran antara hasil dari Tangki Penyimpanan Hasil Adsorpsi (F-211) dan *liquid* dari *Flash Drum* (F-214)

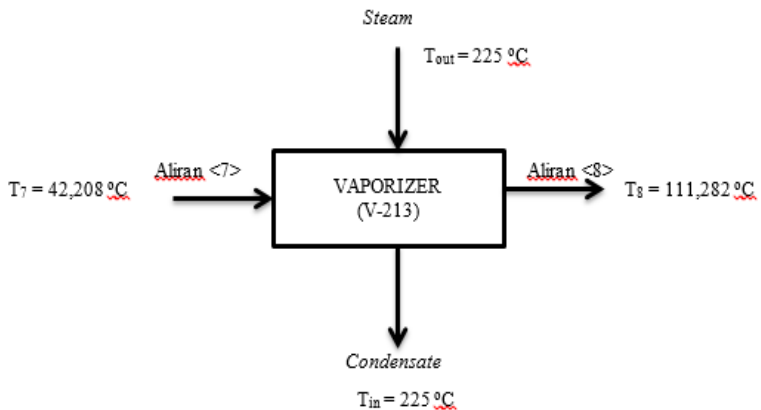


Tabel IV.17 Neraca Energi *Mixing Point* pada *Vaporizer* (V-213)

ΔH masuk (kJ)		ΔH keluar (kJ)	
ΔH_5	161.565,389	ΔH_6	489.748,363
ΔH_9	328.182,974		
Total	489.748,363	Total	489.748,363

C. VAPORIZER (V-213)

Fungsi : Menguapkan *feed* Reaktor (R-310) sebelum dialirkan ke dalam Reaktor (R-310)

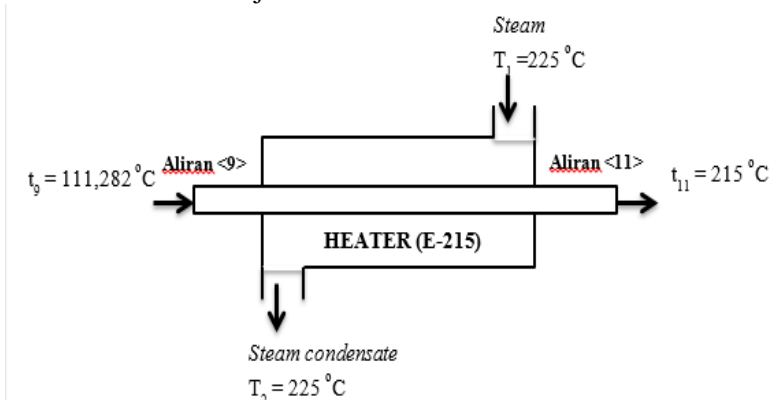


Tabel IV.18 Neraca Energi Vaporizer (E-213)

ΔH masuk (kJ)		ΔH keluar (kJ)	
ΔH_7	311.889,661	ΔH_8 Liquid	262.546,379
Q_{steam}	7.112.778,168	ΔH_8 Vapor	6.806.482,542
		Q_{loss}	355.638,908
Total	7.424.667,829	Total	7.424.667,829

IV.2.4 HEATER (E-215)

Fungsi : Menaikkan *temperature feed* Reaktor (R-310) menjadi 215 °C



Tabel IV.19 Neraca Energi Heater (E-215)

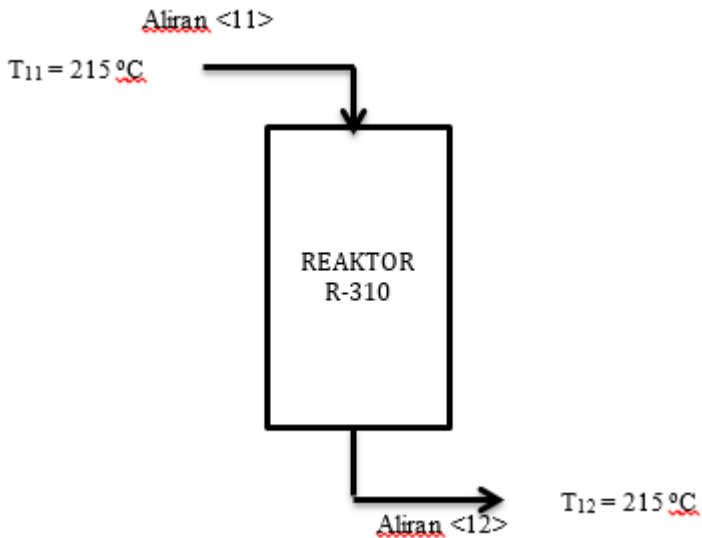
ΔH masuk (kJ)		ΔH keluar (kJ)	
ΔH_9	832.791,419	ΔH_{11}	2.015.322,889
Q_{steam}	1.244.769,968	Q_{loss}	62.238,498
Total	2.077.561,388	Total	2.077.561,388

IV.2.5 REAKTOR (R-310)

Fungsi : Terjadi reaksi dehidrasi etanol menjadi etanol sebagai produk utama dan air sebagai produk samping

Persamaan umum neraca energi:

Akumulasi = Energi masuk system – Energi keluar dari system +
Generasi + Konsumsi

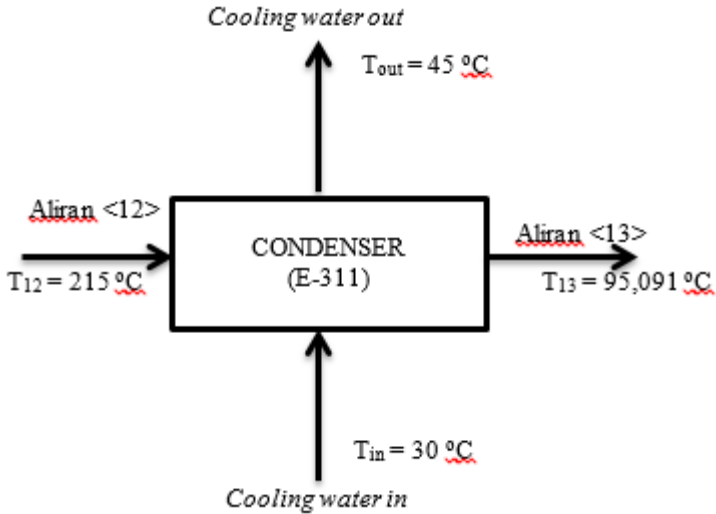


Tabel IV.20 Neraca Energi Reaktor (R-310)

ΔH masuk (kJ)		ΔH keluar (kJ)	
ΔH_{11}	2.015.322,889	ΔH_{12}	2.223.614,982
ΔH_{reaksi}	-3.013.296,492	Q_{loss}	169.557,294
$Q_{\text{pendingin}}$	3.391.145,879		
Total	2.393.172,276	Total	2.393.172,276

IV.2.6 CONDENSER (E-311)

Fungsi : Mengubah fase produk Reaktor (R-310) dari *vapor* menjadi *liquid* sebelum diumpungkan ke *Diethyl Ether Distillation (D-410)*

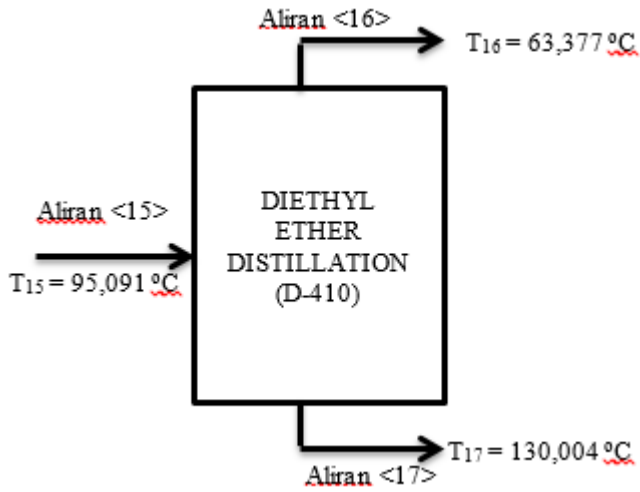


Tabel IV.21 Neraca Energi *Condenser (E-311)*

ΔH masuk (kJ)		ΔH keluar (kJ)	
ΔH_{12}	2.223.614,982	ΔH_{13}	1.972.470,412
$Q_{CW\ in}$	1.020.506,931	$Q_{CW\ out}$	4.074.483,202
		$Q_{\text{pengembunan}}$	-2.802.831,701
Total	3.244.121,913	Total	3.244.121,913

IV.2.7 DIETHYL ETHER DISTILLATION (D-410)

Fungsi : Memisahkan dietil eter sebagai produk utama dari etanol dan air

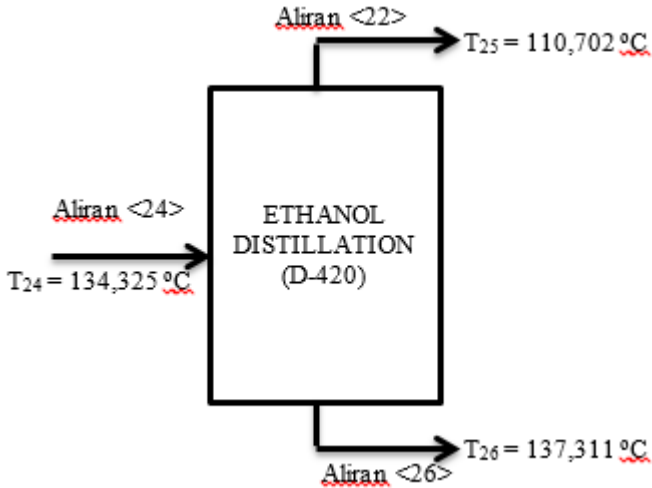


Tabel IV.22 Neraca Energi *Diethyl Ether Distillation* (D-410)

ΔH masuk (kJ)		ΔH keluar (kJ)	
ΔH_{15}	1.223.559,957	ΔH_{16}	338.468,899
Qreboiler	983.927,623	ΔH_{17}	591.220,723
		Qcondenser	1.228.601,576
		Qloss	49.196,381
Total	2.207.487,580	Total	2.207.487,580

IV.2.8 ETHANOL DISTILLATION (D-420)

Fungsi : Memisahkan etanol dan dietil eter dari air
(produk samping) untuk direcycle



Tabel IV.23 Neraca Energi *Ethanol Distillation (D-420)*

ΔH masuk (kJ)		ΔH keluar (kJ)	
ΔH_{24}	616.289,392	ΔH_{25}	46.492,870
<i>Qreboiler</i>	246.949,816	ΔH_{26}	534.661,568
		<i>Qcondenser</i>	269.737,279
		<i>Qloss</i>	12.347,491
Total	863.239,207	Total	863.239,207

BAB V DAFTAR DAN HARGA PERALATAN

Daftar harga dan peralatan yang digunakan dalam Pra Desain Pabrik Dietil Eter dari Etanol dengan Proses Dehidrasi adalah sebagai berikut :

Tabel V.1 Daftar dan Harga Peralatan

No	Nama Alat	Kode Alat	Jumlah	Nominal	Satuan	Harga (\$)		Total Harga (\$)
						2014	2020	
1	Tangki Penyimpanan Ethanol	F-110	3,00	3.652.042	gal	370.100,00	415.448,46	1.246.345,39
2	Pompa	L-111	2,00	2,132	in	6.100,00	6.847,43	13.694,87
3	Adsorber	D210A/B	2,00	62,126	in	28.000,00	31.430,85	62.861,70
4	Tangki Penyimpanan Hasil Adsorpsi	F-211	1,00	418,18	gal	13.000,00	14.592,89	14.592,89
5	Pompa	L-212	2,00	2,17	in	6.100,00	6.847,43	13.694,87
6	<i>Vaporizer</i>	V-213	1,00	307,79	ft ²	44.000,00	49.391,33	49.391,33
7	<i>Flash Drum</i>	F-214	1,00	338,82	gal	4.200,00	4.714,63	4.714,63

8	<i>Heater</i>	E-215	1,00	121,63	ft ²	11.300,00	12.684,59	12.684,59
9	Reaktor	R-310	1,00	1.633,32	gal	48.700,00	54.667,23	54.667,23
10	<i>Condenser</i>	E-311	1,00	183,85	ft ²	30.100,00	33.788,16	33.788,16
11	Akumulator	F-312	1,00	467,71	gal	4.800,00	5.388,15	5.388,15
12	Pompa	L-313	2,00	2,235	in	6.100,00	6.847,43	13.694,87
13	DEE <i>Distillation</i>	D-410	1,00	3,40	ft	215.000,00	605.004,70	605.004,70
14	<i>Condenser</i>	E-411	1,00	194,36	ft ²	38.400,00	44.599,29	44.599,29
15	Akumulator	F-412	1,00	389,69	gal	4.200,00	4.878,05	4.878,05
16	Pompa	L-413	2,00	2,01	in	6.100,00	7.084,78	14.169,57
17	Pompa	L-414	2,00	2,01	in	6.100,00	7.084,78	14.169,57
18	Tangki Penyimpanan DEE	F-415	2,00	1.716.743	gal	307.500,00	357.142,75	714.285,50
19	Pompa	L-416	2,00	2,01	in	6.100,00	7.084,78	14.169,57
20	Pompa	L-417	2,00	1,26	in	4.400,00	5.110,34	10.220,67
21	<i>Reboiler</i>	E-418	1,00	45,50	ft ²	18.200,00	21.138,21	21.138,21

22	Pompa	L-419	2,00	1,22	in	4.400,00	5.110,34	10.220,67
23	Etanol <i>Distillation</i>	D-420	1,00	2,35	ft	155.000,00	253.379,43	253.379,43
24	<i>Condenser</i>	E-421	1,00	24,34	ft ²	9.600,00	11.149,82	11.149,82
25	Akumulator	F-422	1,00	63,36	gal	1.500,00	1.742,16	1.742,16
26	Pompa	L-423	2,00	0,61	in	4.000,00	4.645,76	9.291,52
27	Pompa	L-425	2,00	1,12	in	4.380,00	5.087,11	10.174,21
28	<i>Reboiler</i>	E-424	1,00	13,49	ft ²	15.000,00	17.421,60	17.421,60
Total								3.281.533,21

V.2. Tangki Penyimpanan Etanol (F-110)

Tabel V.2 Spesifikasi Alat Tangki Penyimpanan Etanol (F-110)

Spesifikasi	Keterangan
No. Kode	F-110
Fungsi	Menyimpan larutan etanol 96,5% sebagai bahan baku utama
Tipe	Silinder tegak dengan tutup atas berbentuk <i>standard</i> dishead <i>head</i> dan tutup bawah berbentuk datar (<i>flat</i>)
Bahan Konstruksi	<i>Carbon Steel SA 283 Grade C</i>
Jumlah	3 unit
Kapasitas	2.197,92 m ³
Tinggi	458,455 in
Diameter	573,069 in
Tebal <i>Shell</i>	1,000 in
Tebal <i>Head</i>	1,000 in
Tinggi <i>Head</i>	99,780 in
Tinggi Total	658,015 in

V.3 Pompa (L-111)

Tabel V.3 Spesifikasi Alat Pompa (L-111)

Spesifikasi	Keterangan
No. Kode	L-111
Fungsi	Memompa campuran <i>feed</i> dan <i>recycle</i> menuju Adsorber D-210A/B
Tipe	<i>Centrifugal pump</i>
Bahan Konstruksi	<i>Commercial steel</i>
Jumlah	2 unit

Kapasitas	28,021	gpm
<i>Power</i>	0,141	hp
Ukuran Pipa		
D Nominal	2,500	in
<i>Schedule No.</i>	40	
OD	2,469	in
ID	2,880	in
<i>Power Motor</i>	0,177	hp

V.4 Adsorber (D-210A/B)

Tabel V.4 Spesifikasi Alat Adsorber (D-210A/B)

Spesifikasi	Keterangan	
No. Kode	D-210A/B	
Fungsi	Untuk memurnikan ethanol 96,5% menjadi ethanol 99%	
Tipe	Silinder horisontal dengan bentuk <i>torispherical dishead head</i>	
Bahan Konstruksi	<i>Carbon Steel SA 283 Grade C</i>	
Jumlah	1	unit
Kapasitas	200,498	ft ³
Tinggi	114,270	in
Diameter	62,119	in
Tebal <i>Shell</i>	0,313	in
Tebal <i>Head</i>	0,313	in
Tinggi <i>Head</i>	12,279	in
Tinggi Total	126,5	in

V.5 Tangki Penyimpanan Hasil Adsorpsi (F-211)

Tabel V.5 Spesifikasi Alat Tangki Penyimpanan Hasil Adsorpsi (F-211)

Spesifikasi	Keterangan
No. Kode	F-211
Fungsi	Menampung sementara produk Adsorber (D-210A) atau Adsorber (D-210B) sebelum diumpankan ke Vaporizer (V-213)
Tipe	Silinder horisontal dengan bentuk <i>torispherical dishead head</i>
Bahan Konstruksi	<i>Carbon Steel SA 283 Grade C</i>
Jumlah	2 unit
Kapasitas	55,904 ft ³
Panjang	117,054 in
Diameter	33,750 in
Tebal <i>Shell</i>	0,250 in
Tebal <i>Head</i>	0,250 in
Tinggi <i>Head</i>	7,993 in
Panjang Total	117,054 in

V.6 Pompa (L-212)

Tabel V.6 Spesifikasi Alat Pompa (L-212)

Spesifikasi	Keterangan	
No. Kode	L212	
Fungsi	Mengalirkan produk Adsorber (D-210A) dan Adsorber (D-210B) dari Tangki Penyimpan Hasil Adsorpsi (F-211) menuju Vaporizer (V-213)	
Tipe	<i>Centrifugal pump</i>	
Bahan Konstruksi	<i>Commercial steel</i>	
Jumlah	2	unit
Kapasitas	29,232	gpm
<i>Power</i>	0,171	hp
Ukuran Pipa		
D Nominal	2,500	in
<i>Schedule No.</i>	40	
OD	2,469	in
ID	2,880	in
<i>Power Motor</i>	0,228	hp

V.7 Vaporizer (V-213)

Tabel V.7 Spesifikasi Alat Vaporizer (V-213)

Spesifikasi	Keterangan	
No. Kode	V-213	
Fungsi	Memanaskan dan menguapkan <i>ethanol</i> , <i>diethyl ether</i> dan air dari produk proses adsorpsi	
Tipe	2-4 Shell and Tube	

Bahan Konstruksi	<i>Shell : Carbon Steel SA 283 Grade C</i>	
	<i>Tube : Carbon Steel SA 283 Grade C</i>	
Jumlah	1	unit
Ukuran		
<i>Shell</i>		
ID	17	in
<i>Buffle Spacing</i>	13	
<i>Tube</i>		
OD	1,250	in
ID	1,150	in
P_T (<i>Triangular</i>)	1,563	in
Panjang	16	ft
Jumlah <i>Tube</i> (Nt)	62	
BWG	18	
ΔP (<i>allowed</i>)	10	psia
<i>Dirt factor</i> (Rd)	0,0092	

V.8 Flash Drum (F-214)

Tabel V.8 Spesifikasi Alat *Flash Drum* (F-214)

Spesifikasi	Keterangan
No. Kode	F-214
Fungsi	Memisahkan campuran vapor dan liquid hasil dari Vaporizer (V-213) sehingga menghasilkan produk dalam kondisi <i>saturated vapour</i>
Tipe	Silinder horisontal dengan bentuk <i>torispherical dishead head</i>

Bahan Konstruksi	<i>Carbon Steel SA 283 Grade C</i>	
Jumlah	1	unit
Kapasitas	43,214	ft ³
Tinggi	117,163	in
Diameter	30,528	in
Tebal <i>Shell</i>	0,250	in
Tebal <i>Head</i>	0,250	in
Tinggi <i>Head</i>	117,163	in
Tinggi Total	117,393	in

V.9 Heater (E-215)

Tabel V.9 Spesifikasi Alat *Heater* (E-215)

Spesifikasi	Keterangan	
No. Kode	E-216	
Fungsi	Memanaskan feed reaktor	
Tipe	1-2 Shell and Tube	
Bahan Konstruksi	<i>Shell : Carbon Steel</i>	
	<i>Tube : Carbon Steel</i>	
Jumlah	1	unit
<i>Shell :</i>		
ID	10	in
<i>Buffle Spacing</i>	8	in
<i>Tube :</i>		
OD	0,652	in
ID	0,652	in

P_T (<i>Triangular</i>)	1,000	in
Panjang	12	ft
Jumlah <i>Tube</i> (Nt)	52	
BWG	18	
ΔP (<i>allowed</i>)	2	psia
<i>Dirt factor</i> (Rd)	0,0048	

V.10 Reaktor (R-310)

Tabel V.10 Spesifikasi Alat Reaktor (R-310)

Spesifikasi	Keterangan	
No. Kode	R-310	
Fungsi	Tempat terjadinya reaksi dehidrasi etanol menjadi dietil eter dengan katalis $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$	
Tipe	<i>Multitube Fixed Bed Reactor</i>	
Fase	Gas dengan katalis padat	
Bahan Konstruksi	<i>Carbon Steel SA 283 Grade C</i>	
Jumlah	1	unit
Katalis		
Jenis	$\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$	
Bentuk	<i>Pellet</i>	
Diameter	7,000	mm
<i>Bulk density</i>	933,300	kg/m ³
Densitas partikel	1.986,70	kg/m ³
Porositas	0,525	
Berat Katalis	2.589,28	kg

<i>Tube</i>		
Jumlah <i>tube</i>	737	buah
OD	2,380	in
ID	2,067	in
Panjang	12	ft
<i>Pressure drop</i>	0,009	atm
<i>Shell</i>		
OD	652,537	in
ID	52,037	in
<i>Pressure drop</i>	0,000	atm
Waktu Tinggal	10	detik
Tinggi Reaktor	13,594	ft
Volume Reaktor	206,092	ft ³

V.11 Condenser (E-311)

Tabel V.11 Spesifikasi Alat *Condenser* (E-311)

Spesifikasi	Keterangan	
No. Kode	E-311	
Fungsi	Mengkondensasikan vapor dari produk reaktor	
Tipe	2-4 Shell and Tube	
Bahan Konstruksi	<i>Shell : Carbon Steel SA 283 Grade C</i>	
	<i>Tube : Carbon Steel SA 283 Grade C</i>	
Jumlah	1	unit
Ukuran Shell		
ID	17	in

<i>Baffle Spacing</i>	13	in
Ukuran <i>Tube</i>		
OD	1,000	in
ID	0,902	in
P_T (<i>Triangular</i>)	1,250	in
Panjang	8	ft
Jumlah <i>Tube</i> (Nt)	94	
BWG	18	
ΔP (<i>allowed</i>)	10	psia
<i>Dirt factor</i> (Rd)	0,0072	

V.12 Akumulator (F-312)

Tabel V.12 Spesifikasi Alat Akumulator (F-312)

Spesifikasi	Keterangan
No. Kode	F-312
Fungsi	Menyimpan sementara produk Reaktor (R-310) setelah dikondensasi sebelum diumpankan ke <i>Diethyl Ether</i> Distillation (D-410)
Tipe	Silinder horisontal dengan bentuk <i>torispherical dishead head</i>
Bahan Konstruksi	<i>Carbon Steel SA 283 Grade C</i>
Jumlah	1 unit
Kapasitas	59,653 ft ³
Tinggi	120,678 in
Diameter	38,000 in

Tebal <i>Shell</i>	0,375	in
Tebal <i>Head</i>	0,375	in
Tinggi <i>Head</i>	8,700	in
Tinggi Total	120,678	in

V.13 Pompa (L-313)

Tabel V.13 Spesifikasi Alat Pompa (L-313)

Spesifikasi	Keterangan	
No. Kode	L-313	
Fungsi	Memompa produk Reaktor (R-310) yang ditampung pada Akumulator (F-312) menuju Diethyl Ether Distillation (D-410)	
Tipe	<i>Centrifugal pump</i>	
Bahan Konstruksi	<i>Commercial steel</i>	
Jumlah	2	unit
Kapasitas	32,204	gpm
<i>Power</i>	0,181	hp
Ukuran Pipa		
D Nominal	2,500	in
<i>Schedule No.</i>	40	
OD	2,469	in
ID	2,880	in
<i>Power Motor</i>	0,242	hp

V.14 *Diethyl Ether Distillation (D-410)*

Tabel V.14 Spesifikasi Alat *Diethyl Ether Distillation (D-410)*

Spesifikasi	Keterangan	
No. Kode	D-410	
Fungsi	Memisahkan dietil eter sebagai produk utama dari etanol dan air	
Tipe	<i>Sieve Tray</i>	
Bahan Konstruksi	<i>Carbon Steel SA 283 Grade C</i>	
Jumlah	1	unit
Jumlah <i>Plate</i>	31	<i>plates</i>
<i>Plate Spacing</i>	2	ft
Jenis Aliran	<i>Cross flow</i>	
Diameter Kolom	3,400	ft
<i>Area of Coloumn</i>	9,083	ft ²
<i>Active Area</i>	7,266	ft ²
<i>Active of Holes</i>	0,727	ft ²
<i>Area of Downcomer</i>	0,908	ft ²
A_h/A	0,080	
A_d/A	0,100	
A_h/A_A	0,100	
<i>Hole Size</i>	0,250	in
Tinggi <i>Weir</i>	1,500	in
Panjang <i>Weir</i>	2,471	in
<i>Kolom</i>		
Tipe Kolom	<i>Vertical tall vessel</i>	

Tinggi Kolom	62,005	ft
Tebal <i>Shell</i>	0,250	in
Tipe <i>Head</i>	<i>Torispherical dishead head</i>	
Tinggi <i>Head</i>	0,760	ft
Tebal <i>Head</i>	0,250	in
Tinggi Total	63,525	ft

V.15 Condenser (E-411)

Tabel V.15 Spesifikasi Alat *Condenser* (E-411)

Spesifikasi	Keterangan	
No. Kode	E-411	
Fungsi	Mengkondensasikan vapor dari produk atas kolom distilasi 1	
Tipe	1-2 Shell and Tube	
Bahan Konstruksi	<i>Shell : Carbon Steel SA 283 Grade C</i>	
	<i>Tube : Carbon Steel SA 283 Grade C</i>	
Jumlah	1	unit
Ukuran		
<i>Shell</i>		
ID	13	in
<i>Buffle Spacing</i>	10	in
<i>Tube</i>		
OD	0,750	in
ID	0,620	in
P_T (<i>Triangular</i>)	1,000	in
Panjang	12	ft

Jumlah <i>Tube</i> (Nt)	86
BWG	16
ΔP (<i>allowed</i>)	10 psia
<i>Dirt factor</i> (Rd)	0,0037

V.16 Akumulator (F-412)

Tabel V.16 Spesifikasi Alat Akumulator (F-412)

Spesifikasi	Keterangan
No. Kode	F-412
Fungsi	Menyimpan sementara <i>distillate</i> (produk utama) sebelum dialirkan ke dalam Tangki Penyimpanan Produk (F-414)
Tipe	Silinder horisontal dengan bentuk <i>torispherical dishead head</i>
Bahan Konstruksi	<i>Carbon Steel SA 283 Grade C</i>
Jumlah	1 unit
Kapasitas	49,702 ft ³
Tinggi	112,628 in
Diameter	32,438 in
Tebal <i>Shell</i>	0,313 in
Tebal <i>Head</i>	0,313 in
Tinggi <i>Head</i>	7,723 in
Tinggi Total	112,628 in

V.17 Pompa (L-413)

Tabel V.17 Spesifikasi Alat Pompa (L-413)

Spesifikasi	Keterangan
No. Kode	L-413
Fungsi	Memompa produk dietil eter dari Akumulator (F-412) menuju Tangki Penyimpan Produk (F-414)
Tipe	<i>Centrifugal pump</i>
Bahan Konstruksi	<i>Commercial steel</i>
Jumlah	1 unit
Kapasitas	25,653 gpm
<i>Power</i>	0,109 hp
Ukuran Pipa	
D Nominal	2,000 in
<i>Schedule No.</i>	40
OD	1,380 in
ID	2,067 in
<i>Flow Area</i>	3,350 in ²
<i>Power Motor</i>	0,145 hp

V.18 Pompa (L-414)

Tabel V.18 Spesifikasi Alat Pompa (L-414)

Spesifikasi	Keterangan
No. Kode	L-413
Fungsi	Mengalirkan produk dietil eter 99,5% dari Akumulator (F-412) menuju Tangki Penyimpanan DEE (F-415)

Tipe	<i>Centrifugal pump</i>
Bahan Konstruksi	<i>Commercial steel</i>
Jumlah	2 unit
Kapasitas	25,799 gpm
<i>Power</i>	0,479 hp
Ukuran Pipa	
D Nominal	2,500 in
<i>Schedule No.</i>	40
OD	2,469 in
ID	2,880 in
<i>Flow Area</i>	0,639 in ²
<i>Power Motor</i>	2,500 hp

V.19 Tangki Penyimpanan Produk DEE (F-415)

Tabel V.19 Spesifikasi Alat Tangki Penyimpanan Produk DEE (F-415)

Spesifikasi	Keterangan
No. Kode	F-415
Fungsi	Menyimpan produk larutan dietil eter 99,5%
Tipe	Silinder tegak dengan tutup atas berbentuk <i>standard dishhead head</i> dan tutup bawah berbentuk datar (<i>flat</i>)
Bahan Konstruksi	<i>Carbon Steel SA 283 Grade C</i>
Jumlah	1 unit
Kapasitas	6.498,58 m ³
Tinggi	658,010 in

Diameter	822,513	in
Tebal <i>Shell</i>	2,750	in
Tebal <i>Head</i>	2,750	in
Tinggi <i>Head</i>	144,514	in
Tinggi Total	947,038	in

V.20 Pompa (L-416)

Tabel V.20 Spesifikasi Alat Pompa (L-416)

Spesifikasi	Keterangan	
No. Kode	L416	
Fungsi	Mengalirkan produk dietil eter 99,5% dari Tangki Penyimpanan DEE (F-415) ke Tangki Truk	
Tipe	<i>Centrifugal pump</i>	
Bahan Konstruksi	<i>Commercial steel</i>	
Jumlah	2	unit
Kapasitas	25,799	gpm
<i>Power</i>	0,147	hp
Ukuran Pipa		
D Nominal	2,500	in
<i>Schedule No.</i>	40	
OD	2,469	in
ID	2,880	in
<i>Flow Area</i>	0,196	in ²
<i>Power Motor</i>	2,500	hp

V.21 Pompa (L-417)

Tabel V.21 Spesifikasi Alat Pompa (L-417)

Spesifikasi	Keterangan
No. Kode	L417
Fungsi	Mengalirkan bottom <i>produk</i> dari <i>Diethyl Ether Distillation</i> (D-410) menuju <i>Reboiler</i> (E-418)
Tipe	<i>Centrifugal pump</i>
Bahan Konstruksi	<i>Commercial steel</i>
Jumlah	2 unit
Kapasitas	9,533 gpm
<i>Power</i>	0,038 hp
Ukuran Pipa	
D Nominal	2,500 in
<i>Schedule No.</i>	40
OD	2,469 in
ID	2,880 in
<i>Flow Area</i>	0,051 hp
<i>Power Motor</i>	2,500 in

V.22 Reboiler (E-418)

Tabel V.22 Spesifikasi Alat Reboiler (E-418)

Spesifikasi	Keterangan
No. Kode	E-418
Fungsi	Memanaskan <i>liquida</i> dari kolom distilasi
Tipe	3-6 Shell and Tube

Bahan Konstruksi	<i>Shell : Carbon Steel SA 283 Grade C</i>	
	<i>Tube : Carbon Steel SA 283 Grade C</i>	
Jumlah	1	unit
Ukuran		
<i>Shell</i>		
ID	10	in
<i>Baffle Spacing</i>	8	in
<i>Tube</i>		
OD	1,000	in
ID	0,834	in
P_T (<i>Triangular</i>)	1,250	in
Panjang	12	ft
Jumlah <i>Tube</i> (Nt)	16	
BWG	14	
ΔP (<i>allowed</i>)	5	psia
<i>Dirt factor</i> (Rd)	0,0052	

V.23 Pompa (L-419)

Tabel V.23 Spesifikasi Alat Pompa (L-419)

Spesifikasi	Keterangan
No. Kode	L-419
Fungsi	Memompa bottom product dari <i>Reboiler</i> (E-418) menuju <i>Ethanol Distillation</i> (E-420)
Tipe	<i>Centrifugal pump</i>
Bahan Konstruksi	<i>Commercial steel</i>

Jumlah	2	unit
Kapasitas	8,566	gpm
<i>Power</i>	0,196	hp
Ukuran Pipa		
D Nominal	2,500	in
<i>Schedule No.</i>	40	
OD	2,469	in
ID	2,880	in
<i>Power Motor</i>	0,261	hp

V.24 Ethanol Distillation (D-420)

Tabel V.24 Spesifikasi Alat *Ethanol Distillation* (D-420)

Spesifikasi	Keterangan
No. Kode	D-420
Fungsi	Memisahkan etanol dan dietil eter dari air (produk samping) untuk <i>directcycle</i>
Tipe	<i>Sieve tray</i>
Bahan Konstruksi	<i>Carbon Steel SA 283 Grade C</i>
Jumlah	1 unit
Jumlah <i>Plate</i>	14 <i>plates</i>
<i>Plate Spacing</i>	2 Ft
Jenis Aliran	<i>Cross flow</i>
Diameter Kolom	2,350 ft
<i>Area of Coloumn</i>	4,339 ft ²
<i>Active Area</i>	3,471 ft ²

<i>Active of Holes</i>	0,347	ft ²
<i>Area of Downcomer</i>	0,434	ft ²
A_h/A	0,080	
A_d/A	0,100	
A_h/A_A	0,100	
<i>Hole Size</i>	0,250	in
<i>Tinggi Weir</i>	1,500	in
<i>Panjang Weir</i>	20,493	in
<i>Kolom</i>		
<i>Tipe Kolom</i>	<i>Vertical tall vessel</i>	
<i>Tinggi Kolom</i>	48,216	ft
<i>Tebal Shell</i>	0,313	in
<i>Tipe Head</i>	<i>Torispherical dishead head</i>	
<i>Tinggi Head</i>	0,582	ft
<i>Tebal Head</i>	0,313	in
<i>Tinggi Total</i>	49,380	in

V.25 Condenser (E-421)

Tabel V.25 Spesifikasi Alat *Condensor* (E-421)

Spesifikasi	Keterangan
No. Kode	E-421
Fungsi	Mengkondensasikan vapor dari produk atas kolom distilasi
Tipe	3-6 Shell and Tube
Bahan Konstruksi	<i>Shell : Carbon Steel SA 283 Grade C</i>
	<i>Tube : Carbon Steel SA 283 Grade C</i>

Jumlah	1	unit
Ukuran		
Shell		
ID	8	in
Baffle Spacing	6	in
Tube		
OD	1,25	in
ID	1,08	in
P_T (<i>Triangular</i>)	1,563	in
Panjang	6	ft
Jumlah Tube (Nt)	14	
BWG	14	
ΔP (allowed)	10	psia
Dirt factor (Rd)	0,0083	

V.26 Akumulator (F-422)

Tabel V.26 Spesifikasi Alat Akumulator (F-422)

Spesifikasi	Keterangan
No. Kode	F-422
Fungsi	Menyimpan sementara distillate (campuran dietil eter, etanol, dan air) sebelum <i>directcycle</i> kembali ke dalam aliran <i>feed</i>
Tipe	Silinder horisontal dengan bentuk <i>torispherical dishead head</i>
Bahan Konstruksi	<i>Carbon Steel SA 283 Grade C</i>
Jumlah	1 unit

Kapasitas	8,081	ft ³
Panjang	63,529	in
Diameter	17,688	in
Tebal <i>Shell</i>	0,250	in
Tebal <i>Head</i>	0,250	in
Tinggi <i>Head</i>	5,244	in
Tinggi Total	63,529	in

V.27 Pompa (L-423)

Tabel V.27 Spesifikasi Alat Pompa (L-423)

Spesifikasi	Keterangan	
No. Kode	L-423	
Fungsi	Memompa produk dietil eter dari Akumulator (F-412) menuju Tangki Penyimpan Produk (F-414)	
Tipe	<i>Centrifugal pump</i>	
Bahan Konstruksi	<i>Commercial steel</i>	
Jumlah	1	unit
Kapasitas	1,776	gpm
<i>Power</i>	0,011	hp
Ukuran Pipa		
D Nominal	2,000	in
<i>Schedule No.</i>	40	
OD	1,380	in
ID	2,067	in
<i>Flow Area</i>	3,350	in ²

<i>Power Motor</i>	0,015 hp
--------------------	----------

V.28 Pompa (L-425)

Tabel V.29 Spesifikasi Alat Pompa (L-425)

Spesifikasi	Keterangan
No. Kode	L-425
Fungsi	Mengalirkan bottom <i>produk</i> dari <i>Ethanol Distillation</i> (D-420) menuju <i>Reboiler</i> (E-426)
Tipe	<i>Centrifugal pump</i>
Bahan Konstruksi	<i>Commercial steel</i>
Jumlah	2 unit
Kapasitas	7,344 gpm
<i>Power</i>	0,031 hp
Ukuran Pipa	
D Nominal	2,500 in
<i>Schedule No.</i>	40
OD	2,469 in
ID	2,880 in
<i>Power Motor</i>	0,041 hp

V.29 Reboiler (E-426)

Tabel V.30 Spesifikasi Alat Reboiler (E-426)

Spesifikasi	Keterangan
No. Kode	E-426
Fungsi	Memanaskan <i>liquida</i> dari kolom distilasi

Type	1-2 Shell and Tube	
Bahan Konstruksi	<i>Shell : Carbon Steel SA 283 Grade C</i>	
	<i>Tube : Carbon Steel SA 283 Grade C</i>	
Jumlah	1	unit
Ukuran		
<i>Shell</i>		
ID	8	in
<i>Buffle Spacing</i>	6	in
<i>Tube</i>		
OD	0,75	in
ID	0,532	in
P_T (<i>Triangular</i>)	0,938	in
Panjang	6	ft
Jumlah <i>Tube</i> (Nt)	18	
BWG	12	
ΔP (<i>allowed</i>)	5	psia
<i>Dirt factor</i> (Rd)	0,0047	

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB VI

ANALISIS EKONOMI

Analisis ekonomi merupakan salah satu parameter apakah suatu pabrik tersebut layak didirikan atau tidak. Untuk menentukan kelayakan suatu pabrik secara ekonomi, diperlukan perhitungan parameter analisa ekonomi. Parameter kelayakan tersebut antara lain POT (*Pay Out Time*), BEP (*Break Even Point*). Selain yang tersebut diatas, juga diperlukan analisa biaya yang diperlukan untuk beroperasi dan utilitas, jumlah dan gaji karyawan serta pengadaan lahan untuk pabrik.

VI.1 PENGELOLAAN SUMBER DAYA MANUSIA

VI.1.1 Bentuk Badan Perusahaan

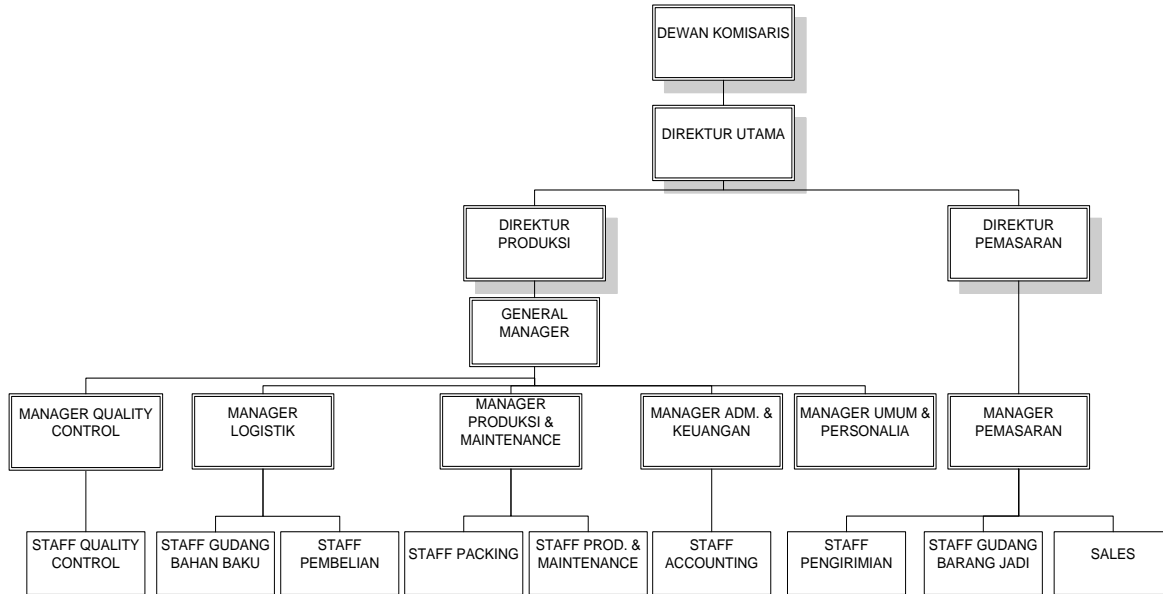
Bentuk badan perusahaan dalam Pabrik DEE ini dipilih Perseroan Terbatas (PT). Perseroan Terbatas merupakan suatu persekutuan yang menjalankan perusahaan dengan modal usaha yang terbagi beberapa saham, dimana tiap sekutu (disebut juga persero) turut mengambil bagian sebanyak satu atau lebih saham. Hal ini dipilih karena beberapa pertimbangan sebagai berikut:

1. Modal perusahaan dapat lebih mudah diperoleh yaitu dari penjualan saham maupun dari pinjaman.
2. Tanggung jawab pemegang saham terbatas, karena segala sesuatu yang menyangkut kelancaran produksi ditangani oleh pemimpin perusahaan.
3. Kekayaan pemegang saham terpisah dari kekayaan perusahaan, sehingga kekayaan pemegang saham tidak menentukan modal perusahaan.

VI.1.2 Sistem Organisasi Perusahaan

Struktur organisasi yang direncanakan dalam pra desain pabrik ini adalah garis dan staf, yang merupakan kombinasi dari pengawasan secara langsung dan spesialisasi pengaturan dalam perusahaan. Alasan pemakaian sistem ini adalah:

- Biasa digunakan untuk organisasi yang cukup besar dengan produksi yang terus menerus
- Terdapat kesatuan pimpinan dan perintah, sehingga disiplin kerja lebih baik
- Masing-masing manager secara langsung bertanggung jawab atas aktivitas yang dilakukan untuk mencapai tujuan
- Pimpinan tertinggi dipegang oleh seorang direktur yang bertanggung jawab kepada dewan komisaris. Anggota dewan komisaris merupakan wakil-wakil dari pemegang saham dan dilengkapi dengan staf ahli yang bertugas memberikan nasihat dan saran kepada direktur.



Gambar VI.1 Struktur Organisasi Perusahaan

Pembagian kerja dalam organisasi ini adalah :

1. Dewan Komisaris

Dewan Komisaris bertindak sebagai pemegang saham. Tugas Dewan Komisaris:

- Menunjuk Direktur Utama
- Mengawasi Direktur dan berusaha agar tindakan Direktur tidak merugikan perseroan.
- Menetapkan kebijaksanaan perusahaan.
- Mengadakan evaluasi/pengawasan tentang hasil yang diperoleh perusahaan.
- Memberikan nasehat kepada direktur bila direktur ingin mengadakan perubahan dalam perusahaan.

2. Direktur Utama

Direktur adalah pemegang kepengurusan dalam perusahaan dan merupakan pimpinan tertinggi dan penanggung jawab utama dalam perusahaan secara keseluruhan. Tugas Direktur Utama adalah :

- Menetapkan strategi perusahaan, merumuskan rencana-rencana dan cara melaksanakannya.
- Menetapkan sistem organisasi yang dianut dan menetapkan pembagian kerja, tugas dan tanggung jawab dalam perusahaan untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan.
- Mengevaluasi program kerja/rencana kerja yang telah ditetapkan.
- Mengadakan koordinasi yang tepat dari semua bagian.
- Memberikan instruksi dan kepada bawahannya untuk mengadakan tugas masing-masing.
- Mempertanggungjawabkan kepada Dewan Komisaris, segala pelaksanaan dari anggaran belanja dan pendapatan perusahaan.
- Menentukan kebijakan keuangan.
- Mengawasi jalannya perusahaan.

Selain tugas-tugas diatas, direktur berhak mewakili PT secara sah dan langsung disegala hal dan kejadian yang berhubungan dengan kepentingan perusahaan.

3. Direktur Produksi

Direktur bertanggung jawab ke Direktur Utama dalam pelaksanaan tugasnya dan membawahi secara langsung General Manager baik yang berhubungan dengan personalia, pembelian, produksi maupun pengawasan produksi. Tugas Direktur Produksi :

- Membantu Direktur Utama dalam perencanaan produksi maupun dalam penelaahan kebijaksanaan pokok dalam bidang masing-masing.
- Mengawasi unit produksi melalui General Manager, dan bagian yang bersangkutan.
- Mengendalikan proses produksi, seperti mengadakan penggantian alat produksi.
- Menentukan kapasitas produksi baik menaikkan atau menurunkan kapasitas.

4. Direktur Pemasaran

Direktur Pemasaran bertanggung jawab kepada Direktur Utama. Tugas Direktur Pemasaran adalah:

- Memperkenalkan jenis produk yang dibuat oleh perusahaan melalui berbagai media yang dibuat oleh perusahaan.
- Membuat rencana pemasaran.
- Melakukan kontrak penjualan dengan konsumen serta meninjau penjualan dan membatalkan penjualan jika terjadi ketidaksesuaian dengan kontrak.
- Melaporkan segala kegiatan yang bersangkutan dengan pemasaran kepada Direktur Utama.
- Mengontrol laporan *stock* guna mencapai keseimbangan jumlah dari jenis LLDPE jadi yang disiapkan untuk dipasarkan.

- Memberikan tugas dan wewenang pada masing-masing bagian terkait.
- Mengadakan evaluasi kerja pada tiap bagian yang terkait mengenai pelaksanaan pekerja.
- Mengadakan evaluasi terhadap skill pekerja dalam lingkungan Departemen Pemasaran untuk meningkatkan intensitas pemasaran.
- Menetapkan harga produk.

5. General Manager

General Manager bertanggungjawab kepada Direktur Produksi dan membawahi secara langsung Manager Quality Control (QC), Manager Logistik, Manager Produksi dan Maintenance, Manager Umum dan Personalia, serta Manager Administrasi dan Keuangan. Tugas General Manager adalah :

- Mengadakan pengawasan terhadap semua lini kegiatan.
- Memberikan pengarahan kepada bawahan tentang tugas dan tanggung jawab masing-masing.
- Mengadakan evaluasi secara berkala terhadap semua lini.
- Mengadakan usulan kepada Direktur tentang peningkatan skill karyawan.
- Mengadakan penilaian terhadap penanggung jawab semua lini.

6. Manager Quality Control (QC)

Manager Quality Control membawahi staff quality control (QC). Tugas Manager Quality Control adalah :

- Menetapkan rencana mutu sesuai dengan standar yang berlaku.
- Mengawasi pelaksanaan pengendalian mutu.
- Mengkoordinasi program kalibrasi peralatan inspeksi, ukur, dan uji.

- Memutuskan suatu produk siap untuk dikirim.
 - Mencatat semua hasil inspeksi dan pengujian bahan baku dalam dokumen.
7. **Manager Logistik**
 Manager Logistik membawahi staff gudang bahan baku dan staff pembelian. Manager Logistik bertugas memberikan perintah kerja dan mengawasi langsung semua kegiatan yang berkaitan dengan pengadaan bahan baku tambahan sesuai standar dan penyerahannya ke bagian produksi serta kegiatan penyimpanan bahan baku tambahan tersebut.
8. **Manager Produksi & Maintenance**
 Manager Produksi & Maintenance membawahi staff Packing dan staff production & maintenance. Tugas manager Produksi & Maintenance adalah :
- Mengawasi pelaksanaan proses produksi.
 - Memberikan tugas dan wewenang pada masing-masing bagian yang terkait.
 - Membuat laporan hasil produksi dan kesiapan mesin secara berkala.
 - Mengevaluasi setiap bagian mengenai hasil pekerjaan, skill pekerja serta peningkatannya.
 - Mengatur jadwal perbaikan / perawatan mesin produksi.
 - Menyiapkan bahan yang dibutuhkan untuk proses pengemasan (plastic, lem, karton, benang jahit untuk karung, dsb)
 - Mengevaluasi mutu dan jumlah hasil packing yang dikerjakan bawahan.
9. **Manager Umum & Personalia**
 Manager Umum & Personalia berhubungan dengan karyawan-karyawan tidak tetap seperti Satuan Pengaman (Satpam). Tugas Manager Umum & Personalia adalah :

- Mengadakan pengecekan rekapan gaji atau upah untuk karyawan.
- Mengadakan pengecekan absensi dan lembur untuk karyawan.
- Mengadakan koordinasi dengan bagian produksi dalam hal meningkatkan kemampuan kerja dan disiplin kerja setiap karyawan.
- Melakukan teguran atau peringatan terhadap karyawan yang melakukan pelanggaran.
- Melakukan pengecekan, pemeriksaan, atau perawatan secara periodik terhadap ruang kantor, ruang produksi, atau ruang kerja dalam hal kebersihan, kerapian, dan lain sebagainya.

10. Manager Administrasi & Keuangan

Manager Administrasi & Keuangan membawahi staff Accounting. Tugas Manager Administrasi & Keuangan adalah :

- Memeriksa laporan keuangan pabrik.
- Membuat laporan kas barang-barang yang ada di perusahaan secara periodik.
- Memeriksa laporan kas pabrik, apakah sudah sesuai dengan buktibukti yang sudah ada.
- Membukukan laporan sesuai dengan pos-pos masing-masing departemen.

11. Manager Pemasaran

Manager Pemasaran membawahi staff pengiriman, staff gudang barang jadi dan sales. Tugas dari Manager Pemasaran adalah :

- Mengontrol laporan stok LLDPE jadi supaya terjadi keseimbangan jumlah dari jenis LLDPE jadi yang disiapkan untuk dipasarkan.
- Memberikan tugas dan wewenang pada masing-masing bagian terkait.

- Mengadakan evaluasi kerja pada tiap bagian yang terkait mengenai pelaksanaan pekerja.
- Mengadakan evaluasi terhadap skill pekerja dalam lingkungan Departemen Pemasaran untuk meningkatkan intensitas pemasaran.

VI.1.3 Perincian Jumlah Tenaga Kerja

Jumlah karyawan yang dibutuhkan untuk proses produksi LLDPE Bittern diuraikan sebagai berikut :

1. Penentuan Jumlah Karyawan Operasional

Jumlah karyawan operasional yang dibutuhkan untuk proses produksi LLDPE sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas} &= 37.000 \text{ ton/tahun} \\ &= 112, 121 \text{ ton / hari} \end{aligned}$$

Berdasarkan *Gambar 6-8 Peters & Timmerhaus 5th Edition* halaman 198 untuk kondisi *fluid processing only* dengan kapasitas pabrik 37.000 ton/tahun, maka diperoleh jumlah karyawan operasi:

$$M = 15,2 P^{0,25}$$

dimana:

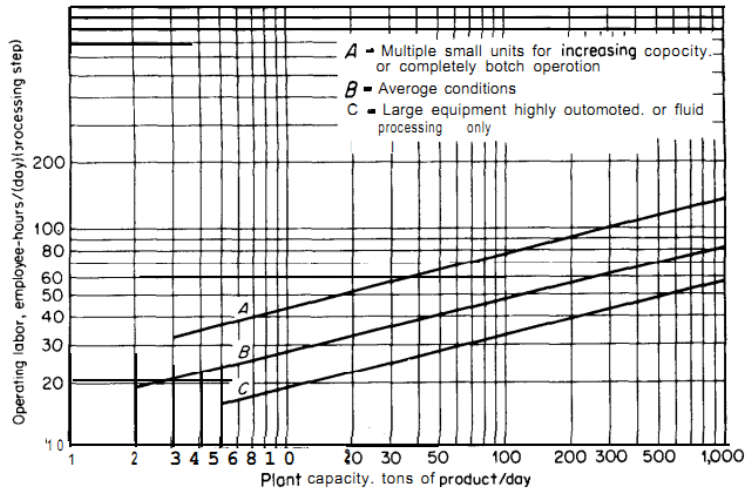
M = Karyawan operasi (pekerja-jam/(hari)(tahap proses))

P = Kapasitas produk (ton/hari)

Maka,

$$M = 15,2 \times (112,121)^{0,25} = 50 \text{ pekerja-jam/(hari)(tahap proses)}$$

Karena ada 3 tahapan proses (persiapan bahan baku, sintesis DEE, dan pemurnian DEE), maka jumlah karyawan proses yang dibutuhkan adalah: karyawan = 50 orang-jam/(hari).(tahap proses) x 3 tahapan proses = 150 orang-jam/hari.



Gambar VI.2 Kebutuhan Pekerja Operator untuk Industri Kimia

Tabel VI.1 Daftar Kebutuhan Karyawan Pabrik DEE

No.	Jabatan	Jumlah Karyawan
1	Dewan Komisaris	2
2	Direktur Utama	1
3.	Direktur	2
4	General Manager	1
5	Manager	6
6	Supervisor	9
7	Karyawan:	
	a. Lulusan S-1	32
	b. Lulusan D-3	64

	b.Lulusan SMU	44
8	Dokter	4
9	Perawat	8
10	Sekuriti	12
11	Office Boy	10
12	Karyawan Kebersihan	10
13	Supir	11
Total		214

Pabrik DEE ini menggunakan basis 330 hari kerja pertahun dengan waktu 24 jam kerja perhari. Dengan pekerjaan yang membutuhkan pengawasan terus menerus selama 24 jam, maka dilakukan sistem *shift* karyawan dan sistem *day shift* karyawan.

a. Karyawan *Day Shift*

Karyawan ini tidak berhubungan langsung dengan proses produksi. Yang termasuk karyawan *day shift* adalah karyawan administrasi, sekretariat, perbekalan, gudang, dan lain-lain.

Jam kerja karyawan diatur sebagai berikut :

Senin – Jumat : 07.00 – 17.00

Senin – Kamis : 12.00 – 13.00

Jum'at : 11.0 – 13.00

Untuk hari Sabtu, Minggu dan hari besar merupakan hari libur.

b. Karyawan *Shift*

Karyawan *shift* berhubungan langsung dengan proses produksi. Yang termasuk karyawan *shift* adalah pekerja *supervisor*, *operator* dan *security*. *Shift* direncanakan dilakukan tiga kali perhari setiap 8 jam. Distribusinya diatur sebagai berikut :

- Shift I : 07.00 - 15.00
- Shift II : 15.00 - 23.00
- Shift III: 23.00 – 07.00

Penggantian shift dilakukan sesuai aturan *International Labour Organization* yaitu sistem *metropolitan rota* atau biasa disebut 2-2-2 (dalam 1 minggu dilakukan 2 hari shift malam, 2 hari shift pagi, 2 hari shift siang, 1 hari libur), sehingga untuk 3 shift dibutuhkan 4 regu dengan 1 regu libur. Sistem ini dapat ditabelkan sebagai berikut :

Tabel VI.2 Jadwal Shift dengan Sistem 2-2-2

Hari	1	2	3	4	5	6	7
Shift							
I	A	D	C	B	A	D	C
II	B	A	D	C	B	A	D
III	C	B	A	D	C	B	A
Libur	D	C	B	A	D	C	B

VI.1.4 Status Karyawan dan Pengupahan

a. Karyawan Tetap

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

b. Karyawan Harian

Karyawan yang diangkat dan diberhentikan oleh direksi tanpa SK dari direksi dan mendapat upah harian yang dibayar setiap akhir pekan.

c. Pekerja Borongan

Pekerja borongan adalah tenaga yang diperlukan oleh pabrik bila diperlukan pada saat tertentu saja, misalnya : tenaga shut down, bongkar muat bahan baku. Pekerja borongan menerima upah borongan untuk suatu pekerjaan tertentu.

VI.2 Utilitas

Utilitas merupakan sarana penunjang suatu industri, karena utilitas merupakan penunjang proses utama dan memegang peranan penting dalam pelaksanaan operasi dan proses. Sarana utilitas pada pabrik DEE ini meliputi :

1. *Water Treatment System*
Berfungsi untuk mengolah air yang masih mengandung zat-zat pengotor menjadi air bersih (*filtered water*).
2. *Demineralized Water Plant*
Berfungsi untuk mengolah air bersih (*filtered water*) dengan menggunakan sistem pertukaran ion agar air bebas dari garam yang terlarut didalamnya sehingga dapat digunakan untuk air umpan *boiler*.
3. *Cooling Water System*
Berfungsi sebagai air pendingin pada *heat exchanger*.
4. *Electrical Power Generation System*
Sumber listrik yang digunakan untuk menjalankan peralatan proses dalam *plant*.
5. *Steam Generation System*
Untuk membangkitkan *steam* melalui proses pemanasan air hingga menjadi uap (*steam*)
6. Pengolahan Limbah
Mengelola limbah agar air yang sudah diolah dapat dibuang ke lingkungan dengan aman dan tanpa mencemari lingkungan.

Maka untuk memenuhi kebutuhan utilitas pabrik di atas, diperlukan unit-unit sebagai penghasil sarana utilitas, yaitu :

VI.2.1 Unit Pengolahan Air

Unit pengolahan air adalah unit yang berfungsi untuk mengolah bahan baku yang masih mengandung zat-zat pengotor tersebut menjadi air bersih yang disebut *filtered water*. *Filtered water* ini selanjutnya digunakan untuk *make-up cooling tower*, bahan baku *demineralized water* (air demin), air minum, dan *service water*. Bahan baku yang digunakan adalah air laut yang diolah dengan cara elektrolisis

Air pada Pabrik DEE ini digunakan untuk kepentingan :

- Air sanitasi, meliputi laboratorium dan karyawan.
- Air proses, meliputi : air proses, air pendingin dan air umpan boiler

Pada unit pengolahan air ini, peralatan yang digunakan meliputi : pompa air boiler, bak pendingin, kation-anion exchange.

VI.2.2 Unit Penyediaan Steam

Steam yang dibutuhkan untuk proses dihasilkan dari boiler, pendingin dari reactor, dan dari *waste heat boiler*. Kebutuhan steam digunakan sebagai pemanas di reboiler, pemanas di heater, pemanas di *vaporizer*, dan sebagian besar dipakai untuk menggerakkan turbin untuk menghasilkan listrik, karena kebutuhan *back-up* jika sewaktu-waktu *supply* listrik dari PLN terhambat. Peralatan yang dibutuhkan untuk pembangkit steam yaitu Boiler.

VI.2.3 Unit Pembangkit Tenaga Listrik

Kebutuhan listrik yang diperlukan untuk pabrik DEE ini diambil dari PLN dan generator sebagai penghasil tenaga listrik, dengan distribusi sebagai berikut :

- Untuk proses produksi diambil dari PLN dan generator jika sewaktu-waktu ada gangguan listrik dari PLN
- Untuk penerangan pabrik dan kantor, diambil dari generator

VI.2.4 Unit Pendingin

Unit penyediaan air bertugas untuk memenuhi kebutuhan air ditinjau dari segi panas. Penggunaan air sebagai media pendingin pada alat perpindahan panas dikarenakan faktor berikut :

- Air dapat menyerap jumlah panas yang tinggi per satuan volume
- Air merupakan materi yang mudah didapat dan relatif murah
- Tidak mudah mengembang atau menyusut dengan adanya perubahan suhu
- Mudah dikendalikan dan dikerjakan
- Tidak mudah terdekomposisi

Syarat air pendingin adalah tidak boleh mengandung :

- a. *hardness* : yang memberikan efek pada pembentukan kerak
- b. besi : penyebab korosi
- c. silika : penyebab kerak
- d. minyak : dapat menyebabkan turunnya heat transfer

Pada air pendingin ditambahkan zat kimia yang bersifat menghilangkan kerak, lumut, jamur, dan korosi.

VI.3 ANALISIS EKONOMI

Analisis ekonomi dimaksudkan untuk dapat mengetahui apakah suatu pabrik yang direncanakan layak didirikan atau tidak. Oleh karena itu pada Pra Desain Pabrik DEE dari Etanol ini dilakukan evaluasi atau studi kelayakan dan penilaian investasi.

Faktor-faktor yang perlu ditinjau untuk memutuskan hal ini adalah:

1. Laju Pengembalian Modal (*Internal Rate of Return / IRR*)
2. Waktu Pengembalian Modal Minimum (*Pay Out Time / POT*)
3. Titik Impas (*Break Even Point / BEP*)

VI.3.1 Analisis Keuangan

Analisis keuangan yang digunakan pada pabrik DEE ini adalah dengan menggunakan metode *discounted cash flow*. Analisa keuangan untuk pabrik DEE terdiri dari perhitungan biaya produksi dan aliran kas /kinerja keuangan. Detail perhitungan dapat dilihat pada appendix D. Berikut ini adalah ketentuan maupun parameter yang digunakan untuk perhitungan ekonomi.

VI.3.2 Analisis Laju Pengembalian Modal (*Internal Rate of Return / IRR*)

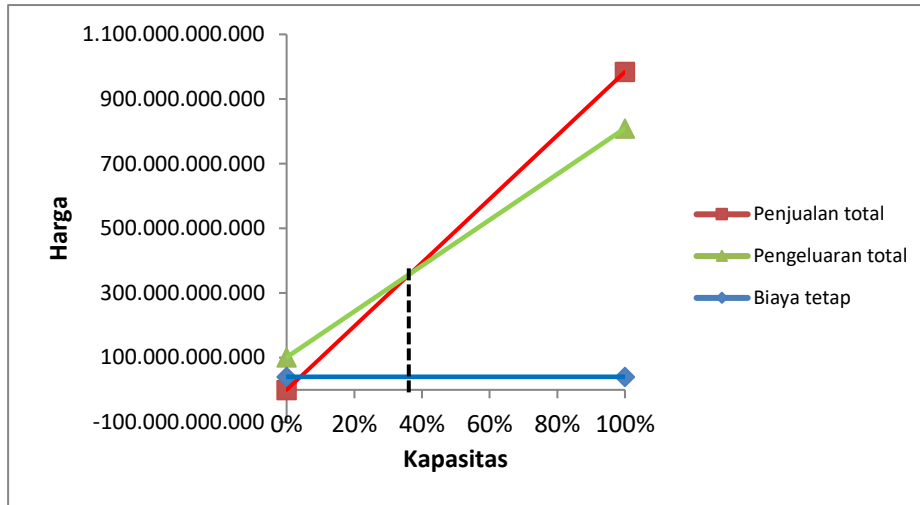
Dari hasil perhitungan pada Appendix D, didapatkan harga $i = 22,93\%$. Harga i yang diperoleh lebih besar dari harga i untuk bunga pinjaman yaitu $10,50\%$ per tahun. Dengan harga $i = 25,88\%$ yang didapatkan dari perhitungan menunjukkan bahwa pabrik ini layak didirikan dengan kondisi tingkat bunga pinjaman $10,50\%$ per tahun.

VI.3.3 Analisis Waktu Pengembalian Modal (*Payout Time / POT*)

Dari perhitungan yang dilakukan pada Appendiks D didapatkan bahwa waktu pengembalian modal minimum adalah 4,05 tahun dengan perkiraan usia pabrik 10 tahun. Hal ini menunjukkan bahwa pabrik ini layak untuk didirikan karena POT yang didapatkan lebih kecil dari perkiraan usia pabrik.

VI.3.4 Analisis Titik Impas (*Break Even Point / BEP*)

Analisa titik impas digunakan untuk mengetahui besarnya kapasitas produksi dimana biaya produksi total sama dengan hasil penjualan. Biaya tetap (FC) dan Biaya variabel (VC), Biaya semi variabel (SVC) dan biaya tetap tidak dipengaruhi oleh kapasitas produksi. Dari perhitungan yang dilakukan pada Appendiks D didapatkan bahwa Titik Impas (BEP) = 36,53%.



Gambar VI.3 Grafik *Break Even Point*

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB VII

KESIMPULAN

Dari hasil yang telah diuraikan pada bab-bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Proses Terpilih : Proses Dehidrasi
2. Perencanaan operasi : Kontinyu, 24 jam/hari,
selama 330 hari
3. Kapasitas Produksi : 37.000 ton DEE/tahun
4. Bahan baku : 47.642 ton Etanol/tahun
5. Lokasi Pabrik : Ngargosari, Kebomas, Gresik,
Jawa Timur
6. Masa konstruksi : 2 tahun
7. Analisis Ekonomi :

IRR (Internal Rate of Return)	22,93%
POT (Pay Out Time)	4,05 tahun
BEP(Break Even Point)	36,53 %

Dari hasil uraian diatas, segi teknis dan ekonomis Pabrik DEE dari Etanol dengan Proses Dehidrasi layak untuk didirikan.

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

- Bartholomew, C. H. 2006. *Fundamentals of Industrial Catalytic Processes*. John Wiley & Sons, Canada.
- BPS. 2018. *Statistik Perdagangan Luar Negeri Impor*. Jilid 1. Badan Pusat Statistik, Jakarta.
- Brownell, L. E., & Young, D. H. 1959. *Process Equipment Design*. John Wiley & Sons Inc., New York.
- DeWilde, J. 2016. *Kinetics, Mechanisms, and Site Requirements of Olefin Synthesis and Conversion Over Metal Oxide Catalysts*. Disertasi. Unniversity of Minnesota, Minneapolis.
- Erwin, J., & S. Moulton. 1996. *Maintanance and Operation of the U.S. DOE Alternative Fuel Center*. Southwest Research Institute, San Antonio.
- ESDM. 2018. *Handbook of Energy & Economy Statistics of Indonesia*. Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral, Jakarta.
- Fessenden, R. J., & Fessenden, J. S. 1999. *Kimia Organik*. Jilid. 1. Edisi Tiga. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Geankoplis, C. J. 2003. *Transport Processes and Separation Process Principles*. 4th Edition. Prentice Hall Professional Technical Reference, New Jersey.
- Gubernur Banten. 2018. *Keputusan Gubernur Banten No. 561/Kep.318-Huk/2018 tentang Penetapan Upah Minimum Kabupaten/Kota di Provinsi Banten Tahun 2019*.
- Gubernur Jawa Timur. 2018. *Keputusan Gubernur Jawa Timur No. 188/665/KPTS/013/2018 tentang Upah Minimum Kabupaten/Kota di Jawa Timur Tahun 2019*.
- Kirk, R. E., & Othmer, D. F. 1991. *Encyclopedia of Chemical Technology*. Vol. 4. 4th Edition. John & Wiley and Sons Inc., New York.
- Kern, D. Q. 1965. *Process Heat Transfer*. McGraw-Hill Companies Inc., New York.

- Perry, R. H., & Green, D. W. 1997. *Perry's Chemical Engineer's Handbook*. 7th Edition. McGraw-Hill Companies Inc., New York.
- Peters, M. S., & Timmerhaus, K. D. 1991. *Plant Design and Economics for Chemical Engineers*. 4th Edition. McGraw-Hill Companies Inc., New York.
- Peters, M. S., Timmerhaus, K. D., & West, R. E. 2003. *Plant Design and Economics for Chemical Engineers*. 5th Edition. McGraw-Hill Companies Inc., New York.
- Sakuth, M., Mensing, T., Schuler, J., Heitmann, W., Strehlke, G., & Mayer, D. 2012. *Ethers, Aliphatic*. Vol. 13, dalam Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, hal. 433-449.
- Smith, R. 2005. *Chemical Process Design and Integration*. John Wiley & Sons, Ltd., England.
- Smith, R. 2005. *Chemical Process Design and Integration*. 5th Edition. McGraw-Hill Companies Inc., New York.
- Ullmann. 1987. *Encyclopedia of Industrial Chemistry*. Vol. A.10. 5th Edition. VCH Verlagsgesellschaft, Weinheim.
- Ulrich, G. D. 1984. *A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics*. John & Wiley Sons Inc., Canada.
- Varişlı, D. 2007. *Kinetic Studies For Dimethyl Ether And Diethyl Ether Production*, Tesis Ph.D., Middle East Technical University, Ankara.
- Widayat. 2011. *Studi Proses Produksi Dietil Eter Dari Etanol Dengan Katalis Zeolit Berbasis Zeolit Alam*, Disertasi Dr.. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Winkle, M. V. 1967. *Distillation*. McGraw-Hill Companies Inc., New York.
- Yaws, C. L. 1999. *Chemical Properties Handbook: Physical, Thermodynamic, Environmental, Transport, Safety, and Health Related Properties for Organic and Inorganic Chemicals*. McGraw-Hill Companies Inc., USA.

<https://www.matche.com/>
<https://www.bps.go.id/>
<https://bantenminning.wordpress.com/ketenagalistrikan/>
<https://www.ptpjb.com/esdm-pastikan-pjb-up-gresik-siap-pasokan-listrik-lebaran-2018/>
<https://www.suamerdeka.com/news/>
<http://www.perpamsibanten.org/jasalingkungan.htm>
<https://www.bmkg.go.id/cuaca/prakiraan-cuaca>
<https://www.chemengonline.com/>

RIWAYAT HIDUP PENULIS



Meilan Irma Dani, akrab dipanggil Meilan lahir di Lumajang, 31 Mei 1996. Merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Penulis menempuh pendidikan formal yang dimulai dari SDN 1 Darungan (2002-2008) dilanjutkan dengan SMPN 1 Kunir (2008-2011), lalu dilanjutkan di SMAN 1 Kunir (2011- 2014). Penulis melanjutkan pendidikan jenjang perguruan tinggi D3 di Teknik Kimia Politeknik Negeri Malang (2014-2017), dan menempuh pendidikan jenjang perguruan tinggi S1 di Teknik Kimia Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Penulis telah menyelesaikan tugas akhir pra desain pabrik dan tugas penelitian di laboratorium penelitian Teknik Reaksi Kimia bersama partner dan di bawah bimbingan Prof. Dr. Ir. Achmad Roesyadi, DEA dan Hikmatun Ni'mah, S.T., M.Sc., Ph.D. Tugas akhir pra desain pabrik yang telah diselesaikan oleh penulis berjudul “Pra Desain Pabrik Dietil Eter dari Etanol dengan Proses Dehidrasi” dan tugas penelitian berjudul “Delignifikasi Oksigen pada *Kraft Pulping* Serat Abaka (*Musa textilis*).”

E-mail: meilanirma@gmail.com

RIWAYAT HIDUP PENULIS



Savira Wicaksono Putri, akrab dipanggil Vira lahir di Tuban, 05 Oktober 1996. Merupakan anak pertama dari tiga bersaudara. Penulis menempuh pendidikan formal yang dimulai dari SDN 1 Nagri Tengah Purwakarta (2002-2006) dan SDN Pelita Bandung (2007-2008), dilanjutkan dengan SMPN 28 Bandung (2008-2011), lalu dilanjutkan di SMAN 11 Bandung (2011- 2014). Penulis melanjutkan pendidikan jenjang perguruan tinggi D3 di Analisis Kimia Universitas Padjadjaran Bandung (2014-2017), dan menempuh pendidikan jenjang perguruan tinggi S1 di Teknik Kimia Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Penulis telah menyelesaikan tugas akhir pra desain pabrik dan tugas penelitian di laboratorium penelitian Teknik Reaksi Kimia bersama partner dan di bawah bimbingan Prof. Dr. Ir. Achmad Roesyadi, DEA dan Hikmatun Ni'mah, S.T., M.Sc., Ph.D. Tugas akhir pra desain pabrik yang telah diselesaikan oleh penulis berjudul "Pra Desain Pabrik Dietil Eter dari Etanol dengan Proses Dehidrasi" dan tugas penelitian berjudul "Delignifikasi Oksigen pada *Kraft Pulping* Serat Abaka (*Musa textilis*)."

E-mail: savirawicaksono@gmail.com