TUGAS DESAIN PABRIK KIMIA – TK184803

PRA DESAIN PABRIK DIETIL ETER DARI ETANOL DENGAN PROSES DEHIDRASI MENGGUNAKAN KATALIS γ-ALLUMINA

M. Naufal Fatkhi Rofaudin
NRP. 02211746000025

Azizul Pradna Qoidani
NRP. 02211746000030

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

DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI DAN REKAYASA SISTEM
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2020

TUGAS DESAIN PABRIK KIMIA – TK184803

PRA DESAIN PABRIK DIETIL ETER DARI ETANOL DENGAN PROSES DEHIDRASI MENGGUNAKAN KATALIS γ-ALLUMINA

M. Naufal Fatkhi Rofaudin
NRP. 02211746000025

Azizul Pradna Qoidani
NRP. 02211746000030

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

DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
DAN REKAYASA SISTEM
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2020

PLANT DESIGN PROJECT – TK184803

PLANT DESIGN DIETHYL ETHER FROM ETHANOL WITH DEHYDRATION PROCESS USING γ-ALUMINA CATALYST

M. Naufal Fatkhi Rofaudin
NRP. 02211746000025

Azizul Pradna Qoidani
NRP. 02211746000030

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

DEPARTMENT OF CHEMICAL ENGINEERING
FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY AND SYSTEM ENGINEERING
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY SURABAYA
2020

LEMBAR PENGESAHAN

Laporan Tugas Desain Pabrik Kimia dengan Judul :

"PRA DESAIN PABRIK DIETIL ETER DARI ETANOL DENGAN PROSES DEHIDRASI MENGGUNAKAN KATALIS γ-ALUMINA"

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

Oleh :

M. Naufal Fatkhi R.	**02211746000025**
Azizul Pradna Qoidani	**02211746000030**

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Desain Pabrik Kimia :

1. Hikmatun Ni'mah, S.T., M.Sc., Ph.D. ..... (Pembimbing I)
2. Prof. Dr. Ir. Achmad Roesyadi, DEA. ..... (Pembimbing II)
3. Firman Kurniawansyah, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D. ..... (Penguji I)
4. Prof. Dr. Ir. Arief Widjaja, M.Eng. ..... (Penguji II)
5. Siti Zullaikah, ST., MT., Ph.D. ..... (Penguji III)

Surabaya
Februari, 2020

INTISARI

Perkembangan industri di Indonesia khususnya industri kimia terus mengalami peningkatan. Dengan peningkatan sektor ini, maka peningkatan unsur-unsur penunjang industri juga makin meningkat, termasuk bahan-bahan pembantu dan penunjang. Diethyl ether (DEE) merupakan salah satu dari eter komersial yang paling penting. Di bidang industri, DEE banyak digunakan sebagai bahan pelarut untuk melakukan reaksi-reaksi organik dan memisahkan senyawa organik dari sumber alamnya. DEE juga dapat digunakan sebagai bahan bakar baik sebagai campuran maupun komponen murninya.

Proses pembuatan DEE ini menggunakan bahan baku larutan etanol dengan kadar 96%. 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% 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 ɣ-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 demgan 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 dengn *feed* etanol dari tangki penyimpanan etanol

Pabrik DEE akan beroperasi pada tahun 2024, dengan pembelian peralatan pada tahun 2022 dan masa konstruksi selama 2 tahun. Pabrik DEE ini akan didirikan di Panjang Utara, Kecamatan Panjang, Kota Bandar Lampung dengan kapasitas

sebesar 30.000 ton/tahun. Bahan baku larutan etanol 96% yang dibutuhkan sebesar 38.830 ton/tahun.

Dari perhitungan analisis ekonomi, dengan harga jual DEE sebesar $2 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 Menggunakan Katalis γ-Allumina"** dan menyelesaikan laporan ini sesuai dengan waktu yang telah ditentukan. Tugas Akhir ini merupakan syarat kelulusan bagi mahasiswa tahap sarjana di Departemen Teknik Kimia FTIRS-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. Ibu Dr.Eng Widyastuti, S.T., M.T., selaku Kepala Departemen Teknik Kimia FTIRS-ITS
3. Bapak Kusdianto, S.T., M.Sc. Eng., selaku Sekretaris Departemen I
4. Bapak Prof. Dr. Ir. Achmad Roesyadi, DEA selaku Kepala Laboratorium Teknik Reaksi Kimia, atas bimbingan dan saran yang telah diberikan.
5. Ibu Hikmatun Ni'mah, S.T, MSc, Ph.D. dan Bapak Prof. Dr. Ir. Achmad Roesyadi, DEA, 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 FTIRS-ITS.
7. Teman - teman dari Laboratorium Teknik Reaksi Kimia dan semua teman - teman Lintas Jalur Teknik Kimia FTIRS-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, Maret 2020

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 ɣ-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 ɣ-Alumina.....III-5
III.1.3 Blok Diagram Proses Pembuatan Dietil EterIII-7
III.2 Proses Adsorpsi III-9
III.3 Seleksi Proses.....III-11
III.4 *Process Flow Diagram*.....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 *Steam*..... 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 (*Internal Rate of Return* / IRR)..... VI-15
VI.3.3 Analisis Waktu Pengembalian Modal (*Payout Time* / POT)..... VI-16
VI.3.4 Analisis Titik Impas (*Break Even Point* / BEP) 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 *Software Expert* Choice…….....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 ɣ-Al_2O_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 ɣ-Alumina……..III-7
Gambar III.5 *Boiling Point* / *Composition Curve for Ethanol-Water*……..III-9
Gambar III.6 Blok Diagram Dehidrasi Etanol dengan Katalis ɣ-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 *Break Even Point*……..VI-17

DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Data Impor Dietil Eter di Indonesia……II-1
Tabel II.2 Perkembangan Konsumsi *Gasoline* di Indonesia ……II-2
Tabel II.3 Perkembangan Konsumsi *Gasoline* di Indonesia ……II-2
Tabel II.4 Perkembangan Produksi *Gasoline* di Indonesia ……II-2
Tabel II.5 Perkembangan Impor *Gasoline* di Indonesia ……II-3
Tabel II.6 Proyeksi Konsumsi, Produksi, dan Impor Tahun 2024……II-4
Tabel II.7 Data Perusahaan Produsen Etanol di Indonesia ……..II-10
Tabel II.8 Data Penduduk dengan Umur Produktif di Kota Bandar Lampung,.....……...II-11
Tabel II.9 Karakteristik Bahan Baku Etanol…….II-14
Tabel II.10 Karakteristik *Gasoline* dan Dietil Eter Sebagai Bahan Bakar……..II-16
Tabel III.1 Perbandingan Proses Pembuatan Dietil Eter...III-10
Tabel IV.I Neraca Massa Tangki Pengaduk (M-113)…..IV-2
Tabel IV.2 Neraca Massa Adsorber (D-110A)……IV-3
Tabel IV.3 Neraca Massa *Mixing Point* pada *Vaporizer* (V-117)……..IV-4
Tabel IV.4 Neraca Massa Sistem *Overall Vaporizer* (V-117) ……...IV-6
Tabel IV.5 Neraca Massa *Vaporizer* (V-117)…….IV-6
Tabel IV.6 Neraca Massa *Flash Drum* (H-118)……...…...IV-7
Tabel IV.7 Neraca Massa Reaktor (R-210)…….IV-9
Tabel IV.8 Neraca Massa *Diethyl Ether Distillation* (D-310) …….IV-10
Tabel IV.9 Neraca Massa Akumulator (F-312)…….IV-11
Tabel IV.10 Neraca Massa *Reboiler* (E-317)……..IV-11
Tabel IV.11 Neraca Massa *Ethanol Distillation* (D-320)…IV-12

Tabel IV.12 Neraca Massa Akumulator (F-322)……IV-14
Tabel IV.13 Neraca Massa *Reboiler* (E-326)……..IV-14
Tabel IV.14 Neraca Energi Tangki Pengaduk (M-113) .…IV-16
Tabel IV.15 Neraca Energi Adsorber (D-110A)……IV-17
Tabel IV.16 Neraca Energi *Flash Drum* (H-118)……IV-18
Tabel IV.17 Neraca Energi *Mixing Point* pada *Vaporizer* (V-117)……....IV-19
Tabel IV.18 Neraca Energi *Vaporizer* (V-117)……...IV-20
Tabel IV.19 Neraca Energi *Heater* (E-119)……....IV-20
Tabel IV.20 Neraca Energi Reaktor (R-210)……...IV-21
Tabel IV.31 Neraca Energi *Condensor* (E-211)……..IV-22
Tabel IV.32 Neraca Energi *Diethyl Ether Distillation* (D-310) …… IV-23
Tabel IV.33 Neraca Energi *Ethanol Distillation* (D-320).. IV-24
Tabel V.I Daftar dan Harga Peralatan…….....V-1
Tabel V.2 Spesifikasi Alat Tangki Penyimpanan Etanol (F-111)……..……..V-4
Tabel V.3 Spesifikasi Alat Pompa (L-112)……V-4
Tabel V.4 Spesifikasi Alat Adsorber (D-110A/B)……..V-5
Tabel V.5 Spesifikasi Alat Tangki Penyimpanan Hasil Adsorpsi (F-115)……V-5
Tabel V.6 Spesifikasi Alat Pompa (L-212)……V-6
Tabel V.7 Spesifikasi Alat *Vaporizer* (V-213)……...V-6
Tabel V.8 Spesifikasi Alat *Flash Drum* (F-214)……V-7
Tabel V.9 Spesifikasi Alat *Heater* (E-215)……V-7
Tabel V.10 Spesifikasi Alat Reaktor (R-310)……..V-8
Tabel V.11 Spesifikasi Alat *Condenser* (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 *Diethyl Ether Distillation* (D-410).....V-10
Tabel V.15 Spesifikasi Alat *Condenser* (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 *Reboiler* (E-418)……...V-15
Tabel V.23 Spesifikasi Alat Pompa (L-419)……..V-15
Tabel V.24 Spesifikasi Alat *Ethanol Distillation* (D-420).V-16
Tabel V.25 Spesifikasi Alat *Condenser* (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 *Reboiler* (E-426)……V-19
Tabel VI.1 Daftar Kebutuhan Karyawan Pabrik DEE…..VI-10
Tabel VI.2 Jadwal *Shift* dengan Sistem 2-2-2……...VI-12

BAB I
LATAR BELAKANG

I.1 Latar Belakang

Perkembangan industri di Indonesia khususnya industri kimia terus mengalami peningkatan. Dengan peningkatan sektor ini, maka peningkatan unsur-unsur penunjang industri juga makin meningkat, termasuk bahan-bahan pembantu dan penunjang. Diethyl ether (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, mikroselolosa, parfum, alkaloid, dan sebagian kecil dipakai dalam industri butadiena. Di bidang kedokteran, DEE sangat identik dengan bahan anestesi (Ullmann, 1987). DEE juga dapat digunakan sebagai bahan bakar baik sebagai campuran maupun komponen murninya. DEE dicampur dengan etanol dapat mengatasi kekurangan bahan bakar etanol (Kitto Borsa, 1998).

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 ^{o}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). Disini juga dalam penelitian, penambahan DEE dalam bahan bakar dapat mengurangi jumlah emisi NO_x dan juga CO (Polat,2015).

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 subtitusi 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. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan bahan bakar dalam negeri masih sangat besar. Maka dari itu penambahan adisi DEE dalam bahan bakar yang dapat meningkatkan performa bahan bakar tersebut merupakan aspek penting yang dapat menunjang aspek penjualan serta kualitas, terutama pada mesin berbasis diesel.

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. DEE dalam kegunaannya dapat sebagai aditif untuk bahan bakar. Sehingga kegunaannya dapat memberi manfaat untuk meningkatkan kualitas dari BBM di Indonesia.

Dietil eter adalah cairan bening yang mudah terbakar dan memiliki bau yang khas. Dietil eter banyak digunakan sebagai pelarut laboratorium yang umum, memiliki kelarutan terbatas dalam air dan kelarutan yang tinggi di dalam minyak, lemak, dan resin sehingga sering digunakan untuk proses ekstraksi caircair. Selain itu dietil eter merupakan anestetika yang paling sering digunakan dan dianggap aman. Cairan dietil eter bersifat volatil. Pada kondisi atmosferik, dietil eter menguap pada suhu 38°C Proses produksi Dietil eter secara langsung yang paling banyak di dunia adalah sulfuric acid atau proses Barbet. Konversi Dietil eter yang dihasilkan sebesar 94-94% (Ullman, 1987).

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). Dietil eter juga banyak digunakan pada industri obat-obatan, selain itu dietil eter juga digunakan sebagai pelarut untuk bahan yang mempunyai titik didih rendah (Sungkar, 2011).

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 atu faktor penting. Pra desain Pabrik Dietil Eter dari Etanol dengan Proses Dehidrasi Etanol menggunakan Katalis γ-Alumina direncanakan akan didirikan pada tahun 2024 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 dibilang 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, 2019)

Tahun	Impor (ton)
2014	17,933
2015	19,667
2016	5,263
2017	7,073
2018	11,953

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 2014-2018 dapat dilihat pada **Tabel II.2.**

Tabel II.2 Perkembangan Konsumsi *Gasoline* di Indonesia (ESDM, 2019)

Tahun	Konsumsi (kL)	Perkembangan (%)
2014	29.884.959	-
2015	30.411.638	1,76
2016	31.620.024	3,97
2017	32.795.802	3,72
2018	33.767.656	2,96
Rata-rata Perkembangan		3,1

b. Ekspor *Gasoline* di Indonesia

Perkembangan ekspor *gasoline* pada tahun 2014-2018 dapat dilihat pada **Tabel II.3.**

Tabel II.3 Perkembangan Ekspor *Gasoline* di Indonesia (ESDM, 2019)

Tahun	Ekspor (kL)	Perkembangan (%)
2014	25.278,98	-
2015	2.384,81	-90,57
2016	1.430,89	-40
2017	635,95	-55,56
2018	0	-100
Rata-rata Perkembangan		-71,53

c. Produksi *Gasoline* di Indonesia

Perkembangan produksi *gasoline* pada tahun 2014-2018 dapat dilihat pada **Tabel II.4.**

Tabel II.4 Perkembangan Produksi *Gasoline* di Indonesia (ESDM, 2019)

Tahun	Produksi (kL)	Perkembangan (%)
2014	11.837.875	-
2015	12.798.959	8,12
2016	14.835.108	15,91
2017	14.151.459	-4,61
2018	14.445.744	2,08
Rata-rata Perkembangan		5,38

d. Impor *Gasoline* di Indonesia

Perkembangan impor *gasoline* pada tahun 2014-2018 dapat dilihat pada **Tabel II.5.**

Tabel II.5 Perkembangan Impor *Gasoline* di Indonesia (ESDM, 2019)

Tahun	Impor (kL)	Perkembangan (%)
2014	19.448.000	-
2015	18.055.000	-7,1627
2016	15.474.000	-14,295
2017	17.567.000	13,5259
2018	18.479.000	5,19155
Rata-rata Perkembangan		-0,69

2. Kebutuhan *Gasoline* di Indonesia pada Tahun 2024

Dari data di atas, maka dapat dilakukan perhitungan untuk memprediksi kebutuhan *gasoline* di Indonesia pada tahun 2024 (dalam kL) dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$F = F0\ (1 + i)^n$$

Dimana :

F = Perkiraan kebutuhan *gasoline* pada tahun 2024

F_o = 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 2024 dengan menggunakan persamaan di atas adalah sebagai berikut:

Tabel II.6 Proyeksi Konsumsi, Produksi, dan Impor Tahun 2024

Proyeksi	***Gasoline* (kL)**
Konsumsi	33.767.656
Ekspor	0
Produksi	18.768.125
Impor	17.854.609

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

Kebutuhan *gasoline* = (Konsumsi + Ekspor) - (Produksi + Impor)
= [(33.767.656+ 0) – (18.768.125+ 17.854.609)] kL/tahun
= 2.722.025 kL/tahun

Berdasarkan perhitungan, maka kebutuhan *gasoline* di Indonesia pada tahun 2024 akan mencapai 2.722.025 kl/tahun. Pabrik DEE nantinya akan mengacu pada penambahann bahan bakar E5 (Ethanol 5%) pada gasoline sehingga nantinya diharapkan DEE bisa mengganti adisi ethanol 5% dan bahan bakar bisa bekerja lebih optimal. Maka dari itu kebutuhan DEE indonesia pada kebutuhan gasoline sebesar :

Kebutuhan DEE adisi gasoline = 5% x 2.722.025 kL/tahun
= 136.101,25 kL/tahun

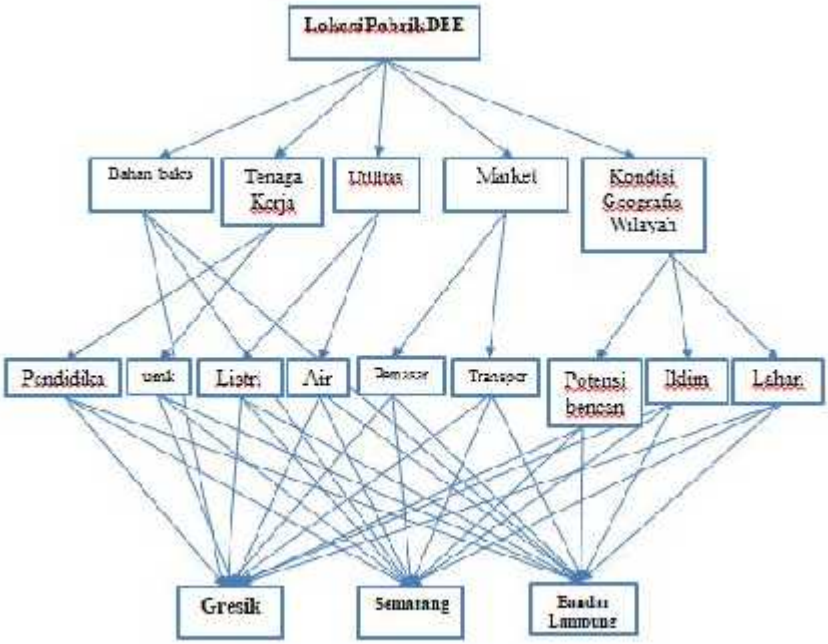
Pabrik DEE direncanakan didirikan dengan kapasitas sebesar 30% dari total kebutuhan DEE adisi gasoline di Indonesia pada tahun 2024. Perhitungan kapasitas produksi pabrik DEE adalah sebagai berikut:

Kapasitas produksi = 136.101,25 kL/tahun x (0,73 ton/kL)
= 99.353,9125 ton/tahun
= 149.031 ton/tahun x 30%
= 29.806,174 ton/tahun
= 30.000 ton/tahun (pembulatan)

Penentuan kapasitas pabrik DEE didasarkan pada pertimbangan DEE sebagai bahan adisi *gasoline* sehingga kapasitas yang ditentukan yaitu 30% dari kebutah DEE sebagai adisi gasoline didalam negeri. Maka dari itu diharapkan penambahan adisi *gasoline* dapat menambah performa bahan bakar kendaraan bermotor dalam negeri sehingga DEE dapat bermanfaat dalam penggunaanya.

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 :

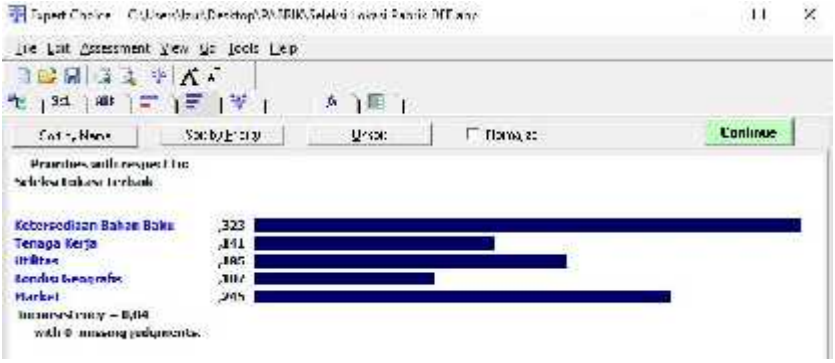


Gambar II.1 Struktur Hierarki Pemilihan Lokasi Pabrik Dietil Eter

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 Bandar Lampung 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 0,04, 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 Bandar Lampung (https://earth.google.com)

Tujuan dari penentuan lokasi pabrik adlah untuk membantu pabrik dapat beropersi dengan lancer, efektif, dan efisien. Dari hasil pembobotan dengan *software Expert Choice* dapat disimpulkan bahwa kota Bandar Lampung sangat cocok untuk didirikan Pabrik Dietil Eter dengan Proses Dehidrasi Etanol menggunakan Katalis γ-Alumina. Pabrik DEE akan didirikan di Panjang Utara, Kecamatan Panjang , Kota Bandar Lampung, Lampung terletak di garis -5.476617, 105.318826. 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% berat. Perusahaan yang memproduksi larutan etanol 96% berat dapat dilihat pada tabel berikut..

Tabel II.7 Data Perusahan Produsen Etanol di Indonesia

Nama Perusahaan	% Etanol	Daerah	Kapasitas (ton/tahun)
PT Molindo Raya Industrial	96	Malang	80.000
PT Indo Acidatama Tbk.	96	Solo	60.200
PT Indolampung Distillery	96	Lampung	70.000
PT Bukit Manikam Subur	96	Lampung	52.000

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 Sumatera dapat menggunakan kapal melalui pelabuhan yang dekat dengan pabrik. Di Lampung terdapat pelabuhan internasional, yaitu Pelabuhan Panjang, di Semarang terdapat pelabuhan Tanjung Emas, sedangkan Kab. Gresik terdapat 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, di Kota Bandar Lampung jumlah penduduk sebesar 1.051.500 sedangkan jumlah penduduk di Kota Semarang sebesar 1.668.578 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 Bandar Lampung, Kota Semarang, Kab. Gresik (BPS, 2019)

Provinsi	Jenjang Lulusan Pendidikan Tinggi				
	Diploma	S1	S2	S3	Total
Lampung	4.555	16.011	2.340	345	23.251
Jawa Timur	26.166	120.905	12.044	901	160.016
Jawa Tengah	25.962	71.139	7.620	333	105.054

Upah minimum kabupaten/kota (UMK) untuk wilayah Kab. Gresik pada tahun 2019 sebesar Rp 3.867.874 (Gubernur Jawa Timur, 2018). Upah minimum kabupaten/kota (UMK) untuk wilayah Semarang sebesar Rp 2.445.141 Sedangkan upah minimum /kota (UMK) untuk wilayah Kota Bandar Lampung pada tahun 2019 sebesar Rp. 2.241.269

Dapat dilihat pada **Tabel II.8**, jumlah penduduk dengan umur produktif dengan latar belakang Diploma, dan Sarjana di Provinsi Jawa Timur lebih banyak dibandingkan provinsi lain. Upah minimum kabupaten/kota (UMK) untuk wilayah Bandar Lampung lebih rendah yaitu Rp 2.241.269 dibandingkan wilayah lain. Hal ini menguntungkan bagi pabrik dalam segi ekonomi sebagai standar gaji bagi karyawan daerah sekitae serta utuk 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 Bandar Lampung Sumber listrik di berasal dari PLN yaitu dari Pembangkit Listrik Tenaga

Mesin Gas (PLTMG) yang berada di Provinsi Lampung dengan kapasitas total terpasang yaitu sekitar 978 MW (http://www.lampost.co/berita-konsumsi-listrik-di-lampung)

Konsumsi energi listrik di Kota Semarang Sumber listrik di berasal dari PLN yaitu dari Pembangkit Listrik Tenaga Gas Uap (PLTGU) yang berada di Kota Semarang dengan kapasitas total terpasang yaitu sekitar 779 MW (https://semarang.bisnis.com/indonesia-power-unit-semarang)

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/ 2018/).

Sedangkan untuk sumber air, ketiganya dapat memanfaatkan dan mengolah air laut serta air sungai dan ketersediannya cukup banyak. 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/)

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 Semarang
   - Kelembapan udara rata-rata = 40 - 85 %
   - Suhu udara rata = 23 – 35 ºC
   - Curah hujan rata-rata = 109,175 mm^3
   - Potensi gempa = Rendah
   - Potensi banjir = Sedang
   - Kecepatan angin = 19 km/h
   - Luas Wilayah = 37.380 Ha

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

2. Kabupaten Gresik
   - Kelembapan udara rata-rata = ± 75 %
   - Suhu udara rata-rata = 28,5 ºC
   - Curah hujan rata-rata = 128,00 mm^3
   - Potensi gempa = Rendah
   - Potensi Banjir = Sedang (kawasan rawan banjir 9.426,115 Ha)
   - Kecepatan Angin = 10 km/h
   - Luas Wilayah = 113.700 Ha

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

3. Kota Bandar Lampung
   - Kelembapan udara rata-rata = 85 - 90 %
   - Suhu udara rata = 21 – 34 ºC
   - Curah hujan rata-rata = 138.40 mm^3
   - Potensi gempa = Rendah
   - Potensi banjir = Rendah
   - Kecepatan angin = 19 km/h
   - Luas Wilayah = 16.920 Ha

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

Selain kondisi iklim, kondisi lahan juga harus diperhatikan. Lahan yang akan digunakan untuk menunjang pendirian Pabrik haruslah merupakan lahan yang dibutuhkan untuk industri. Harga dari lahan juga harus diperhatikan untuk pertimbangan pemilihan lokasi pabrik karena akan berpengaruh dalam perhitungan ekonomi pabrik. Untuk lahan industri di wilayah Kab. Gresik harga lahan industri sebesar Rp 2,2 juta/m^2. Untuk harga lahan industri di Kota Semarang sebesar Rp 3,5 juta/m^2. Sedangkan di daerah Bandar Lampung harga lahan industri sebesar Rp 2,0 juta/m^2. (https://www.lamudi.co.id/lahan-industri2019)

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 organic 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 (ºF)	172
Angka cetan	< 5
Autoignition temperature (ºF)	793
Flammibility limit, (% vol.)	4,3 – 19,0
Lower heating value Btu/lb)	11500
Viskositas pada 68 ºF	1,19 (68)
Densitas (lb/gal)	6,612

II.3.1.2 γ-Alumina

Gamma alumina (γ-Al_2O_3) 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 m^2/g), volume pori yang besar pula (0,4-0,5 cm^3/g), serta diameter pori yang besar (6-40 nm). Selain itu γ-Al_2O_3 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, mikroselolosa, 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. Sehinga 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	***Gasoline***
Titik didih (ºF)	94	80 – 437
Angka cetan	> 125	13 – 17
Autoignition temperature (ºF)	320	495
Flammibility limit, (% vol.)	1,9 – 36	1,0 – 6,0
Lower heating value Btu/lb)	14571	18500
Viskositas pada 68 ºF	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.

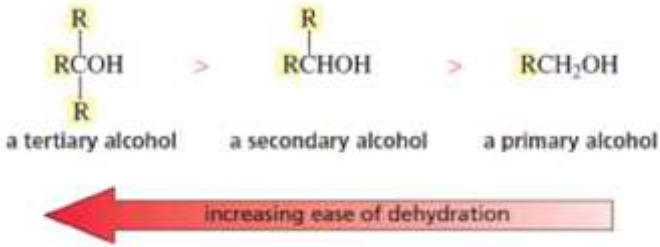
Reaksi dehidrasi memerlukan adanya asam dan pemanasan, yang umumnya dilakukan salah satu dari dua kemungkinan berikut : (1) memanaskan etanol dengan asam sulfat atau asam fosfat, atau (2) uap alcohol dilewatkan pada katalis, umumnya katalis alumina (Al_2O_3), pada suhu tinggi, (Riwiyanto, 2009).

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.

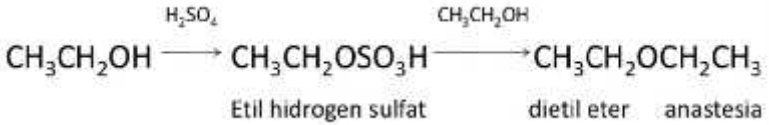
$$\underset{\text{Etanol}}{2C_2H_5OH} \xrightarrow[125^oC - 145^oC]{H_2SO_4} \underset{\text{Dietil eter}}{C_2H_5OC_2H_5} + \underset{\text{Air}}{H_2O}$$

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.



Gambar III.1 Urutan Kemudahan Alkohol Mengalami Dehidrasi (Fessenden & Fessenden, 1999)

Dehidrasi alkohol sekunder dan tersier akan mengikuti alur reaksi eliminasi 1 (E1). Gugus hidroksil di protonkan sehingga terbentuk sebuah karbon kation dengan lepasnya molekul air kemudian sebuah proton dibuang untuk menghasilkan alkena. Sedangkan dehidrasi alcohol primer dapat mengikuti alur reaksi eliminasi 2 dan dapat menghasilkan eter. Berikut merupakan contoh mekanisme reaksi dehidrasi etanol dengan katalis asam sulfat:

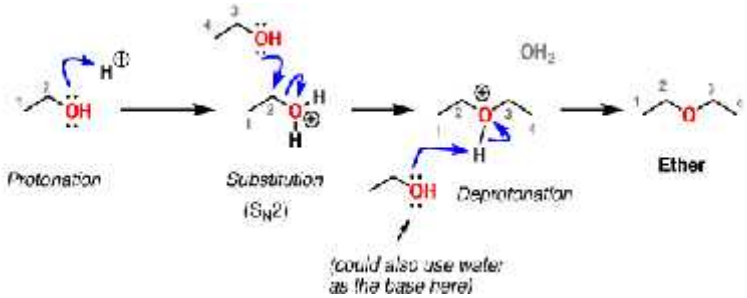


Tahap 1 (Protonasi dan Lepasnya Air):

$$\underset{\text{(Etanol)}}{CH_3\text{-}CH_2\text{-}OH} \xrightarrow{H^+} CH_3\text{-}CH_2\text{-}{}^{+}OH_2 \xrightarrow{-\,H_2O} CH_3{}^{+}CH_2$$

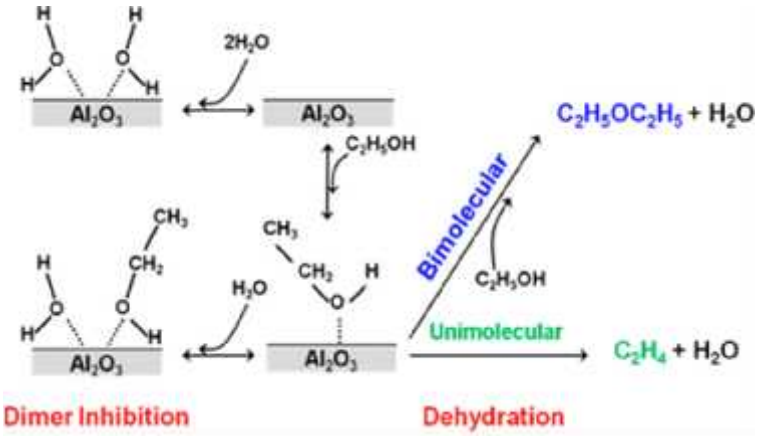
Tahap 2 (Substitusi dan Deprotonasi)

$$\underset{\text{(Etanol)}}{CH_3{}^{+}CH_2 + CH_3\text{-}CH_2\text{-}OH} \xrightarrow{-H^+} \underset{\text{(Dietil Eter)}}{CH_3\text{-}CH_2\text{-}O\text{-}CH_2\text{-}CH_3}$$



Ketika alkohol dicampur dengan asam sulfat, maka akan terjadi reaksi reversible. Produk yang dominan dari reaksi tergantung oada 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 alcohol dengan alumina.



Gambar III.2 Mekanisme Reaksi Dehidrasi Etanol Menggunakan Katalis ɣ-Al_2O_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. . Umpan alkohol secara kontinyu masuk ke dalam campuran asam-alkohol dengan pemanasan terlebih dahulu mendekati suhu 127ºC. 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:

$$\underset{\text{Etanol}}{2C_2H_5OH} \xrightarrow[125^oC - 145^oC]{H_2SO_4} \underset{\text{Dietil eter}}{C_2H_5OC_2H_5} + \underset{\text{Air}}{H_2O}$$

Mekanisme reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:

$$\underset{\text{Etanol}}{C_2H_5OH} + \underset{\text{Asam sulfat}}{H_2SO_4} \rightarrow \underset{\text{Etil hidrogen sulfat}}{C_2H_5HSO_4} + \underset{\text{Air}}{H_2O}$$

$$\underset{\text{Etanol}}{C_2H_5OH} + \underset{\text{Etil hidrogen sulfat}}{C_2H_5HSO_4} \rightarrow \underset{\text{Dietil eter}}{C_2H_5OC_2H_5} + \underset{\text{Asam sulfat}}{H_2SO_4}$$

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 (SO_2) dan asam sulfat (H_2SO_4), campuran dari reaktor dilewatkan *caustic scrubber*. Hasil yang mengandung sedikit larutan alkali, dietil eter ($C_4H_{10}O$), alkohol dipisahkan dengan kolom fraksi. Setelah pemisahan terjadi, alcohol yang tidak bereaksi dengan air di *recycle*, dan dietil eter ($C_4H_{10}O$) 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 m^3/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 (C_2H_5OH) diuapkan dan dialirkan kedalam reaktor *fixed bed multitube* dengan katalisator berupa alumina dan beroperasi pada suhu 200 – 250 ^{0}C dengan tekanan 3 atm sehingga dihasilkan dietil eter ($C_4H_{10}O$) dan etanol (C_2H_5OH). Hasil keluar reaktor dikondensasi kemudian dimurnikan dengan menggunakan distilasi. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:

$$\underset{\text{Etanol}}{2C_2H_5OH} \rightarrow \underset{\text{Dietil eter}}{C_2H_5OC_2H_5O} + \underset{\text{Air}}{H_2O}$$

$$\underset{\text{Etanol}}{C_2H_5OH} \rightarrow \underset{\text{Etilen}}{C_2H_4} + \underset{\text{Air}}{H_2O}$$

(Kirk & Othmer, 1991).

Mekanisme reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:

$$C_2H_5OH \underset{k_2}{\overset{k_1}{\rightleftharpoons}} C_2H_4 + H_2O \qquad \Delta H°_{298} = 46550 \text{ J}$$

Etanol — Etilen — Air $\qquad \Delta G°_{298} = 8378$ J

$$2C_2H_5OH \underset{k_4}{\overset{k_3}{\rightleftharpoons}} C_2H_5OC_2H_5 + H_2O \qquad \Delta H°_{298} = -23040 \text{ J}$$

Etanol — Dietil eter — Air $\qquad \Delta G°_{298} = -76652$ J

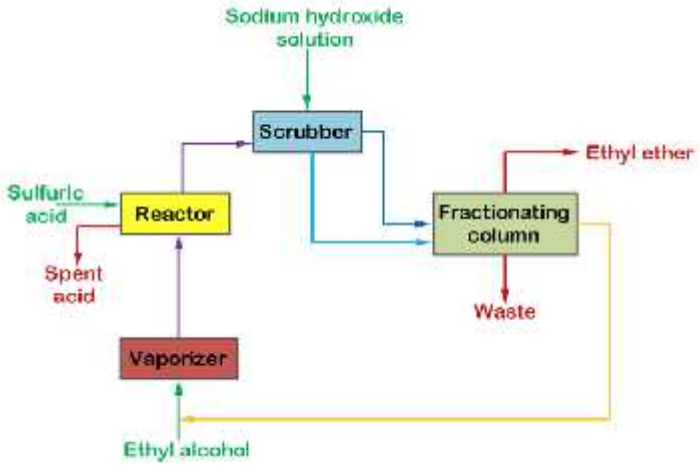
$$C_2H_5OC_2H_5 \underset{k_6}{\overset{k_5}{\rightleftharpoons}} C_2H_5OH + C_2H_4 \qquad \Delta H°_{298} = 69590 \text{ J}$$

Dietil eter — Etanol — Etilen $\qquad \Delta G°_{298} = -83460$ J

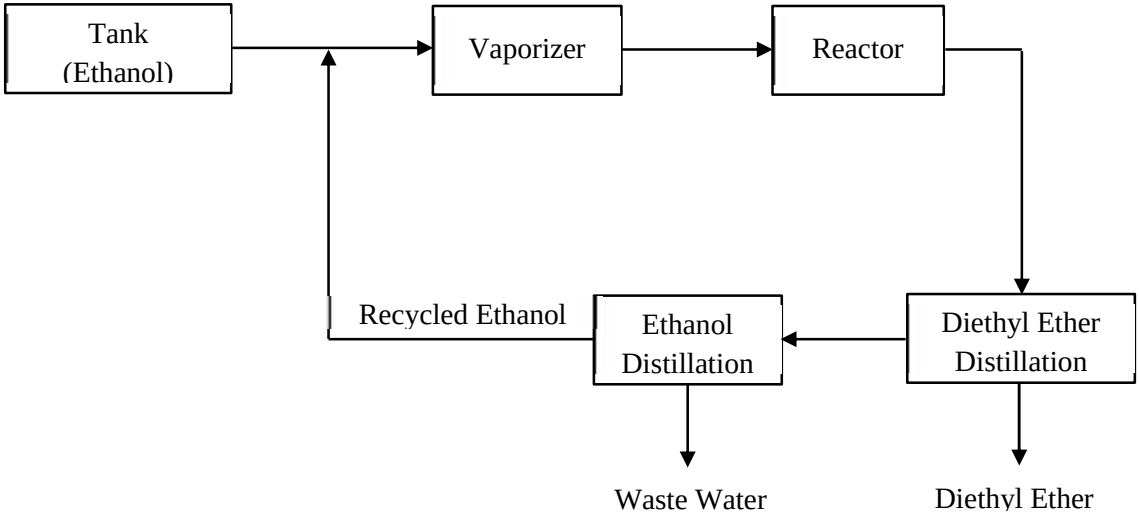
$$C_2H_5OC_2H_5 \underset{k_8}{\overset{k_7}{\rightleftharpoons}} 2C_2H_4 + H_2O \qquad \Delta H°_{298} = 116140 \text{ J}$$

Dietil eter — Etilen — Air $\qquad \Delta G°_{298} = -75082$ J

III.1.3 Blok Diagram Proses Pembuatan Dietil Eter



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

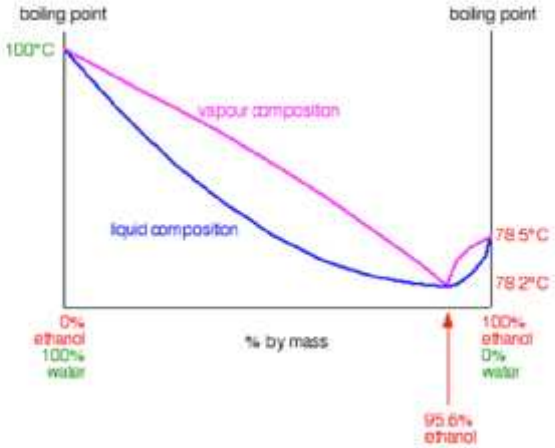


Gambar III.4 Blok Diagram Dehidrasi Etanol dengan Katalis

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 didihkan, 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 alcohol 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 alcohol-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

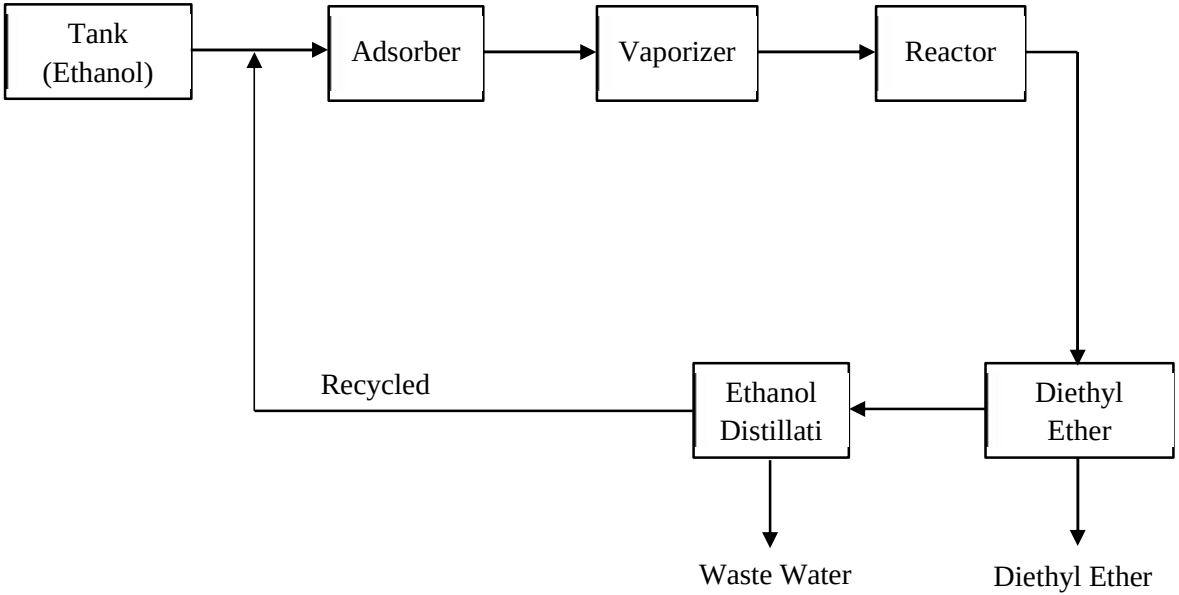
Parameter	**Macam-Macam Proses**	
	Dehidrasi Etanol dengan Katalis Asam Sulfat	**Dehidrasi Etanol dengan Katalis γ-Alumina**
Bahan Baku Utama	Etanol	Etanol
Bahan Baku Penolong	Asam sulfat	**γ-**Alumina
Reaktor	*Mixed flow*	*Fixed bed multitube*
Tahapan Proses	- Persiapan bahan baku - Sintesis DEE - Pemisahan SO_2 dan H_2SO_4 - Pemisahan DEE - Pemisahan etanol dan air	- 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 - **Temperatur (˚C)** - **Tekanan (atm)**	 125 – 140 1	 200 – 250 2,5 – 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 H_2O yang bertujuan untuk mengurangi kadar air sehingga dapat meningkatkan kadar kemurnian etanol hingga 2-4%. Etanol yang digunakan berbentuk cair dengan kemurnian sekitar 96% 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 H_2O pada etanol ini akan dilakukan dengan menggunakan *molecular sieve* sebagai adsorben. Adsorben yang digunakan adalah *molecular sieve* jenis zeolite 3A.

1. Adsorpsi

Etanol 96% berbentuk cairan yang disimpan dalam tangki penyimpanan etanol (F-111) dialirkan menggunakan pompa (L-112) dan dicampur dengan *recyle* etanol dari hasil pemisahan pada unit *Ethanol Distillation* (D-320) melalui tangki *mixer* (M-113) lalu dialirkan menuju Adsorber (D-110). Di dalam Adsorber (D-110) 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* H_2O *capacity* 21% dan *regeneration temperature* 175 – 260 ^oC.

Etanol yang keluar dari adsorber merupakan etanol hidrat (etanol 99%) dan keluar pada suhu 36,128 ^oC yang disimpan dalam tangki penyimpanan hasil adsorpsi (F-115). 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-115) kemudian dialirkan menggunakan pompa (L-116) ke *Vaporizer* (V-117) untuk diuapkan. Pada *total vaporizer* (V-117), etanol akan berubah fase dari *liquid* menjadi gas pada suhu 111,282 ^oC. Kemudian etanol dari *Vaporizer* (V-117) akan dipanaskan menggunakan *Heater* (E-118) hingga 215 ^oC sebelum dimasukkan ke dalam reaktor (R-210).

III.5.2 Sintesis DEE

Etanol yang masuk ke dalam reaktor (R-210) dalam bentuk fase gas dengan kondisi 215^oC pada tekanan 2,5 atm. Di dalam rekator (R-210), etanol akan mengalami reaksi dehidrasi membentuk DEE dan air dengan bantuan katalis γ-Alumina pada suhu tersebut seperti reaksi dibawah ini :

$$2C_2H_5OH \rightleftharpoons C_2H_5OC_2H_5 + H_2O \qquad \Delta H_{298} = -24014 \text{ J}$$

$$\Delta G_{298} = -76652 \text{ J}$$

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 215 °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-310) dan tahap pemisahan etanol dan air menggunakan *Ethanol Distillation* (D-320).

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-211) untuk dikondensasi sehingga berubah menjadi cairan. Produk kemudian diumpankan ke kolom *Diethyl Ether Distillation* (D-310) dengan umpan berupa cairan. Pada kolom *Diethyl Ether Distillation* (D-310) terjadi pemisahan antara DEE dengan etanol dan air. Produk atas adalah produk DEE dengan kemurninan sebesar 99,5% berat dengan impuritas etanol yang kemudian akan disimpan dalam tangki penyimpanan DEE (F-315). Kolom *Diethyl Ether Distillation* (D-310) ini menggunakan *Total Condenser* (E-311). *Bottom product* berupa campuran etanol dan air sebagian di*recycle* di *Reboiler* (E-317) dan sebagian diumpankan pada ke kolom *Ethanol Distillation* (D-320).

2. **Pemisahan Etanol dan Air**

   Tahap ini bertujuan untuk memisahkan etanol dan air. *Bottom product* dari ke kolom *Diethyl Ether Distillation* (D-310) yang berupa campuran etanol dan air dialirkan ke kolom *Ethanol Distillation* (D-320) dengan bantuan pompa (L-318). Kolom *Ethanol Distillation* (D-320) ini menggunakan *Total Condenser* (E-321) dimana produk atas berupa campuran sedikit dietil eter, etanol dan air akan ditampung sementara

dalam akumulator (F-322). Kemudian dipompa menggunakan pompa (L-324) untuk *direcycle* kembali ke dalam aliran *feed* awal. *Bottom product* dari kolom *Ethanol Distillation* (D-320) 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:

[Akumulasi] = [Aliran massa masuk] – [Aliran massa keluar]

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

Kapasitas Produksi	=	30.000	ton DEE/tahun
	=	90,909	ton DEE/hari
	=	3,788	ton DEE/jam
	=	3.787,879	kg DEE/jam
Waktu Operasi	=	330	hari/tahun
Basis Perhitungan	=	1	jam operasi

Untuk kapasitas 3.787,879 kg DEE/jam, dibutuhkan bahan baku *Ethanol* sebanyak 4.902,773 kg ethanol/jam dengan konsentrasi 96%.

IV.1.2 *MIXING POINT*

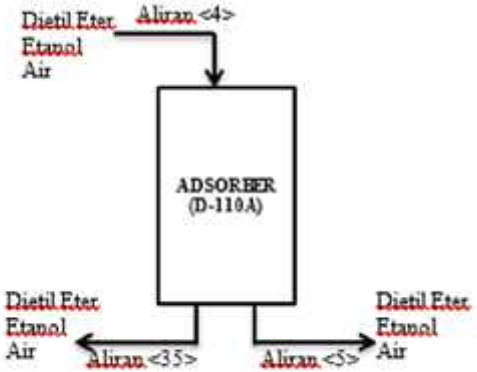
Fungsi : Terjadi pencampuran antara *feed* etanol dan *recycle* yang berasal dari *Ethanol Distillation* (D-320) didalam tangki pengaduk (M-113)

Tabel IV.1 Neraca Massa Tangki Berpengaduk (M-113)

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	38,087
Etanol	0,960	4.706,66	Etanol	0,953	4.933,79
Air	0,040	196,111	Air	0,040	205,393
Total	1,000	4.902,77	**Total**	1,000	5.177,27
Aliran <30>					
Dietil eter	0,139	38,087			
Etanol	0,827	227,127			
Air	0,034	9,282			
Total	1,000	274,496			
Total		5,177.27	**Total**		5.177,27

IV.1.2 ADSORBER (D-110A)

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-110A)

Aliran Masuk			**Aliran Keluar**		
Komponen	**Fraksi massa**	**Massa (kg)**	**Komponen**	**Fraksi massa**	**Massa (kg)**
Aliran <3>			**Aliran <4>**		
Dietil eter	0.007	38,087	Dietil eter	0.008	38,087
Etanol	0.953	4.933,79	Etanol	0.990	4.933,79
Air	0.040	205,393	Air	0.002	11,716
Total	1.000	5.177,27	**Total**	1.000	4.983,59
			Aliran <35>		
			Air	1,000	193,676
			Total	1,000	193,676
Total		5.177,27	**Total**		5.177,27

IV.1.3 *MIXING POINT*

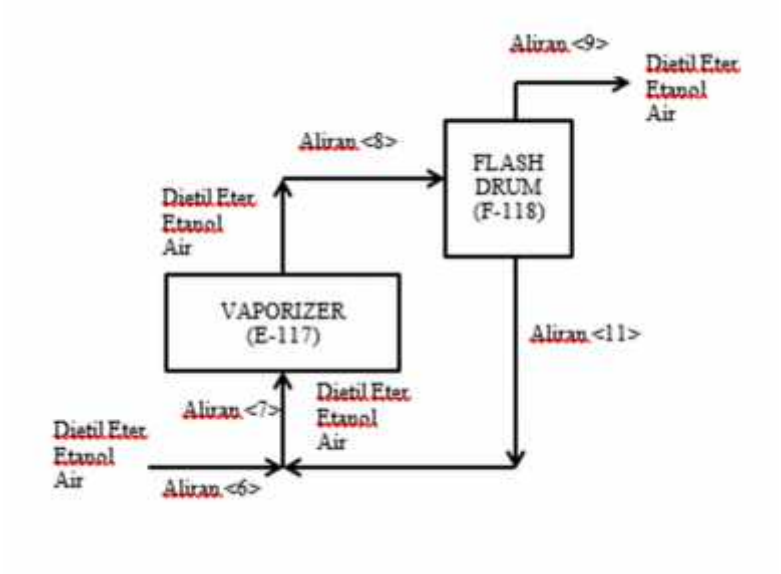
Fungsi : Terjadi pencampuran antara hasil dari Tangki Penyimpanan Hasil Adsorpsi (F-115) dan *liquid* dari *Flash Drum* (H-118)

Tabel IV.3 Neraca Massa *Mixing Point* pada *Vaporizer* (V-117)

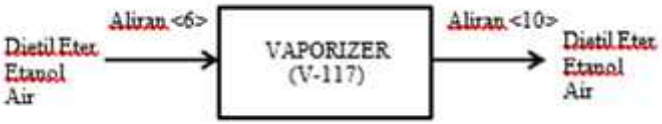
Aliran Masuk			**Aliran Keluar**		
Komponen	**Fraksi massa**	**Massa (kg)**	**Komponen**	**Fraksi massa**	**Massa (kg)**
Aliran <5>			**Aliran <6>**		
Dietil eter	0,008	38,087	Dietil eter	0,008	47,609
Etanol	0,990	4.933,79	Etanol	0,990	6.167,236
Air	0,002	11,716	Air	0,002	14,645
Total	1,000	4.983,59	**Total**	1,000	6.229,490
Aliran <11>					
Dietil eter	0,008	9,522			
Etanol	0,990	1.233,45			
Air	0,002	2,929			
Total	1,000	1.245,90			
Total		6.229,49	**Total**		6.229,49

IV.1.4 *VAPORIZER* (V-213)

Fungsi : Menguapkan *feed* Reaktor (R-210) sebelum dialirkan ke dalam Reaktor (R-210)



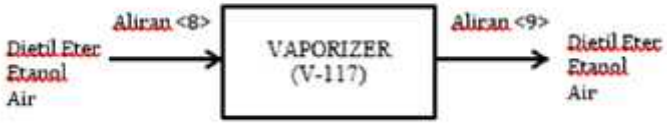
A. SISTEM *OVERALL*



Tabel IV.4 Neraca Massa Sistem *Overall Vaporizer* (V-117)

Aliran Masuk			Aliran Keluar		
Komponen	**Fraksi massa**	**Massa (kg)**	**Komponen**	**Fraksi massa**	**Massa (kg)**
Aliran <6>			**Aliran <9>**		
Dietil eter	0,008	38,087	Dietil eter	0,008	38,087
Etanol	0,990	4.933,789	Etanol	0,990	4.933,789
Air	0,002	11,716	Air	0,002	11,716
Total	1,000	4.983,592	**Total**	1,000	4.983,592

B. *VAPORIZER* (V-117)

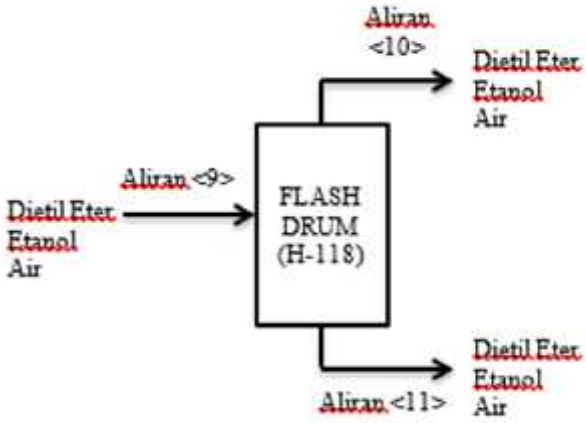


Tabel IV.5 Neraca Massa *Vaporizer* (V-117)

Aliran Masuk			Aliran Keluar		
Komponen	**Fraksi massa**	**Massa (kg)**	**Komponen**	**Fraksi massa**	**Massa (kg)**
Aliran <7>			**Aliran <8>**		
Dietil eter	0,008	47,609	Dietil eter	0,008	47,609
Etanol	0,990	6.167,236	Etanol	0,990	6.167,236
Air	0,002	14,645	Air	0,002	14,645
Total	1,000	6.229,490	**Total**	1,000	6.229,490

C. *FLASH DRUM* (H-118)

Fungsi : Memisahkan campuran *vapor* dan *liquid* hasil dari *Vaporizer* (V-117) sehingga akan menghasilkan produk dalam kondisi *saturated vapor*



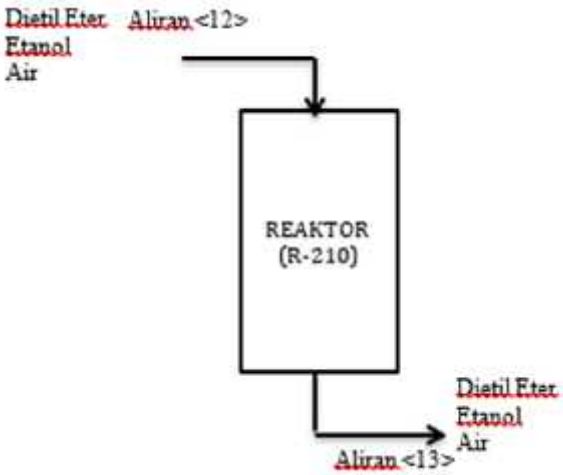
Tabel IV.6 Neraca Massa *Flash Drum* (F-214)

Aliran Masuk			**Aliran Keluar**		
Komponen	**Fraksi massa**	**Massa (kg)**	**Komponen**	**Fraksi massa**	**Massa (kg)**
Aliran <8>			**Aliran <9>**		
Dietil eter	0,008	47,609	Dietil eter	0,008	38,087
Etanol	0,990	6.167,236	Etanol	0,990	4.933,789
Air	0,002	14,645	Air	0,002	11,716
Total	1,000	6.229,490	**Total**	1,000	4.983,592

		Aliran <10>		
		Dietil eter	0,008	9,522
		Etanol	0,990	1.233,447
		Air	0,002	2,929
		Total	1,000	1.245,898
Total	6.229,490	**Total**		6.229,490

IV.1.5 REAKTOR (R-210)

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

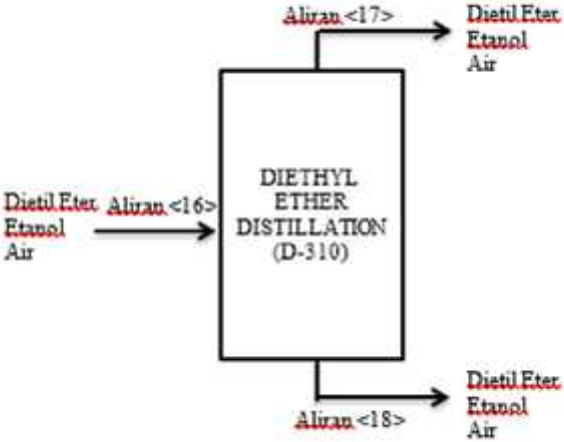


Tabel IV.7 Neraca Massa Reaktor (R-210)

Aliran Masuk			Aliran Keluar		
Komponen	**Fraksi massa**	**Massa (kg)**	**Komponen**	**Fraksi massa**	**Massa (kg)**
Aliran <11>			**Aliran <12>**		
Dietil eter	0,008	38,087	Dietil eter	0,764	3.808,698
Etanol	0,990	4.933,79	Etanol	0,050	246,689
Air	0,002	11,716	Air	0,186	928,166
Total	1,000	4.983,6	**Total**	1,000	4.983,6

IV.1.6 *DIETHYL ETHER DISTILLATION* (D-310)

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

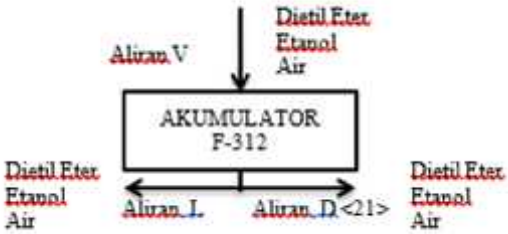


Tabel IV.8 Neraca Massa *Diethyl Ether Distillation* (D-310)

Aliran Masuk			**Aliran Keluar**		
Komponen	**Fraksi massa**	**Massa (kg)**	**Komponen**	**Fraksi massa**	**Massa (kg)**
Aliran <15>			**Aliran <16>**		
Dietil eter	0,764	3.808,70	Dietil eter	0,995	3.770,611
Etanol	0,050	246,689	Etanol	0,005	17,268
Air	0,186	928,166	Air	0,000	0,000
Total	1,000	4.983,55	**Total**	1,000	3.787,879
			Aliran <18>		
			Dietil eter	0,032	38,087
			Etanol	0,192	229,421
			Air	0,776	928,166
			Total	1,000	1.195,674
Total		4.983,55	**Total**		4.983,552

IV.1.7 AKUMULATOR (F-312)

Fungsi : Menyimpan sementara *distillate* (produk utama) sebelum dialirkan ke dalam Tangki Penyimpanan Produk (F-315)

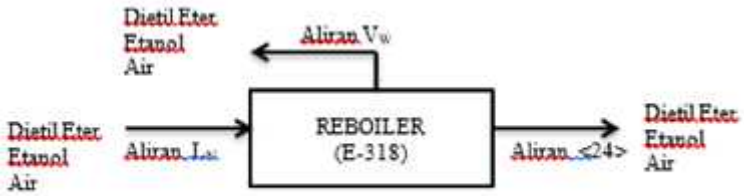


Tabel IV.9 Neraca Massa Akumulator (F-312)

Komponen	Aliran Masuk		Aliran Keluar			
	Aliran V		Aliran L		Aliran D (<16>)	
	x	kg	x	kg	x	kg
Dietil eter	0,995	6.347,690	0,995	34,865	0,995	3.770,611
Etanol	0,005	29,071	0,005	0,160	0,005	17,268
Air	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Total	1,000	6.376,760	1,000	2.588,881	1,000	3.787,879
	6.376,760		6.376,760			

IV.1.8 *REBOILER* (E-318)

Fungsi : Menguapkan kembali sebagian *liquid bottom product*



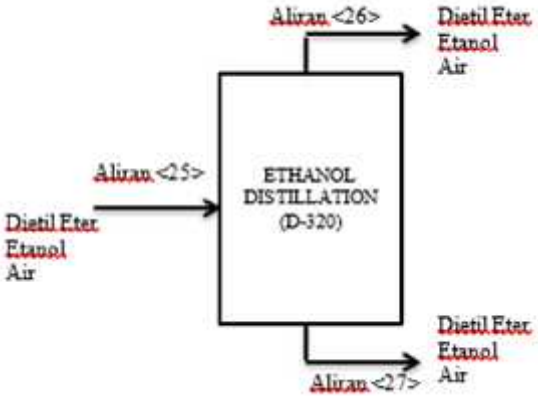
Tabel A.10 Neraca Massa *Reboiler* (E-318)

Komponen	Aliran Masuk		Aliran Keluar			
	Aliran L_N		Aliran V_W		Aliran W (<17>)	
	x	kg	x	kg	x	kg
Dietil eter	0,843	6.385,777	0,995	6.347,690	0,032	38,087
Etanol	0,034	258,492	0,005	29,071	0,192	229,421
Air	0,123	928,166	0,000	0,000	0,776	928,166

Total	1,000	7.572,434	1,000	6.376,760	1,000	1.195,674
	7.572,434		7.572,434			

IV.1.9 *ETHANOL DISTILLATION* (D-320)

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



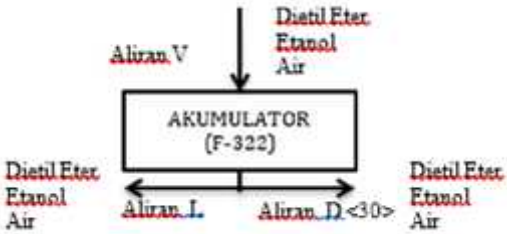
Tabel IV.11 Neraca Massa Ethanol Distillation (D-320)

Aliran Masuk			**Aliran Keluar**		
Komponen	**Fraksi massa**	**Massa (kg)**	**Komponen**	**Fraksi massa**	**Massa (kg)**
Aliran <24>			**Aliran <25>**		
Dietil eter	0,032	38,087	Dietil eter	0,139	38,087
Etanol	0,192	229,421	Etanol	0,827	227,127
Air	0,776	928,166	Air	0,034	9,282
Total	1,000	1.195,67	**Total**	1,000	274,496
			Aliran <26>		

		Dietil eter	0,000	0,000
		Etanol	0,002	2,294
		Air	0,998	918,884
		Total	1,000	921,178
Total	1.195,67	**Total**		1.195,67

IV.1.10 AKUMULATOR (F-322)

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

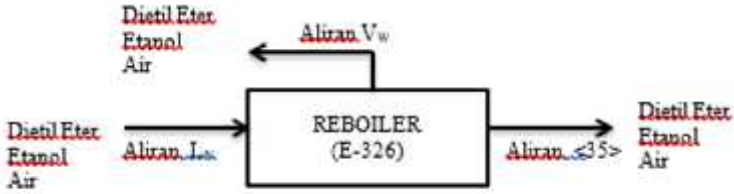


Tabel IV.12 Neraca Massa Akumulator (F-322)

Komponen	**Aliran Masuk**		**Aliran Keluar**			
	Aliran V		**Aliran L**		**Aliran D (<25>)**	
	x	**kg**	**x**	**kg**	**x**	**kg**
Dietil eter	0,139	403,616	0,139	365,529	0,139	38,087
Etanol	0,827	2.406,916	0,827	2.179,789	0,827	227,127
Air	0,034	98,360	0,034	89,078	0,034	9,282
Total	1,000	2.908,893	1,000	2.634,397	1,000	274,496
	2.908,893		2.908,893			

IV.1.11 *REBOILER* (E-326)

Fungsi : Menguapkan kembali sebagian *liquid bottom product*



Tabel IV.13 Neraca Massa *Reboiler* (E-326)

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

[Akumulasi] = [Aliran massa masuk] – [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.2.1 TANGKI BERPENGADUK (M-113)

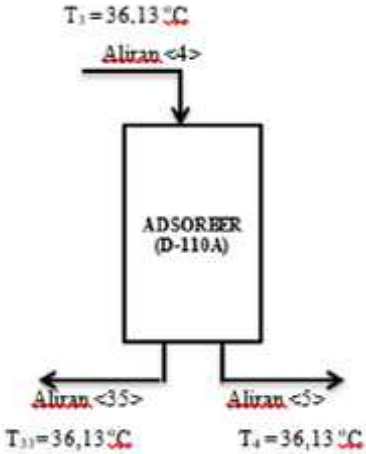
Fungsi : Terjadi pencampuran antara *feed* etanol dan *recycle* yang berasal dari *Ethanol Distillation* (D-320) didalam tangki beroengaduk (M-113)

Tabel IV.14 Neraca Energi Tangki Berpengaduk (M-113)

ΔH masuk (kJ)		**ΔH keluar (kJ)**	
ΔH_2	59.125,743	ΔH_3	139.410,963
ΔH_{30}	80.285,220		
Total	139.410,963	**Total**	139.410,963

IV.1.2 ADSORBER (D-110A)

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



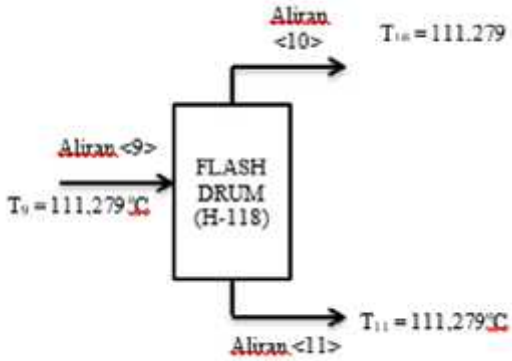
Tabel IV.15 Neraca Energi Adsorber (D-110A)

ΔH masuk (kJ)		**ΔH keluar (kJ)**	
ΔH_4	139.410,963	ΔH_5	130.385,050
		ΔH_{35}	9.025,913
Total	139.410,963	**Total**	139.410,963

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*

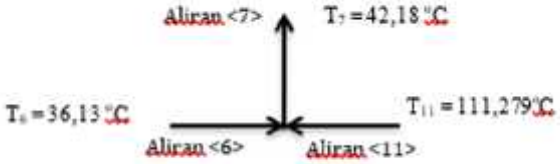


Tabel IV.16 Neraca Energi *Flash Drum* (F-214)

ΔH masuk (kJ)		**ΔH keluar (kJ)**	
ΔH_9	941.297,097	ΔH_{10}	675.211,848
		ΔH_{11}	266.085,249
Total	941.297,097	**Total**	941.297,097

B. *MIXING POINT*

Fungsi : Terjadi pencampuran antara hasil dari Tangki Penyimpanan Hasil Adsorpsi (F-115) dan *liquid* dari *Flash Drum* (H-118)

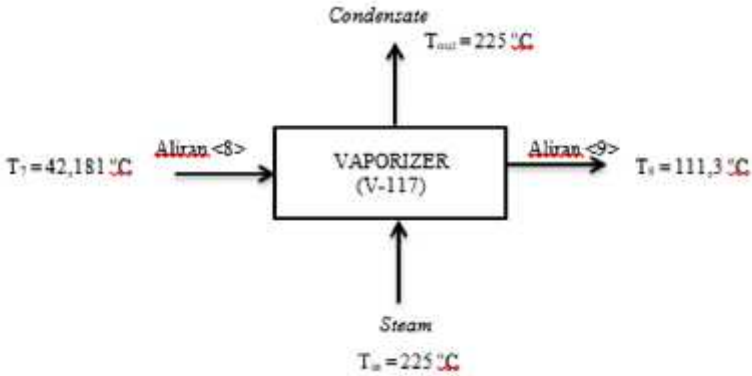


Tabel IV.17 Neraca Energi *Mixing Point* pada *Vaporizer* (V-117)

ΔH masuk (kJ)		**ΔH keluar (kJ)**	
ΔH_6	130.385,050	ΔH_7	396.470,298
ΔH_{10}	266.085,249		
Total	396.470,298	**Total**	396.470,298

C. *VAPORIZER* (V-117)

Fungsi : Menguapkan *feed* Reaktor (R-210) sebelum dialirkan ke dalam Reaktor (R-210)

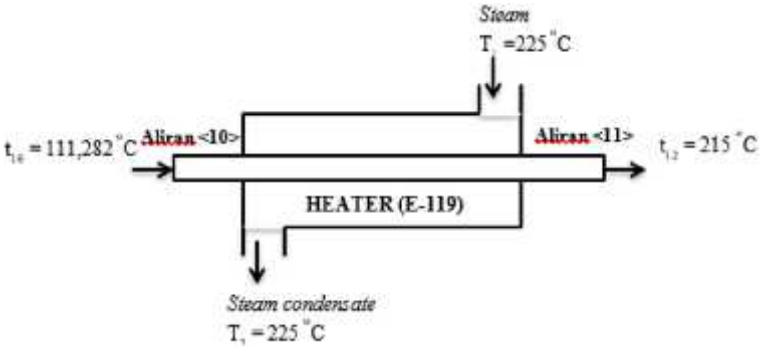


Tabel IV.18 Neraca Energi *Vaporizer* (E-117)

ΔH masuk (kJ)		**ΔH keluar (kJ)**	
ΔH_8	252.487,983	$\Delta H_{9\ Liquid}$	212.868,199
Q*steam*	5.767.569,006	$\Delta H_{9\ Vapor}$	5.518.810,339
		Q*loss*	288.378,450
Total	6.020.056,989	**Total**	6.020.056,989

IV.2.4 *HEATER* (E-119)

Fungsi : Menaikkan *temperature feed* Reaktor (R-210) menjadi 215 °C

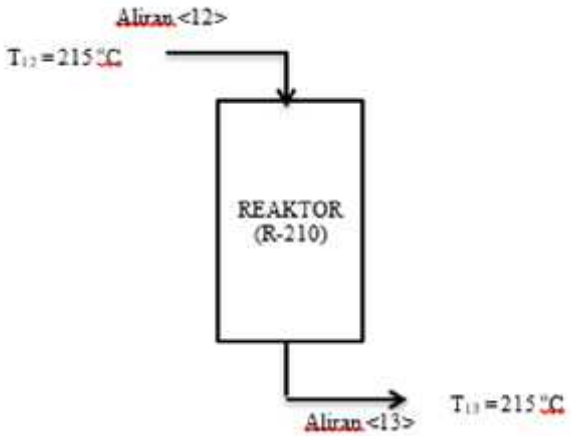


Tabel IV.19 Neraca Energi *Heater* (E-119)

ΔH masuk (kJ)		**ΔH keluar (kJ)**	
ΔH_{10}	675.211,848	ΔH_{12}	1.634.051,748
Q*steam*	1.009.305,157	Q*loss*	50.465,258
Total	1.684.517,005	**Total**	1.684.517,005

IV.2.5 REAKTOR (R-210)

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



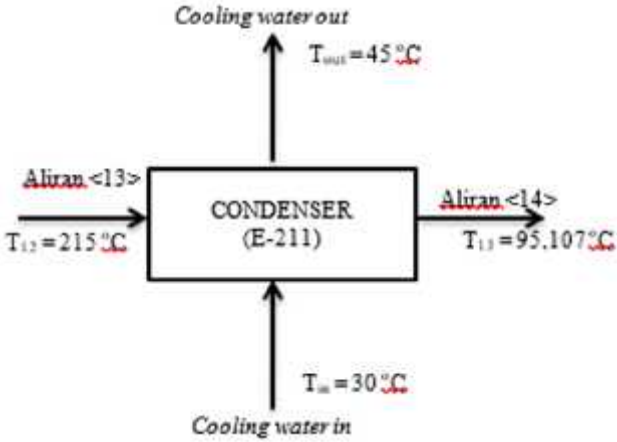
Persamaan umum neraca energi:
Akumulasi = Energi masuk system – Energi keluar dari system + Generasi + Konsumsi

Tabel IV.20 Neraca Energi Reaktor (R-210)

ΔH masuk (kJ)		**ΔH keluar (kJ)**	
ΔH_{12}	1.634.051,748	ΔH_{13}	1.802.937,227
ΔH_{reaksi}	-3.050.222,802	Q*loss*	169.426,752
$Q_{pendingin}$	3.388.535,033		
Total	1.972.363,979	**Total**	1.972.363,979

IV.2.6 *CONDENSER* (E-211)

Fungsi : Mengubah fase produk Reaktor (R-210) dari *vapor* menjadi *liquid* sebelum diumpankan ke *Diethyl Ether Distillation* (D-310)

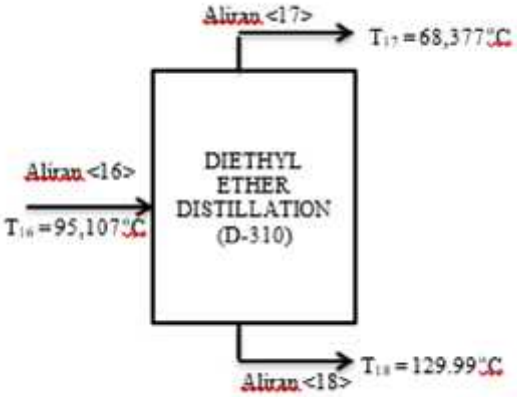


Tabel IV.21 Neraca Energi *Condenser* (E-211)

ΔH masuk (kJ)		**ΔH keluar (kJ)**	
ΔH_{13}	1.802.937,227	ΔH_{14}	1.599.706,794
$Q_{CW\ in}$	827.257,139	$Q_{CW\ out}$	3.302.912,711
		$Q_{pengembunan}$	-2.272.425,140
Total	2.630.194,366	**Total**	2.630.194,366

IV.2.7 *DIETHYL ETHER DISTILLATION* (D-310)

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

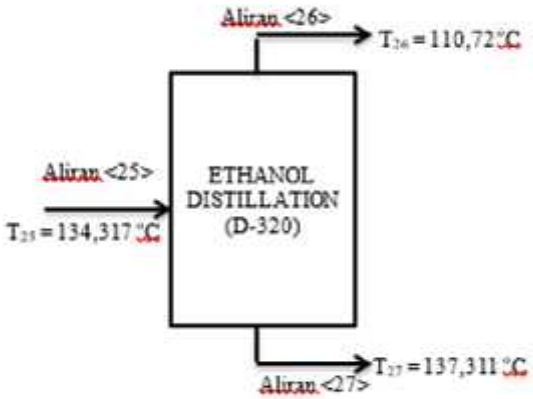


Tabel IV.22 Neraca Energi *Diethyl Ether Distillation* (D-310)

ΔH masuk (kJ)		**ΔH keluar (kJ)**	
ΔH_{16}	992.328,382	ΔH_{17}	274.434,244
Q*reboiler*	797.482,328	ΔH_{18}	479.338,904
		Q*condenser*	996.163,446
		Q*loss*	39.874,116
Total	1.789.810,710	**Total**	1.789.810,710

IV.2.8 *ETHANOL DISTILLATION* (D-320)

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



Tabel IV.23 Neraca Energi *Ethanol Distillation* (D-320)

ΔH masuk (kJ)		**ΔH keluar (kJ)**	
ΔH_{25}	499.667,423	ΔH_{26}	37.705,230
Q*reboiler*	200.255,376	ΔH_{27}	433.517,315
		Q*condenser*	218.687,485
		Q*loss*	10.012,769
Total	699.922,799	**Total**	699.922,799

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	*Vaporizer*	V-213	1,00	307,79	ft^2	44.000,00	49.391,33	49.391,33
7	*Flash Drum*	F-214	1,00	338,82	gal	4.200,00	4.714,63	4.714,63

8	*Heater*	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	*Condenser*	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 *Distillation*	D-410	1,00	3,40	ft	215.000,00	605.004,70	605.004,70
14	*Condenser*	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	*Reboiler*	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 *Distillation*	D-420	1,00	2,35	ft	155.000,00	253.379,43	253.379,43
24	*Condenser*	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	*Reboiler*	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-111)

Tabel V.2 Spesifikasi Alat Tangki Penyimpanan Etanol (F-111)

Spesifikasi	Keterangan
No. Kode	F-111
Fungsi	Menyimpan larutan etanol 96% sebagai bahan baku utama
Tipe	Silinder tegak dengan tutup atas berbentuk *standard* dishead *head* dan tutup bawah berbentuk datar (*flat*)
Bahan Konstruksi	*Carbon Steel* SA 283 *Grade* C
Jumlah	3 unit
Kapasitas	1.788,65 m^3
Tinggi	428,024 in
Diameter	535,030 in
Tebal *Shell*	1,500 in
Tebal H*ead*	1,500 in
Tinggi H*ead*	94,709 in
Tinggi Total	522,733 in

V.3 Pompa (L-112)

Tabel V.3 Spesifikasi Alat Pompa (L-112)

Spesifikasi	Keterangan
No. Kode	L-112
Fungsi	Memompa feed menuju tangki berpengaduk (M-113)
Tipe	*Centrifugal pump*
Bahan Konstruksi	*Commercial steel*
Jumlah	2 unit

Kapasitas	22,855	gpm
Power	0,168	hp
Ukuran Pipa		
D Nominal	2,500	in
Schedule No.	40	
OD	2,880	in
ID	2,469	in
Power Motor	0,210	hp

V.4 Tangki Berpengaduk (M-113)

Tabel V.4 Spesifikasi Alat Tangki Berpengaduk (M-113)

Spesifikasi	**Keterangan**	
No. Kode	M-113	
Fungsi	Menyampur larutan ethanol dari aliran feed masuk dengan larutan ethanol dari aliran recycle	
Tipe	Silinder berpengaduk dengan tutup atas dan tutup bawah berbentuk standar dishead head	
Bahan Konstruksi	*Carbon Steel* SA 283 *Grade* C	
Jenis Pengaduk	*flat six blade turbine with disk*	
Jumlah	1	unit
Kapasitas	1,32	m^3
Tinggi	58,625	in
Diameter	39,125	in
Tebal *Shell*	0,250	in

Tebal H*ead*	0,250	in
Tinggi H*ead*	8,923	in
Tinggi Total	76,470	in

V.5 Pompa (L-114)

Tabel V.5 Spesifikasi Alat Pompa (L-114)

Spesifikasi	**Keterangan**	
No. Kode	L-114	
Fungsi	Memompa campuran feed dan recycle menuju Adsorber (D-210A/B)	
Tipe	*Centrifugal pump*	
Bahan Konstruksi	*Commercial steel*	
Jumlah	2	unit
Kapasitas	24,153	gpm
Power	0,187	hp
Ukuran Pipa		
D Nominal	2,500	in
Schedule No.	40	
OD	2,880	in
ID	2,469	in
Power Motor	0,234	hp

V.6 Adsorber (D-210A/B)

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

Spesifikasi	Keterangan
No. Kode	D-110A/B
Fungsi	Untuk memurnikan ethanol 96% menjadi ethanol 99%
Tipe	Silinder horisontal dengan bentuk *torispherical dishead head*
Bahan Konstruksi	*Carbon Steel* SA 283 *Grade* C
Jumlah	1 unit
Kapasitas	175,674 ft^3
Tinggi	129,663 in
Diameter	54,586 in
Tebal *Shell*	0,500 in
Tebal *Head*	0,500 in
Tinggi *Head*	11,084 in
Tinggi Total	151,8 in

V.7 Tangki Penyimpanan Hasil Adsorpsi (F-115)

Tabel V.7 Spesifikasi Alat Tangki Penyimpanan Hasil Adsorpsi (F-115)

Spesifikasi	Keterangan
No. Kode	F-115
Fungsi	Menampung sementara produk Adsorber (D-210A) atau Adsorber (D-110B) sebelum diumpankan ke *Vaporizer* (V-117)
Tipe	Silinder horisontal dengan bentuk *torispherical dishead head*

Bahan Konstruksi	*Carbon Steel* SA 283 *Grade* C	
Jumlah	2	unit
Kapasitas	45,309	ft^3
Panjang	109,098	in
Diameter	31,500	in
Tebal *Shell*	0,250	in
Tebal *Head*	0,250	in
Tinggi *Head*	7,434	in
Panjang Total	109,098	in

V.8 Pompa (L-212)

Tabel V.8 Spesifikasi Alat Pompa (L-212)

Spesifikasi	Keterangan	
No. Kode	L-212	
Fungsi	Mengalirkan produk Adsorber (D-110A) dan Adsorber (D-110B) dari Tangki Penyimpan Hasil Adsorpsi (F-211) menuju Vaporizer (V-117)	
Tipe	*Centrifugal pump*	
Bahan Konstruksi	*Commercial steel*	
Jumlah	2	unit
Kapasitas	23,519	gpm
Power	0,277	hp
Ukuran Pipa		
D Nominal	2,500	in
Schedule No.	40	

OD	2,880	in
ID	2,469	in
Power Motor	0,346	hp

V.9 *Vaporizer* (V-117)

Tabel V.9 Spesifikasi Alat *Vaporizer* (V-117)

Spesifikasi	Keterangan	
No. Kode	V-117	
Fungsi	Memanaskan dan menguapkan e*thanol, diethyl ether* dan air dari produk proses adsorpsi	
Tipe	2-4 Shell and Tube	
Bahan Konstruksi	*Shell : Carbon Steel SA 283 Grade C*	
	Tube : Carbon Steel SA 283 Grade C	
Jumlah	1	unit
Ukuran		
Shell		
ID	17	in
Buffle Spacing	13	
Tube		
OD	1,250	in
ID	1,150	in
P_T *(Triangular)*	1,563	in
Panjang	16	ft
Jumlah *Tube* (Nt)	62	
BWG	18	

ΔP (*allowed*)	10	psia
Dirt factor (Rd)	0,0116	

V.10 *Flash Drum* (H-118)

Tabel V.10 Spesifikasi Alat *Flash Drum* (H-118)

Spesifikasi	Keterangan	
No. Kode	H-118	
Fungsi	Memisahkan campuran vapor dan liquid hasil dari Vaporizer (V-117) sehingga menghasilkan produk dalam kondisi *saturated vapour*	
Tipe	Silinder horisontal dengan bentuk *torispherical dishead head*	
Bahan Konstruksi	*Carbon Steel* SA 283 *Grade* C	
Jumlah	1	unit
Kapasitas	35,038	ft^3
Tinggi	445,369	in
Diameter	13,293	in
Tebal *Shell*	0,250	in
Tebal *Head*	0,250	in
Tinggi *Head*	4,638	in
Tinggi Total	445,369	in

V.11 *Heater* (E-119)

Tabel V.11 Spesifikasi Alat *Heater* (E-119)

Spesifikasi	Keterangan
No. Kode	E-119
Fungsi	Memanaskan feed reaktor

Tipe	1-2 Shell and Tube	
Bahan Konstruksi	*Shell :Carbon Steel*	
	Tube : Carbon Steel	
Jumlah	1	unit
Shell :		
ID	10	in
Buffle Spacing	8	in
Tube :		
OD	0,652	in
ID	0,652	in
P_T *(Triangular)*	1,000	in
Panjang	12	ft
Jumlah *Tube* (Nt)	52	
BWG	18	
ΔP (*allowed*)	2	psia
Dirt factor (Rd)	1,0000	

V.12 Reaktor (R-210)

Tabel V.12 Spesifikasi Alat Reaktor (R-210)

Spesifikasi	Keterangan
No. Kode	R-210
Fungsi	Tempat terjadinya reaksi dehidrasi etanol menjadi dietil eter dengan katalis γ-Al_2O_3
Tipe	*Multitube Fixed Bed Reactor*
Fase	Gas dengan katalis padat

Bahan Konstruksi	*Carbon Steel* SA 283 *Grade* C	
Jumlah	1	unit
Katalis		
Jenis	ɣ-Al_2O_3	
Bentuk	*Pellet*	
Diameter	7,000	mm
Bulk density	933,300	kg/m³
Densitas partikel	1.986,70	kg/m³
Porositas	0,525	
Berat Katalis	2.099,44	kg
Tube		
Jumlah *tube*	597	buah
OD	2,380	in
ID	2,067	in
Panjang	12	ft
Pressure drop	0,009	atm
Shell		
OD	47,585	in
ID	46,835	in
Pressure drop	0,0000	atm
Waktu Tinggal	10,000	detik
Tinggi Reaktor	13,712	ft
Volume Reaktor	167,103	ft^3

V.13 *Condenser* (E-211)

Tabel V.11 Spesifikasi Alat *Condenser* (E-211)

Spesifikasi	Keterangan	
No. Kode	E-211	
Fungsi	Mengkondensasikan vapor dari produk reaktor	
Tipe	2-4 Shell and Tube	
Bahan Konstruksi	*Shell : Carbon Steel SA 283 Grade C*	
	Tube : Carbon Steel SA 283 Grade C	
Jumlah	1	unit
Ukuran Shell		
ID	17	in
Buffle Spacing	13	in
Ukuran *Tube*		
OD	1,000	in
ID	0,902	in
P_T *(Triangular)*	1,250	in
Panjang	8	ft
Jumlah *Tube* (Nt)	94	
BWG	18	
ΔP (*allowed*)	10	psia
Dirt factor (Rd)	0,0110	

V.14 Akumulator (F-212)

Tabel V.12 Spesifikasi Alat Akumulator (F-212)

Spesifikasi	Keterangan	
No. Kode	F-212	
Fungsi	Menyimpan sementara produk Reaktor (R-210) setelah dikondensasi sebelum diumpankan ke *Diethyl Ether* Distillation (D-310)	
Tipe	Silinder horisontal dengan bentuk *torispherical dishead head*	
Bahan Konstruksi	*Carbon Steel* SA 283 *Grade* C	
Jumlah	1	unit
Kapasitas	50,858	ft^3
Tinggi	113,103	in
Diameter	33,000	in
Tebal *Shell*	0,375	in
Tebal *Head*	0,375	in
Tinggi *Head*	7,586	in
Tinggi Total	113,103	in

V.13 Pompa (L-213)

Tabel V.13 Spesifikasi Alat Pompa (L-213)

Spesifikasi	Keterangan
No. Kode	L-213
Fungsi	Memompa produk Reaktor (R-210) yang ditampung pada Akumulator (F-312) menuju Diethyl Ether Distillation (D-310)

Tipe	*Centrifugal pump*	
Bahan Konstruksi	*Commercial steel*	
Jumlah	2	unit
Kapasitas	14,297	gpm
Power	0,049	hp
Ukuran Pipa		
D Nominal	2,500	in
Schedule No.	40	
OD	2,880	in
ID	2,469	in
Power Motor	0,066	hp

V.16 *Diethyl Ether Distillation* (D-310)

Tabel V.16 Spesifikasi Alat *Diethyl Ether Distillation* (D-310)

Spesifikasi	Keterangan	
No. Kode	D-310	
Fungsi	Memisahkan dietil eter sebagai produk utama dari etanol dan air	
Tipe	*Sieve Tray*	
Bahan Konstruksi	*Carbon Steel* SA 283 *Grade* C	
Jumlah	1	unit
Jumlah *Plate*	31	*plates*
Plate Spacing	2	ft
Jenis Aliran	*Cross flow*	

Diameter Kolom	3,000	ft
Area of Coloumn	7,071	ft^2
Active Area	5,657	ft^2
Active of Holes	0,566	ft^2
Area of Downcomer	0,707	ft^2
A_h/A	0,080	
A_d/A	0,100	
A_h/A_A	0,100	
Hole Size	0,250	in
Tinggi *Weir*	1,500	in
Panjang *Weir*	2,180	in
Kolom		
Tipe Kolom	*Vertical tall vessel*	
Tinggi Kolom	62,001	ft
Tebal *Shell*	0,313	in
Tipe *Head*	*Torispherical dishead head*	
Tinggi *Head*	0,691	ft
Tebal *Head*	0,313	in
Tinggi Total	63,382	ft

V.17 *Condenser* (E-311)

Tabel V.17 Spesifikasi Alat *Condenser* (E-311)

Spesifikasi	Keterangan
No. Kode	E-311
Fungsi	Mengkondensasikan vapor dari produk atas kolom distilasi 1

Tipe	1-2 Shell and Tube	
Bahan Konstruksi	*Shell : Carbon Steel SA 283 Grade C*	
	Tube : Carbon Steel SA 283 Grade C	
Jumlah	1	unit
Ukuran		
Shell		
ID	13	in
Buffle Spacing	10	in
Tube		
OD	0,750	in
ID	0,620	in
P_T *(Triangular)*	1,000	in
Panjang	12	ft
Jumlah *Tube* (Nt)	86	
BWG	16	
ΔP (*allowed*)	10	psia
Dirt factor (Rd)	0,0060	

V.18 Akumulator (F-312)

Tabel V.18 Spesifikasi Alat Akumulator (F-312)

Spesifikasi	Keterangan
No. Kode	F-312
Fungsi	Menyimpan sementara *distillate* (produk utama) sebelum dialirkan ke dalam Tangki Penyimpanan Produk (F-315)

Tipe	Silinder horisontal dengan bentuk *torispherical dishead head*	
Bahan Konstruksi	*Carbon Steel* SA 283 *Grade* C	
Jumlah	1	unit
Kapasitas	67,842	ft^3
Tinggi	124,879	in
Diameter	36,000	in
Tebal *Shell*	0,313	in
Tebal *Head*	0,313	in
Tinggi *Head*	8,538	in
Tinggi Total	124,879	in

V.19 Pompa (L-313)

Tabel V.19 Spesifikasi Alat Pompa (L-313)

Spesifikasi	Keterangan	
No. Kode	L-313	
Fungsi	Memompa produk dietil eter dari Akumulator (F-312) menuju kolom distilasi (D-310)	
Tipe	*Centrifugal pump*	
Bahan Konstruksi	*Commercial steel*	
Jumlah	1	unit
Kapasitas	20,918	gpm
Power	0,076	hp
Ukuran Pipa		
D Nominal	3	in

Schedule No.	40	
OD	2,880	in
ID	2,468	in
Flow Area	4,790	in^2
Power Motor	0,101	hp

V.20 Pompa (L-314)

Tabel V.20 Spesifikasi Alat Pompa (L-314)

Spesifikasi	Keterangan	
No. Kode	L-314	
Fungsi	Mengalirkan produk dietil eter 99,5% dari Akumulator (F-312) menuju Tangki Penyimpanan DEE (F-315)	
Tipe	*Centrifugal pump*	
Bahan Konstruksi	*Commercial steel*	
Jumlah	2	unit
Kapasitas	20,918	gpm
Power	0,105	hp
Ukuran Pipa		
D Nominal	3	in
Schedule No.	40	
OD	2,880	in
ID	2,469	in
Flow Area	4,790	in^2
Power Motor	0,131	hp

V.21 Tangki Penyimpanan Produk DEE (F-315)

Tabel V.21 Spesifikasi Alat Tangki Penyimpanan Produk DEE (F-315)

Spesifikasi	Keterangan	
No. Kode	F-415	
Fungsi	Menyimpan produk larutan dietil eter 99,5%	
Tipe	Silinder tegak dengan tutup atas berbentuk *standard dishead head* dan tutup bawah berbentuk datar (*flat*)	
Bahan Konstruksi	*Carbon Steel* SA 283 *Grade* C	
Jumlah	3	unit
Kapasitas	3.522,68	m^3
Tinggi	627,584	in
Diameter	627,584	in
Tebal *Shell*	3,000	in
Tebal *Head*	3,000	in
Tinggi *Head*	111,711	in
Tinggi Total	739,296	in

V.22 Pompa (L-316)

Tabel V.22 Spesifikasi Alat Pompa (L-316)

Spesifikasi	Keterangan
No. Kode	L-316
Fungsi	Mengalirkan bottom *produk* dari *Diethyl Ether Distillation* (D-310) menuju *Reboiler* (E-317)
Tipe	*Centrifugal pump*

Bahan Konstruksi	*Commercial steel*	
Jumlah	2	unit
Kapasitas	5,068	gpm
Power	0,032	hp
Ukuran Pipa		
D Nominal	2,500	in
Schedule No.	40	
OD	2,880	in
ID	2,469	in
Flow Area	0,042	hp
Power Motor	5,068	in

V.23 *Reboiler* (E-317)

Tabel V.23 Spesifikasi Alat *Reboiler* (E-317)

Spesifikasi	Keterangan	
No. Kode	E-317	
Fungsi	Memanaskan *liquida dari kolom distilasi*	
Tipe	3-6 Shell and Tube	
Bahan Konstruksi	*Shell : Carbon Steel SA 283 Grade C*	
	Tube : Carbon Steel SA 283 Grade C	
Jumlah	1	unit
Ukuran		
Shell		
ID	8	in
Buffle Spacing	6	in

Tube		
OD	1,000	in
ID	1,150	in
P_T *(Triangular)*	1,000	in
Panjang	10	ft
Jumlah *Tube* (Nt)	20	
BWG	14	
ΔP (*allowed*)	5	psia
Dirt factor (Rd)	0,0049	

V.24 Pompa (L-318)

Tabel V.23 Spesifikasi Alat Pompa (L-318)

Spesifikasi	Keterangan	
No. Kode	L-318	
Fungsi	Memompa bottom product dari *Reboiler* (E-317) menuju *Ethanol Distillation* (E-320)	
Tipe	*Centrifugal pump*	
Bahan Konstruksi	*Commercial steel*	
Jumlah	2	unit
Kapasitas	5,097	gpm
Power	0,053	hp
Ukuran Pipa		
D Nominal	2,500	in
Schedule No.	40	
OD	2,469	in

ID	2,880	in
Power Motor	0,071	hp

V.25 *Ethanol Distillation* (D-320)

Tabel V.25 Spesifikasi Alat *Ethanol Distillation* (D-320)

Spesifikasi	Keterangan	
No. Kode	D-420	
Fungsi	Memisahkan etanol dan dietil eter dari air (produk samping) untuk di*recycle*	
Tipe	*Sieve tray*	
Bahan Konstruksi	*Carbon Steel* SA 283 *Grade* C	
Jumlah	1	unit
Jumlah *Plate*	24	*plates*
Plate Spacing	2	Ft
Jenis Aliran	*Cross flow*	
Diameter Kolom	2,000	ft
Area of Coloumn	3,143	ft^2
Active Area	2,514	ft^2
Active of Holes	0,251	ft^2
Area of Downcomer	0,314	ft^2
A_h/A	0,080	
A_d/A	0,100	
A_h/A_A	0,100	
Hole Size	0,250	in
Tinggi *Weir*	1,500	in

Panjang *Weir*	17,441	in
Kolom		
Tipe Kolom	*Vertical tall vessel*	
Tinggi Kolom	48,219	ft
Tebal *Shell*	0,313	in
Tipe *Head*	*Torispherical dishead head*	
Tinggi *Head*	0,541	ft
Tebal *Head*	0,313	in
Tinggi Total	49,300	in

V.26 *Condenser* (E-321)

Tabel V.26 Spesifikasi Alat *Condensor* (E-321)

Spesifikasi	Keterangan	
No. Kode	E-321	
Fungsi	Mengkondensasikan vapor dari produk atas kolom distilasi	
Tipe	3-6 Shell and Tube	
Bahan Konstruksi	*Shell : Carbon Steel SA 283 Grade C*	
	Tube : Carbon Steel SA 283 Grade C	
Jumlah	1	unit
Ukuran		
Shell		
ID	17	in
Buffle Spacing	13	in
Tube		
OD	1,000	in

ID	0,902	in
P_T *(Triangular)*	1,563	in
Panjang	8	ft
Jumlah Tube (Nt)	10	
BWG	18	
ΔP (allowed)	10	psia
Dirt factor (Rd)	0,0084	

V.27 Akumulator (F-322)

Tabel V.27 Spesifikasi Alat Akumulator (F-322)

Spesifikasi	Keterangan	
No. Kode	F-322	
Fungsi	Menyimpan sementara distillate (campuran dietil eter, etanol, dan air) sebelum *direcycle* kembali ke dalam aliran *feed*	
Tipe	Silinder horisontal dengan bentuk *torispherical dishead head*	
Bahan Konstruksi	*Carbon Steel* SA 283 *Grade* C	
Jumlah	1	unit
Kapasitas	69,434	ft^3
Panjang	125,973	in
Diameter	36,250	in
Tebal *Shell*	0,375	in
Tebal *Head*	0,375	in
Tinggi *Head*	8,667	in
Tinggi Total	125,973	in

V.28 Pompa (L-323)

Tabel V.28 Spesifikasi Alat Pompa (L-323)

Spesifikasi	Keterangan	
No. Kode	L-323	
Fungsi	Memompa hasil reflux dari Akumulator (F-322) menuju menuju kolom distilasi (D-320)	
Tipe	*Centrifugal pump*	
Bahan Konstruksi	*Commercial steel*	
Jumlah	1	unit
Kapasitas	1,453	gpm
Power	0,009	hp
Ukuran Pipa		
D Nominal	2	in
Schedule No.	40	
OD	2,380	in
ID	2,067	in
Flow Area	3,350	in^2
Power Motor	0,012	hp

V.29 Pompa (L-324)

Tabel V.29 Spesifikasi Alat Pompa (L-324)

Spesifikasi	Keterangan
No. Kode	L-324
Fungsi	Mengalirkan top *produk* dari *Ethanol Distillation* (D-320) menuju *Mixer* (M-113)

Tipe	*Centrifugal pump*	
Bahan Konstruksi	*Commercial steel*	
Jumlah	2	unit
Kapasitas	1,532	gpm
Power	0,009	hp
Ukuran Pipa		
D Nominal	1,250	in
Schedule No.	40	
OD	1,660	in
ID	1,380	in
Power Motor	0,013	hp

V.30 Pompa (L-325)

Tabel V.30 Spesifikasi Alat Pompa (L-325)

Spesifikasi	**Keterangan**	
No. Kode	L-325	
Fungsi	Mengalirkan *bottom* produk dari *Ethanol Distillation* (D-320) menuju *Reboiler* (E-326)	
Tipe	*Centrifugal pump*	
Bahan Konstruksi	*Commercial steel*	
Jumlah	2	unit
Kapasitas	4,785	gpm
Power	0,028	hp
Ukuran Pipa		

D Nominal	1,250	in
Schedule No.	40	
OD	1,660	in
ID	1,380	in
Power Motor	0,038	hp

V.31 *Reboiler* (E-326)

Tabel V.31 Spesifikasi Alat *Reboiler* (E-326)

Spesifikasi	Keterangan
No. Kode	E-426
Fungsi	Memanaskan *liquida dari kolom distilasi*
Tipe	1-2 Shell and Tube
Bahan Konstruksi	*Shell : Carbon Steel SA 283 Grade C*
	Tube : Carbon Steel SA 283 Grade C
Jumlah	1 unit
Ukuran	
Shell	
ID	8 in
Buffle Spacing	6 in
Tube	
OD	0,75 in
ID	0,532 in
P_T *(Triangular)*	0,938 in
Panjang	6 ft
Jumlah *Tube* (Nt)	18

BWG	12
ΔP (*allowed*)	5 psia
Dirt factor (Rd)	0,0058

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

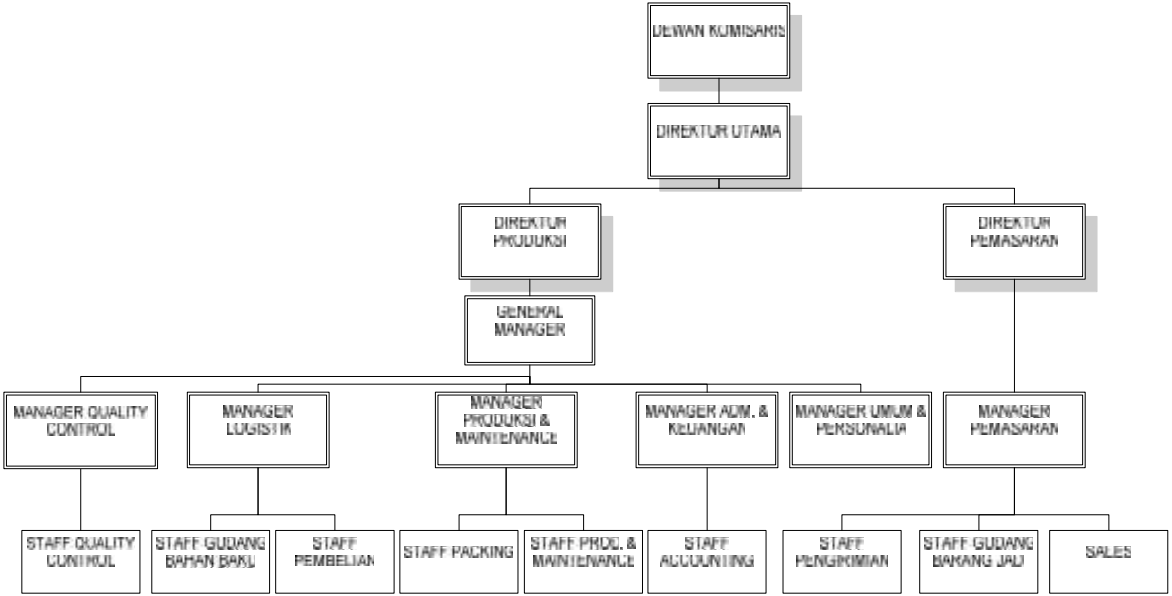
Bentuk badan perusahaan dalam Pabrik DEE ini dipilih Perseroan Terbatas (PT). Perseroan Terbatas merupakan suatu persekutuan yang menjalankan perusahaan dengan modal usaha yang terbagi beberapa saham, dimana tiap sekutu (disebut juga persero) turut mengambil bagian sebanyak satu atau lebih saham. Hal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

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 yangterkait.
   - Membuat laporan hasil produksi dan kesiapan mesin secara berkala.
   - Mengevaluasisetiap 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 yangmelakukan pelanggaran.
- Melakukan pengecekan, pemeriksaan, atau perawatan secara periodikterhadap ruang kantor, ruang produksi, atau ruang kerja dalam halkebersihan, 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 kasbarang-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 mengenaipelaksanaan 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 :

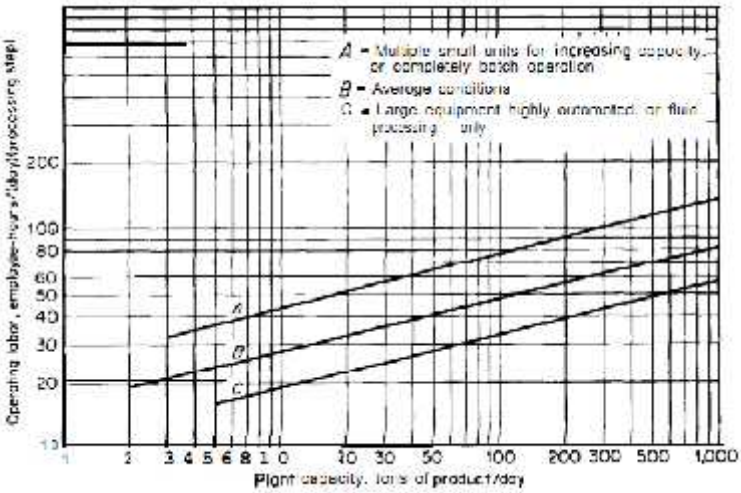
   Kapasitas = 30.000 ton/tahun
   = 81,967 ton / hari

   Berdasarkan *Gambar 6-8 Peters & Timmerhaus 5th Edition* halaman 198 untuk kondisi *fluid processing only* dengan kapasitas pabrik 30.000 ton/tahun, maka diperoleh jumlah karyawan operasi:

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

dimana:
M = Karyawan operasi (pekerja-jam/(hari)(tahapan proses))
P = Kapasitas produk (ton/hari)
Maka,
$M = 15{,}2 \times (112{,}121)^{0{,}25} = 50$ pekerja-jam/(hari)(tahapan 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).(tahapan 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	3
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	10
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 prngolahan 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 terhamba. 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 direncanakaan 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 appendiks D. Berikut ini adalah ketentuan maupun parameter yang digunakan untuk perhitungan ekonomi.

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

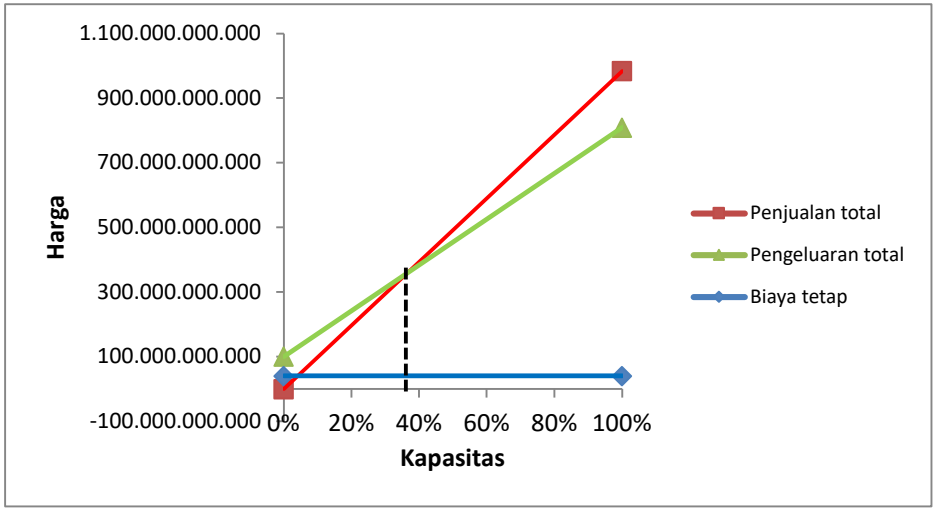
Dari hasil perhitungan pada Appendiks D, didapatkan harga i = 19,38%. Harga i yang diperoleh lebih besar dari harga i untuk bunga pinjaman yaitu 10,50% per tahun. Dengan harga i = 19,38% yang didapatkan dari perhitungan menunjukkan bahwa pabrik ini layak didirikan dengan kondisi tingkat bunga pinjaman 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 4,49 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) = 37,53%.



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 : 30.000 ton DEE/tahun
4. Bahan baku : 38.830 ton Etanol/tahun
5. Lokasi Pabrik : Panjang Utara, Bandar Lampung, Lampung
6. Masa konstruksi : 2 tahun
7. Analisis Ekonomi :

IRR (Internal Rate of Return)	19,38%
POT (Pay Out Time)	4,49 tahun
BEP(Break Even Point)	37,53%

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. Prenitice 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, Weinhem.

Ulrich, G. D. 1984. *A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economis*. John & Wiley Sons Inc., Canada.

Varışlı, 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://www.lamudi.co.id/lahan-industri2019
https://www.ptpjb.com/esdm-pastikan-pjb-up-gresik-siap-pasokan-listrik/
http://www.lampost.co/berita-konsumsi-listrik-di-lampung
https://semarang.bisnis.com/indonesia-power-unit-semarang
https://earth.google.com
https://www.suaramerdeka.com/news/
http://www.perpamsibanten.org/jasalingkungan.htm
https://www.bmkg.go.id/cuaca/prakiraan-cuaca
https://www.chemengonline.com/

BIODATA PENULIS

PENULIS 1

Muhammad Naufal Fatkhi Rofaudin. Dilahirkan di Semarang, 24 Maret 1998 merupakan anak pertama dari tiga bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu di MAN 3 Malang dan D3 Teknik Kimia FTI-ITS. Setelah lulus dari D3 Teknik Kimia FTI-ITS pada tahun 2017, penulis mengikuti Seleksi Ujian Masuk Lintas Jalur dan diterima di Program Studi Teknik Kimia ITS dan terdaftar dengan NRP 02211746000025. Selama menjadi mahasiswa penulis aktif mengikuti berbagai macam pelatihan *soft skill* serta aktif dalam mengikuti organisasi mahasiswa seperti; Himpunan Mahasiswa D3 Teknik Kimia FTI-ITS, Penulis juga pernah melakukan kerja praktik di PT. TPPI Tuban pada tahun 2016 dan di PT. Ajinomoto Mojokerto pada tahun 2019.

Alamat email: *naufal.fatkhi@gmail.com*

PENULIS 2

Azizul Pradna Qoidani. Dilahirkan di Surabaya 1 Apri 1996, merupakan anak pertama dari tiga bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu di TK ABA 36, SD Muhammadiyah 12 Surabaya, SMP Muhammadiyah 2 Surabaya, SMA Mujahidin Surabaya dan D3 Teknik Kimia FTI-ITS. Setelah lulus dari D3 Teknik Kimia FTI-ITS pada tahun 2017, penulis mengikuti Seleksi Ujian Masuk Lintas Jalur dan diterima di Program Studi Teknik Kimia ITS dan terdaftar dengan NRP 02211746000030. Selama menjadi mahasiswa penulis aktif mengikuti berbagai macam pelatihan *soft skill* serta aktif dalam mengikuti organisasi mahasiswa seperti; Himpunan Mahasiswa D3 Teknik Kimia FTI-ITS, Lembaga Pers Jurusan Green On, dan Lembaga Dakwah Jurusan FUKI AL-Ikrom ITS. Penulis juga pernah melakukan kerja praktik di PT. TPPI Tuban pada tahun 2016 dan di PT. Ajinomoto Mojokerto pada tahun 2019.

Alamat email: *azizulpq@gmail.com*