

TUGAS AKHIR
PRARANCANGAN PABRIK DIMETIL ETER
DENGAN PROSES DEHIDRASI METANOL
KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN



Oleh:

M. Fahrizal Alfaris	D500090010
Yuniar Indrajid	D500130053
Anik Muthoharoh	D500130063

Dosen Pembimbing:

Rois Fatoni S.T, M.Sc, Ph.D.

PRODI TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

2018

HALAMAN PENGESAHAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA

Nama	:	1. Yuniar Indrajid (D500130053)
		2. Anik Muthoharoh (D500130063)
		3. M. Fahrizal Al Faris (D500090010)
Judul TPP	:	Prarancangan Dimetil Eter dengan Proses Dehidrasi Metanol Kapasitas 20.000 Ton/Tahun.
Dosen Pembimbing	:	Rois Fatoni S.T., M.T., Ph.D

Surakarta, 1 Februari 2018

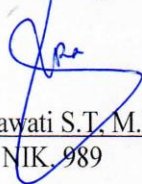
Menyetujui,

Pembimbing I



Rois Fatoni S.T., M.T., Ph.D
NIK. 892

Pembimbing II



Emi Erawati S.T., M.Eng
NIK. 989

Pembimbing III



Prof. Kusmiyati S.T., M.T., Ph.D
NIK. 683

Mengetahui,

Dekan



Ir. Sri Supriatno M.T., Ph.D
NIK. 682

Ketua Program Studi



Rois Fatoni S.T., M.Sc., Ph.D
NIK. 892

SURAT PERNYATAAN ORIGINALITAS KARYA ILMIAH

Bismillahirrohmanirrohim

Yang bertanda tangan dibawah ini, saya:

Nama : M. Fahrizal Alfaris

Nim : D 500 090 010

Fakultas/Jurusan : Teknik Kimia

Jenis : Skripsi/Tesis/Disertasi/Laporan Penelitian

Judul : Praperancangan Dimetil Eter dengan proses dehidrasi
Metanol kapasitas 20.000 ton/tahun

Pembimbing : 1. Rois fatoni S.T, M.Sc, Ph.d

2. Emi Erawati S.T, M.Eng

3. Prof. Kusmiyati S.T, M.T, Ph.D

Menyatakan bahwa karya ilmiah ini merupakan karya saya sendiri segala kutipan sudah mengikuti etika dan kaidah yang berlaku, mengenai isi tulisan merupakan tanggung jawab penulis, bukan Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya dan dengan penuh kesadaran

Surakarta, 10 April 2018

Yang menyatakan



M.Fahrizal Alfaris

INTISARI

Perancangan pabrik dimethyl ether dengan bahan baku methanol dengan alumina sebagai katalis. Dimethyl ether merupakan senyawa kimia yang tidak beracun, sehingga saat ini digunakan sebagai *aerosol propellant* oleh industri kosmetik dan kesehatan, sebagai pengganti *CFC propellant*. Pabrik ini direncanakan beroperasi selama 330 hari/tahun dan di bangun pada tahun 2022 di lokasi Bontang, Kalimantan Timur. Dengan mempertimbangkan kebutuhan dalam negeri dan untuk mengurangi ketergantungan impor, maka pabrik ini direncanakan beroperasi dengan kapasitas 20.000 ton/tahun.

Pabrik ini menggunakan reaktor FBR (*Fixbed Reactor*). Reaksi berlangsung pada fase gas yang reaksinya berjalan pada tekanan 14.5 atm dan suhu 250°C. Selanjutnya dilakukan pemurnian hingga diperoleh kemurnian produk Dimethyl ether 99,95%. Untuk menunjang proses produksi, maka didirikan unit utilitas yang meliputi: (1) unit pengadaan dan pengolahan air sebesar 666,691 kg/jam (2) pengadaan *steam* (3) pengadaan listrik sebesar 483 kW (4) bahan bakar sebesar 1324,88194 kg/jam). (5) unit penyedia udara tekan sebesar 50 m³/tahun. Pabrik juga dilengkapi laboratorium untuk menjaga mutu dan kualitas produk agar sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan.

Dari hasil keuntungan, *Return On Investment* (ROI) sebelum pajak sebesar 85,97% dan setelah pajak sebesar 42,98%. *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak sebesar 1,04 tahun dan setelah pajak sebesar 1,89 tahun. *Break Even Point* (BEP) sebesar 25,93%. *Shut Down Point* (SDP) sebesar 13,79%. *Discounted Cash Flow* (DCF) sebesar 31,48%. Dari data analisis kelayakan diatas, maka dapat disimpulkan bahwa pabrik *Dimethyl Ether* ini menguntungkan dan layak untuk didirikan.

Kata Kunci : Dimetil eter, DME, Eter

ABSTRAK

Chemical plant design dymethyl ether from methanol with alumina as catalist. Dymethyl ether is not a poisonous compound, cosmetic company and medical company use it as aerosol propellant as substitute for *CFC propellant*. This plant is planed to operate for 330 days/year and will be build on 2022 in Bontang, East Kalimantan. By considering the need of DME in indonesia and to decrease the dependence of import, so this plant were planed to operated with capacity 20.000 ton/year.

This plant uses FBR reactor (fixbed reactor). The reaction occurs in the gas state which running on pressure 14.5 atm and temperature 250°C. Then DME is purified until we got the purification of product Dymethyl ether 99,95%. To support the production process so it's need's to builds unit utility which includes: (1) water purifier and water supply unit 666,691 kg/hour (2) steam supplier (3) electricity supplier 483 kW (4) gas supplier 1324,88194 kg/hour). (5) air pressure supplier 50 m³/year. This plant is equipped with laboratory to maintain grade and quality of product in order to fit it with the spesification you want.

From the income, Return On Investment (ROI) before tax is 85,97% after tax is 42,98%. Pay Out Time (POT) before tax is 1,04 year and after tax is 1,89 year. Break Even Point (BEP) is 25,93%. Shut Down Point (SDP) is 13,79%. And Discounted Cash Flow (DCF) is 31,48%. From the analysis data, so we can make a conclusion this Dymethyl Ether plant is profitable and worthy to build.

Keyword : DME, Dymethil ether, ether

KATA PENGANTAR

Bissmillahirrahmaanirrohim

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Segala puji syukur kepada Allah SWT atas segala limpahan nikmat dan karunia-Nya, sehingga penulis mampu menyusun naskah tugas akhir dengan judul "Prarancangan Pabrik Dimetil Eter dengan Proses Dehidrasi Metanol Kapasitas 20.000 ton/tahun" ini.

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis mendapat dukungan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Kedua orang tua yang telah memberikan dukungan berupa doa, materi dan semangat.
2. Rois Fatoni S.T, M.Sc, Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia dan Pembimbing pertama yang telah membimbing dalam proses pembuatan tugas akhir.
3. Emi Erawati S.T, M.Eng. selaku konsultan 1 dalam bimbingan tugas akhir.
4. Kusmiyati S.T, M.T, Ph.D. selaku konsultan 2 dalam bimbingan tugas akhir.
5. M. Mujiburohman S.T, M.T, Ph.D, selaku pembimbing akademik.
6. Teman-teman dan saudara yang telah memberikan dukungan dan semangat.

Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Surakarta, 10 April 2018

Penulis

MOTTO

“Allah meninggikan orang-orang yang beriman diantara kamu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat”

(Q.S. Al-Mujadalah: 11)

“Cahaya indah karna adanya gelap, kebersamaan indah karna adanya kesepian, maka nikmatilah hidupmu jangan sampai kau memimpikan keindahannya saat kau mati”

“Hidup penuh akan menuntunmu ke dalam kesesatan, dan hidup tanpa ambisi akan menuntunmu ke dalam kemalasan”

(M. Fahrizal Al Faris)

“ Rezeki tidak hanya harta benda dan kekayaan, namun kesehatan dan teman yang bawel mengingatkan skripsi adalah bentuk lain dari rezeki”

(Alfian Achmad Choiron)

“Kesehatan adalah dasar dan langkah awal menuju kesuksesan maka jagalah selalu kesehatanmu”

(Wahyu Nugroho)

“Love other as you Love Yourself”

(Estes)

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, Perjuangan langkah cita dan harapan ini tak akan berarti tanpa mereka yang senantiasa menjadi bagian dalam hidupku. Karya ini kupersembahkan kepada:

- ❖ *Ibu dan Bapak tercinta, terima kasih atas segala do'a, dukungan, kasih sayang, pengorbanan, kesabaran dan pendidikan yang telah diberikan selama ini yang tak ada henti-hentinya.*
- ❖ *Dosen-dosen teknik kimia yang telah membantu dan membimbing dalam menyelesaikan karya ilmiah ini*
- ❖ *Teman-temanku yang luar biasa, wahyu, alfian, taufik, adit, miko dan ajeng yang telah menyemangati dan membantu dalam menyelesaikan karya ilmiah ini.*
- ❖ *Teman-teman seperjuangan Program Studi Teknik Kimia Angkatan 2009 akhirnya aku bisa mengikuti jejak kalian*
- ❖ *Almamater kebanggaan kami Universitas Muhammadiyah surakarta*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN ORIGINAL KARYA ILMIAH	iii
INTISARI	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
MOTTO	vii
PERSEMBAHAN	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar belakang pendirian pabrik	1
1.2 Kapasitas pabrik	1
1.2.1 Proyeksi kebutuhan DME di Indonesia	2
1.2.2 Ketersediaan bahan baku	3
1.2.3 Kapasitas minimal pabrik yang telah berproduksi	3
1.3 Lokasi pabrik	4
1.3.1 Ketersediaan bahan baku	4
1.3.2 Daerah pemasaran	4
1.3.3 Transportasi	5
1.3.4 Kebutuhan tenaga kerja	5
1.3.5 Utilitas	5
1.4 Tinjauan pustaka	5
1.4.1 Macam-macam proses	5
1.4.2 Kegunaan produk	6
1.4.3 Sifat fisis dan kimia	7
1.4.3.1 Bahan baku	7
1.4.3.2 Produk	8

1.4.4 Tinjauan proses	9
-----------------------------	---

BAB II DESKRIPSI PROSES

2.1 Spesifikasi bahan baku dan produk	11
2.1.1 Spesifikasi bahan baku (metanol)	11
2.1.2 Spesifikasi produk (DME)	11
2.1.3 Spesifikasi katalis	12
2.2 Konsep proses	12
2.2.1 Dasar reaksi	12
2.2.2 Kondisi operasi	12
2.2.3 Mekanisme reaksi	13
2.2.4 Tinjauan kinetika	13
2.2.5 Tinjauan termodinamika	14
2.2.6 Tahap proses pembuatan DME	15
2.2.6.1 Tahap persiapan bahan baku	16
2.2.6.2 Tahap pembentukan DME	16
2.2.6.3 Tahap pemurnian	16
2.3 Diagram alir proses	17
2.4 Neraca massa dan neraca panas alat	20
2.4.1 Neraca massa	20
2.4.2 Neraca panas	22
2.5 Tata letak pabrik dan peralatan	25
2.5.1 Tata letak pabrik	25
2.5.2 Tata letak peralatan	28

BAB III SPESIFIKASI ALAT

3.1 Spesifikasi alat utama	30
3.1.1 Reaktor	30
3.1.2 Menara distilasi I	31
3.1.3 Menara distilasi II	32
3.2 Spesifikasi alat pendukung	33
3.2.1 Tangki penyimpanan bahan baku (methanol)	33

3.2.2 Tangki Penyimpanan DME	33
3.2.3 Vaporizer	34
3.2.4 Heat exchanger (cooler)	35
3.2.5 Kondenser	36
3.2.6 Reboiler	39
3.2.7 Accumulator	41
3.2.8 Heat exchanger (heater)	42
3.2.8 Pompa	43

BAB IV UTILITAS DAN LABORATORIUM

4.1 Unit pendukung proses	49
4.1.1 Unit pengadaan air	50
4.1.1.1 Air pendingin	50
4.1.1.2 Air umpan boiler	52
4.1.1.3 Air konsumsi dan sanitasi	54
4.1.2 Unit pengadaan steam	56
4.1.3 Unit pengadaan udara tekan	58
4.1.4 Unit pengadaan listrik	59
4.1.4.1 Listrik untuk keperluan proses dan pengolahan air	59
4.1.4.2 Listrik untuk penerangan	60
4.1.4.3 Listrik untuk AC	62
4.1.4.4 Listrik untuk laboratorium dan Instrumentasi	62
4.1.5 Unit pengadaan bahan bakar	63
4.2 Laboratorium	64
4.2.1 Laboratorium fisik	65
4.2.2 Laboratorium analitik	66
4.2.3 Laboratorium penelitian dan pengembangan	66
4.2.4 Prosedur analisa bahan baku	66
4.2.4.1 Densitas	66
4.2.4.2 Viskositas	66

4.2.4.3 Analisis <i>water content</i>	67
4.2.4.4 Analisis kadar metanol	67
4.2.5 Prosedur analisa produk setengah jadi	67
4.2.5.1 Gas kromatografi	67
4.2.6 Prosedur analisa produk	68
4.2.6.1 <i>Specific gravity</i>	68
4.2.6.2 Analisis <i>flash point</i>	68
4.2.6.3 Analisis <i>smoke point</i>	69
4.2.6.4 Analisis viskositas kinematik	69
4.2.6.5 Analisis distilasi	70
4.3 Keselamatan dan kesehatan kerja	71
4.4 Unit Pengolahan limbah	71

BAB V MANAJEMEN PERUSAHAAN

5.1 Bentuk perusahaan	73
5.2 Struktur organisasi	74
5.3 Tugas dan wewenang	77
5.3.1 Pemegang saham	77
5.3.2 Dewan komisaris	77
5.3.3 Direktur utama	77
5.3.4 Kepala bagian	78
5.3.5 Kepala seksi	80
5.4 Pembagian jam kerja	80
5.4.1 Karyawan <i>non shift</i>	80
5.4.2 Karyawan <i>shift</i>	80
5.4.3 Status karyawan dan sistem upah	82
5.4.4 Penggolongan jabatan, jumlah karyawan dan gaji	82
5.4.4.1 Penggolongan jabatan	82
5.4.4.2 Jumlah karyawan dan gaji	82
5.5 Kesejahteraan karyawan	84

BAB VI ANALISIS EKONOMI

6.1 <i>Cost index</i>	89
6.2 <i>Fixed capital investment</i>	91
6.3 <i>Working capital</i>	91
6.4 <i>Manufacturing cost</i>	92
6.5 <i>General expenses</i>	92
6.6 <i>Cost</i>	93
6.7 Analisis ekonomi	93

BAB VII KESIMPULAN

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Data impor dimetil eter di indonesia	2
Tabel 1.2 Prosusen metanol dan kapasitas produksinya	3
Tabel 1.3 Kapasitas produksi DME di luar negeri	3
Tabel 2.1 Harga ΔH_f^0 masing-masing komponen (Yaws, 1999)	14
Tabel 2.2 Harga ΔG_f^0 masing-masing komponen (Yaws,1999)	14
Tabel 2.3 Neraca massa di <i>inline mixing</i>	20
Tabel 2.4 Neraca massa di reaktor	20
Tabel 2.5 Neraca massa di menara distilasi 1	21
Tabel 2.6 Neraca massa di menara distilasi 2	21
Tabel 2.7 Neraca massa total	21
Tabel 2.8 Neraca panas di <i>inline mixing</i>	22
Tabel 2.9 Neraca panas <i>vaporizer</i>	22
Tabel 2.10 Neraca panas reaktor	22
Tabel 2.11 Neraca panas <i>cooler-01</i>	23
Tabel 2.12 Neraca panas menara distilasi-01	23
Tabel 2.13 Neraca panas <i>cooler-02</i>	23
Tabel 2.14 Neraca panas menara distilasi -02	24
Tabel 2.15 Neraca panas total	24
Tabel 4.1 Jumlah kebutuhan air pendingin	50
Tabel 4.2 Jumlah kebutuhan air tanah	55
Tabel 4.3 Kebutuhan listrik untuk keperluan proses dan pengolahan air	59
Tabel 4.4 Jumlah lumen berdasarkan luas bangunan	61
Tabel 4.5 Total kebutuhan listrik pabrik	62
Tabel 5.1 Jadwal pembagian kelompok <i>shift</i>	81

Tabel 5.2 Jumlah karyawan menurut jabatan	82
Tabel 6.1 <i>Chemical engineering plant cost index</i>	89
Tabel 6.2 Total <i>fixed capital investment</i>	91
Tabel 6.3 <i>Working capital</i>	91
Tabel 6.4 <i>Manufacturing cost</i>	92
Tabel 6.5 <i>General expenses</i>	92
Tabel 6.6 <i>Cost</i>	93
Tabel 6.7 Analisis ekonomi	93

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Grafik impor DME di Indonesia	2
Gambar 1.2 Lokasi pabrik akan didirikan	4
Gambar 2.1 Diagram alir kualitatif	18
Gambar 2.2 Diagram alir kuantitatif	19
Gambar 2.3. <i>Lay Out</i> pabrik	27
Gambar 2.4 <i>Lay Out</i> peralatan proses	29
Gambar 4.1 Skema pengolahan air	51
Gambar 4.2 Skema penggunaan air aaut sebagai pendingin	52
Gambar 4.3 Skema pengolahan air sanitasi dan umpan ketel	56
Gambar 5.1 Struktur organisasi	76
Gambar 6.1 Hubungan antara tahun dan <i>cost indeks</i>	90
Gambar 6.2 Grafik analisa kelayakan ekonomi	94

DAFTAR LAMPIRAN

REAKTOR

- A. Uraian proses
- B. Menyusun persamaan reaksi
- C. Menghitung neraca massa komponen pada reaktor
- D. Menentukan panas pembentuk
- E. Menentukan jenis reaktor
- F. Kondisi operasi
- G. Menentukan kondisi umpan
- H. Menyusun model matematika
- I. Menentukan jenis dan ukuran tube
- J. Menentukan susunan tube
- K. Menentukan diameter *Shell* dan jumlah *Tube*
- L. Menentukan *Baffle Space*, diameter ekivalen, dan diameter rerata *Tube*
- M. Menghitung waktu tinggal
- N. Menghitung koefisien perpindahan panas bersih dan kotor
- O. Menentukan massa katalis dan volume bed katalis
- P. Menentukan tinggi dan volume reaktor
- Q. Menentukan diameter pipa masuk dan pipa keluar reaktor
- R. Menentukan diameter pipa pendingin masuk dan keluar reaktor
- S. Isolasi reaktor