

**PRARENCANA PABRIK
METIL TERSIER BUTIL ETER DARI METANOL DAN
ISOBUTILEN
KAPASITAS : 300.000 TON PER TAHUN**



Diajukan oleh:

Alexander

NRP: 5203015007

Andhika Sivaliputera Gohtama

NRP: 5203015023

**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDALA
SURABAYA**

2019

LEMBAR PENGESAHAN

Seminar PRARENCANA PABRIK bagi mahasiswa tersebut dibawah ini:

Nama mahasiswa : Alexander

NRP : 5203015007

telah diselenggarakan pada tanggal 9 Januari 2019, karenanya yang bersangkutan dapat dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar **Sarjana Teknik** jurusan **Teknik Kimia**.

Surabaya, 15 Januari 2019

Pembimbing I,

Dr. Ir. Suratno Lourentius, MS., IPM
NIK. 521.87.0127

Pembimbing II,

Ir. Setiyadi, MT.
NIK. 521.88.0137

Dewan Penguji

Ketua

Sheila P. S., Ph.D.
NIK. 521.17.0971

Sekretaris

Dr. Ir. Suratno Lourentius, MS., IPM
NIK. 521.87.0127

Anggota

Wenny Irawaty, ST., MT., Ph.D.
NIK. 521.97.0284

Anggota

Maria Yuliana, ST., Ph.D.
NIK. 521.18.1010

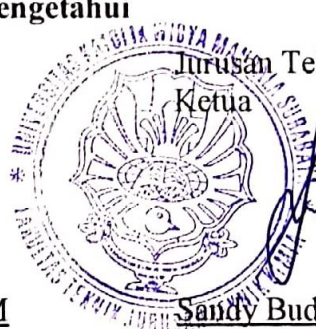
Anggota

Ir. Setiyadi, MT.
NIK. 521.88.0137

Mengetahui



Felycia Edi Soetaredjo, ST., Ph.D., IPM
NIK. 521.99.0391



Jurusan Teknik Kimia
Ketua

Sandy Budi H., ST., M.Phil., Ph.D
NIK. 521.99.0401

LEMBAR PENGESAHAN

Seminar PRARENCANA PABRIK bagi mahasiswa tersebut dibawah ini:

Nama mahasiswa : Andhika Sivaliputera Gohtama

NRP : 5203015023

telah diselenggarakan pada tanggal 9 Januari 2019, karenanya yang bersangkutan dapat dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar **Sarjana Teknik** jurusan **Teknik Kimia**.

Surabaya, 15 Januari 2019

Pembimbing I,

Dr. Ir. Suratno Lourentius, MS., IPM
NIK. 521.87.0127

Pembimbing II,

Ir. Setiyadi, MT.
NIK. 521.88.0137

Dewan Penguji

Ketua

Shella P.S., Ph.D.
NIK. 521.17.0971

Sekretaris

Dr. Ir. Suratno Lourentius, MS., IPM
NIK. 521.87.0127

Anggota

Wenny Irawaty, ST., MT., Ph.D.
NIK. 521.97.0284

Anggota

Maria Yuliana, ST., Ph.D.
NIK. 521.18.1010

Anggota

Ir. Setiyadi, MT.
NIK. 521.88.0137



Felycia Edi Soetaredjo, ST., Ph.D., IPM
NIK. 521.99.0391

Mengetahui



Sandy Budi H., ST., M.Phil., Ph.D
NIK. 521.99.0401

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH dan PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya sebagai mahasiswa Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya :

Nama/NRP : Alexander / 5203015007

Nama/NRP : Andhika Sivaliputera Gohtama / 5203015023

Menyetujui Tugas Akhir saya :

Judul : Prarencana Pabrik Pembuatan MTBE Berbahan Baku Metanol dan Isobutilen Berkapasitas 300.000 Ton/Tahun.

Menyatakan bahwa tugas akhir ini adalah ASLI karya tulis kami. Apabila terbukti karya ilmiah ini merupakan *plagiarism*, kami bersedia menerima sanksi yang diberikan oleh Fakultas Teknik Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya. Kami menyetujui pula bahwa karya tulis ini dipublikasikan/ditampilkan di internet atau media lain (*digital library* Perpustakaan Unika Widya Mandala Surabaya) untuk kepentingan akademik sebatas sesuai dengan Undang – Undang Hak Cipta.

Demikian pernyataan persetujuan publikasi karya ilmiah ini kami buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 16 Januari 2019

Yang Menyatakan,


Alexander
NRP : 5203015007


METERAI
TEMPEL
TGL 20
G275AEF858628721
6000
ENAM RIBURUPIAH


Andhika S.G.
NRP : 5203015023

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat-Nya, kami dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Prarencana Pabrik Metil Tersier Butil Eter Berbahan Baku Isobutilen dan Metanol berkapasitas 300.000 ton/tahun”. Tujuan dari pembuatan tugas akhir ini adalah sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.

Dalam proses penyelesaian tugas akhir ini banyak pihak yang membantu sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik, oleh karena itu kami sebagai calon sarjana yang menulis tugas akhir ini mengucapkan terima kasih kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan kuasa-Nya, kami dapat menyelesaikan tugas akhir yang tidak sempurna ini.
2. Dr. Ir. Suratno L., M.S dan Ir. Setiyadi, M.T. selaku Dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan masukan, bimbingan, dan pengarahan yang jelas dalam pembuatan tugas akhir ini ini.
3. Shella P.S., Ph.D.; Wenny Irawaty, S.T., M.T., Ph.D. ; dan Maria Yuliana, S.T., Ph.D., selaku Dewan Penguji yang telah memberikan banyak masukan, kritikan dan saran dalam pembuatan tugas akhir ini ini.
4. Ir. Suryadi Ismadji, MT., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Widya Mandala.
5. Sandy Budi Hartono, Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Widya Mandala.
6. Felycia Edi Soetaredjo, S.T., M.Phil., Ph.D. dan Ir. Yohanes Sudaryanto, M.T., selaku Dosen Pembimbing Akademik kami.
7. Seluruh dosen dan staff Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Widya Mandala, yang secara tidak langsung telah membantu kami dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Seluruh guru dari SD hingga SMA, dosen dan staff lainnya yang telah memberikan kami ilmu hingga sampai sejauh ini. Tanpa kehadiran kalian, kami tidak dapat membayangkan sejauh apa kami akan melangkah.
9. Orang tua, adik, kakak, dan nenek kami yang telah memberikan dukungan baik secara materi maupun non-materi sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan.
10. Rekan-rekan seperjuangan angkatan 2015 Jurusan Teknik Kimia, Universitas Widya Mandala Surabaya yang telah memberikan dukungan selama proses penyelesaian tugas akhir ini.

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN UJIAN.....	ii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
INTISARI.....	x
BAB I. PENDAHULUAN.....	I-1
I.1. Latar Belakang.....	I-1
I.2. Sifat-sifat Bahan Baku dan Produk.....	I-2
I.3. Ketersediaan Bahan Baku.....	I-6
I.4. Kapasitas Produksi.....	I-7
BAB II. URAIAN DAN PEMILIHAN PROSES.....	II-1
II.1. Proses Pembuatan Produk.....	II-1
II.2. Pemilihan Proses.....	II-3
II.3. Uraian Proses.....	II-4
BAB III. NERACA MASSA.....	III-1
BAB IV. NERACA PANAS.....	IV-1
BAB V. SPESIFIKASI ALAT.....	V-1
BAB VI. LOKASI TATA LETAK PABRIK & ALAT, INSTRUMENTASI, DAN SAFETY.....	VI-1
VI.1. Lokasi Pabrik.....	VI-1
VI.2. Tata Letak Pabrik dan Alat.....	VI-4
VI.3. Instrumentasi.....	VI-10
VI.4. Pertimbangan Keselamatan dan Lingkungan.....	VI-12
BAB VII. UTILITAS DAN PENGOLAHAN LIMBAH.....	VII-1
VII.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air.....	VII-1
VII.2 Unit Penyediaan listrik.....	VII-62
VII.3 Unit Penyedia Energi.....	VII-67
VII.4 Unit Pengolahan Limbah.....	VII-70
BAB VIII. DESAIN PRODUK DAN KEMASAN.....	VIII-1
VIII.1 Desain Produk.....	VIII-1
VIII.2 Desain Kemasan.....	VIII-1
BAB IX. STRATEGI PEMASARAN.....	IX-1
BAB X. STRUKTUR ORGANISASI.....	X-1
X.1 Struktur Umum.....	X-1
X.2 Bentuk Perusahaan.....	X-1
X.3 Struktur Organisasi.....	X-2
X.4 Pembagian Tugas dan Wewenang.....	X-4
X.5 Jadwal Kerja.....	X-15
X.6 Kesejahteraan Karyawan.....	X-16
BAB XI. ANALISA EKONOMI.....	XI-1
XI.1 Penentuan Modal Total / <i>Total Capital Investment (TCI)</i>	XI-1
XI.2 Penentuan Biaya Produksi / <i>Total Production Cost (TPC)</i>	XI-3
XI.3 Analisa Ekonomi dengan Metode <i>Discounted Cash Flow</i>	XI-6
XI.4 Perhitungan <i>Rate of Return on Investment (ROR)</i>	XI-9
XI.5 perhitungan <i>Rate of Return on Equity (ROE)</i>	XI-11

XI.6 Waktu Pengembalian Modal / <i>Pay Out Time (POT)</i>	XI-11
XI.7 Penentuan Titik Impas / <i>Break Even Point (BEP)</i>	XI-13
XI.8 Analisa Sensitivitas.....	XI-14
BAB XII DISKUSI DAN KESIMPULAN	XII-1
XII.1 Diskusi.....	XII-1
XII.2 Kesimpulan.....	XII-2
DAFTAR PUSTAKA	DP-1
LAMPIRAN A. PERHITUNGAN NERACA MASSA.....	A-1
LAMPIRAN B. PERHITUNGAN NERACA PANAS	B-1
LAMPIRAN C. PERHITUNGAN SPESIFIKASI ALAT	C-1
LAMPIRAN D. PERHITUNGAN ANALISA EKONOMI.....	D-1

DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1 Rumus Molekul Metanol	I-3
Gambar I.2 Struktur Kimia dari Katalis Amberlyst-15	I-6
Gambar I.3 Reaksi Antara Isobutilen dan Metanol	I-6
Gambar I.4 Konsumsi BBM Berjenis RON 92 dan 95 di Indonesia dari Tahun 2013, 2014, 2015, dan 2016.....	I-8
Gambar II.1 Proses Pembuatan MTBE dengan Metode Satu Reaktor	II-2
Gambar II.2 Proses Pembuatan MTBE dengan Metode Dua Reaktor	II-2
Gambar II.3 Proses Pembuatan MTBE dengan Metode <i>Reactive Distillation</i>	II-3
Gambar VI.1 Lokasi Pendirian Pabrik MTBE Berbahan Baku Isobutilen dan Metanol (Skala 1:500.000).....	VI-1
Gambar VI.2 Lokasi JIPE ke Lokasi Pabrik (Skala 1:100.000)	VI-2
Gambar VI.3 Lokasi Pabrik dan Kilang Minyak Pertamina Tuban (Skala 1:1.000.000)	VI-3
Gambar VI.4 Tata Letak Pabrik MTBE (Skala 1:100.000)	VI-7
Gambar VI.5 Tata Letak Alat Proses (Skala 1:500)	VI-8
Gambar VI.6 Tata Letak Alat Utilitas (Skala 1:500)	VI-9
Gambar VII.1 Skema Alur Pompa dari Laut Menuju Bak Penampungan.....	VII-4
Gambar VII.2 Skema Alur Pompa dari Bak Penampungan Air Laut ke Bak Penampungan Sementara.....	VII-9
Gambar VII.3 Skema Alur Pompa dari Bak Penampungan Sementara ke Kondensor Menara Distilasi 2	VII-23
Gambar VII.4 Skema Alur Pompa dari Bak Air PDAM ke Tangki <i>Kation Exchanger</i>	VII-44
Gambar VII.5 Skema Alur Pompa dari Bak Air PDAM ke tandon Air Sanitasi.....	VII-50
Gambar VII.6 Skema Alur Pompa dari Bak Air Umpan Boiler ke Boiler	VII-56
Gambar VIII.1 Desain <i>Drum</i> MTBE	VIII-2
Gambar VIII.2 <i>Tank Truck</i> MTBE	VIII-2
Gambar VIII.3 Desain Logo PT. Petro Chemical Indonesia	VIII-3
Gambar X.1 Struktur Organisasi Pabrik MTBE	X-4
Gambar XI.1 Hubungan antara Kapasitas Produksi dengan <i>Net Cash Flow</i> Sesudah Pajak.....	XI-14

DAFTAR TABEL

Tabel I.1. Properti Fisika dari MTBE	I-3
Tabel I.2. Sifat Fisik Senyawa Metanol.....	I-4
Tabel I.3. Sifat Fisik Senyawa Isobutilen	I-5
Tabel I.4. Sifat Fisik Katalis Amberlyst-15	I-6
Tabel I.5. Kebutuhan Bahan Bakar di Indonesia Tahun 2013-2017	I-7
Tabel I.6. Konsumsi BBM berjenis RON 92 dan 95 di Indonesia dari Tahun 2018 – 2022	I-8
Tabel I.7. Data MTBE yang Dikonsumsi dari Tahun 2018-2022	I-9
Tabel II.1 Keunggulan dan Kelemahan Setiap Proses.....	II-3
Tabel III.1 Neraca Massa Total	III-1
Tabel III.2 Neraca Massa <i>Mixer</i> (M-130).....	III-1
Tabel III.3 Neraca Massa Reaktor (M-140).....	III-2
Tabel III.4 Neraca Massa <i>Flash Vaporization</i> (D-150)	III-2
Tabel III.5 Neraca Massa Menara Distilasi I (D-210)	III-3
Tabel III.6 Neraca Massa Menara Distilasi II (D-220).....	III-3
Tabel IV.1 Neraca Panas <i>Mixer</i> (M-130)	IV-1
Tabel IV.2 Neraca Panas Reaktor (R-140)	IV-1
Tabel IV.3 Neraca Panas <i>Cooler</i> (E-141).....	IV-2
Tabel IV.4 Neraca Panas Menara Distilasi I (D-210).....	IV-2
Tabel IV.5 Neraca Panas Menara Distilasi II (D-220)	IV-3
Tabel V.1 Spesifikasi Tangki Penyimpanan Metanol (F-111)	V-1
Tabel V.2 Spesifikasi Pompa 1 (L-111)	V-2
Tabel V.3 Spesifikasi Tangki Penyimpanan Isobutilen (F-120).....	V-2
Tabel V.4 Spesifikasi Pompa 2 (L-121)	V-3
Tabel V.5 Spesifikasi <i>Mixer</i> (M-130).....	V-4
Tabel V.6 Spesifikasi Pompa 3 (L-131)	V-5
Tabel V.7 Spesifikasi Reaktor (R-140).....	V-6
Tabel V.8 Spesifikasi <i>Cooler</i> (E-141)	V-7
Tabel V.9 Spesifikasi Menara Flash (D-150)	V-8
Tabel V.10 Spesifikasi Pompa 4 (L-151)	V-8
Tabel V.11 Spesifikasi Menara Distilasi 1 (D-210).....	V-9
Tabel V.12 Spesifikasi Kondensor Menara Distilasi 1 (E-211)	V-10
Tabel V.13 Spesifikasi Tangki Akumulator 1 (F-212)	V-11
Tabel V.14 Spesifikasi Pompa 5 (L-213)	V-11
Tabel V.15 Spesifikasi Tangki Penyimpanan MTBE (F-214)	V-12
Tabel V.16 Spesifikasi <i>Reboiler</i> Menara Distilasi 1 (E-215).....	V-13
Tabel V.17 Spesifikasi Pompa 6 (L-216)	V-13
Tabel V.18 Spesifikasi Menara Distilasi 2 (D-220).....	V-14
Tabel V.19 Spesifikasi Kondensor Menara Distilasi 2 (E-221)	V-15
Tabel V.20 Spesifikasi Tangki Akumulator 2 (F-222)	V-16
Tabel V.21 Spesifikasi Pompa 7 (L-223)	V-16
Tabel V.22 Spesifikasi <i>Reboiler</i> Menara Distilasi 2 (E-224)	V-17
Tabel V.23 Spesifikasi Pompa 8 (L-225)	V-17
Tabel VI.1 Dimensi dan Luasan Are Pabrik MTBE.....	VI-6

Tabel VI.2 Keterangan Tata Letak Alat Proses	VI-9
Tabel VI.3 Keterangan Tata Letak Utilitas	VI-10
Tabel VI.4 Instrumen yang Digunakan pada Alat Proses	VI-12
Tabel VII.1 Kebutuhan Air Sanitasi	VII-34
Tabel VII.2 Total Kebutuhan Air PDAM	VII-36
Tabel VII.3 Kebutuhan Listrik di Area Proses	VII-62
Tabel VII.4 Kebutuhan Listrik di Area Utilitas	VII-63
Tabel VII.5 Lumen Output untuk Setiap Area di Pabrik MTBE	VII-64
Tabel VII.6 Jenis, Jumlah, dan Daya lampu yang Digunakan untuk Setiap Area di Pabrik MTBE	VII-66
Tabel X.1 Perincian Jumlah Karyawan	X-14
Tabel X.2 Jadwal Kerja Karyawan <i>Shift</i>	X-16
Tabel XI.1 Penentuan <i>Total Capital Investment (TCI)</i>	XI-3
Tabel XI.2 Tabel Depresiasi Alat dan Bangunan	XI-4
Tabel XI.3 Biaya Produksi Total / <i>Total Production Cost (TPC)</i>	XI-5
Tabel XI.4 Keterangan Kolom <i>Cash Flow</i>	XI-6
Tabel XI.5 <i>Cash Flow</i>	XI-7
Tabel XI.6 <i>Rate of Return on Investment (ROR)</i> Sebelum Pajak	XI-9
Tabel XI.7 <i>Rate of Return on Investment (ROR)</i> Sesudah Pajak	XI-10
Tabel XI.8 <i>Rate of Equity Investment (ROE)</i> Sebelum Pajak	XI-11
Tabel XI.9 <i>Rate of Equity Investment (ROE)</i> Sesudah Pajak	XI-11
Tabel XI.10 <i>Pay Out Time (POT)</i> Sebelum Pajak	XI-12
Tabel XI.11 <i>Pay out Time (POT)</i> Sesudah Pajak	XI-12
Tabel XI.12 Penentuan Nilai BEP	XI-14
Tabel XI.13 Hubungan Kenaikan Presentase Harga Bahan Baku terhadap BEP, ROR, ROE, dan POT	XI-15

INTISARI

Metil Tersier Butil Eter (MTBE) merupakan hasil reaksi dari reaksi esterifikasi metanol dengan isobutilen. Di dunia saat ini produksi MTBE masih tinggi yaitu 12 juta ton/ tahun. Salah satu fungsi MTBE adalah untuk menaikkan bilangan oktan pada bahan bakar contohnya pada pertamax. Dalam perancangan pabrik kali ini, akan dibuat MTBE dari metanol dan isobutilen. Metanol akan ditambahkan 10% berlebih supaya tidak terbentuk produk samping yang tidak diinginkan.

Proses esterifikasi pada pembuatan MTBE ini menggunakan katalis Amberlyst 15. Pada keseluruhan proses tidak menghasilkan produk samping, produk yang dibuang ke *Waste Water Treatment* (WWT) hanya berupa larutan garam. Sedangkan sisa reaktan akan di *recycle* kembali ke dalam reaktor.

Prarencana pabrik MTBE ini memiliki rincian sebagai berikut:

Bentuk Perusahaan	: Perseroan Terbatas (PT)
Produksi	: Metil Tersier Butil Eter
Status Perusahaan	: Swasta
Kapasitas produksi	: 300.000 ton/tahun
Hari Kerja Efektif	: 330 hari/tahun
Sistem Operasi	: Kontiniu
Massa Kontruksi	: 3 tahun
Waktu mulai beroperasi	: 2022
Bahan baku	: Isobutilen dan metanol
Kapasitas bahan baku	: Metanol yang diproduksi di Indonesia dengan kapasitas 660.000 ton/tahun dan isobutilena yang diimport dari Cina dengan kapasitas 500.000 ton/tahun.

Utilitas

• Pendingin	: Air Laut
• Air PDAM	: 69,2453 m ³ /hari
Jumlah tenaga kerja	: 404 orang
Lokasi pabrik	: Kota Gresik, Kabupaten Gresik, Provinsi Jawa Timur
Luas Pabrik	: 221.000 m ²

Dari hasil analisa ekonomi yang telah dilakukan didapatkan:

• <i>Fixed Capital Investment</i> (FCI)	: Rp. 1.738.420.831.255,17
• <i>Working Capital Investment</i> (WCI)	: Rp. 858.152.189.478,2
• <i>Total Production Cost</i> (TPC)	: Rp. 10.759.791.052.606,9
• Penjualan per tahun	: Rp. 11.531.212.704.000

Analisa ekonomi dengan Metode *Discounted Flow*

- *Rate of Return* (ROR) sebelum pajak : 18,18%
- *Rate of Return* (ROR) sesudah pajak : 11,86%

- *Rate of Equity* (ROE) sebelum pajak : 28,01%
- *Rate of Equity* (ROE) sesudah pajak : 16,14%
- *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak : 4 tahun 11 bulan 6 hari
- *Pay Out Time* (POT) sesudah pajak : 6 tahun 1 bulan 17 hari
- *Break Even Point* (BEP) : 45,04 %