

PRARENCANA PABRIK

**TUGAS AKHIR PRARENCANA PABRIK ETILEN
GLIKOL BERBAHAN BAKU ETILEN OKSIDA**

DAN AIR

KAPASITAS PRODUKSI

219.000 ton/tahun



Diajukan Oleh :

Bryan Hubert NRP : 5203014012

Louis Geoveva G. NRP : 5203014017

JURUSAN TEKNIK KIMIA

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDALA

SURABAYA

2018

LEMBAR PENGESAHAN

Seminar **PRARENCANA PABRIK** bagi mahasiswa tersebut dibawah ini :

Nama mahasiswa : Bryan Hubert

NRP : 5203014012

telah diselenggarakan pada tanggal 9 Januari 2018, karenanya yang bersangkutan dapat dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar **Sarjana Teknik** jurusan **Teknik Kimia**.

Surabaya, 12 Januari 2018

Pembimbing I

Dr. Ir. Suratno L. MS., IPM.

NIK. 521.87.0127

Pembimbing II

Ir. Yohanes Sudaryanto, MT.

NIK. 521.89.0151

Dewan Penguji

Ketua

Wenny Irawaty, Ph.D., IPM.

NIK. 521.97.0284

Sekretaris

Dr. Ir. Suratno L. MS., IPM.

NIK. 521.87.0127

Anggota

Ery Susiany R. ST., MT., IPM.

NIK. 521.98.0348

Anggota

Felycia Edi S, Ph.D., IPM.

NIK 521.99.0391

Anggota

Ir. Yohanes Sudaryanto, MT.

NIK. 521.89.0151

Mengetahui

Fakultas Teknik
Dekan

Suryadi Ismadji, Ph.D., IPM.
NIK 521.93.0198

Jurusan Teknik Kimia
Ketua

Sandy Budi H., Ph.D., IPM.
NIK 521.99.0401

LEMBAR PENGESAHAN

Seminar **PRARENCANA PABRIK** bagi mahasiswa tersebut dibawah ini :

Nama mahasiswa : Louis Geoveva G.
NRP : 5203014017

telah diselenggarakan pada tanggal 9 Januari 2018, karenanya yang bersangkutan dapat dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar **Sarjana Teknik** jurusan **Teknik Kimia**.

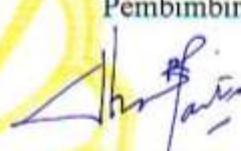
Surabaya, 12 Januari 2018

Pembimbing I



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

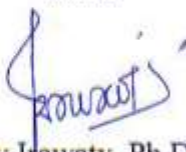
Pembimbing II



Ir. Yohanes Sudaryanto, MT.
NIK. 521.89.0151

Dewan Penguji

Ketua



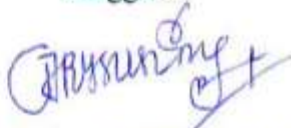
Wenny Irawaty, Ph.D., IPM.
NIK. 521.97.0284

Sekretaris



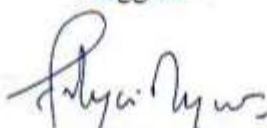
Dr. Ir. Suratno L. MS., IPM.
NIK. 521.87.0127

Anggota



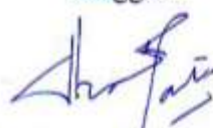
Ery Susiany R. ST., MT., IPM.
NIK. 521.98.0348

Anggota



Felycia Edi S, Ph.D., IPM.
NIK 521.99.0391

Anggota



Ir. Yohanes Sudaryanto, MT.
NIK. 521.89.0151

Mengetahui

Fakultas Teknik
Dekan

Suryadi Ismadi, Ph.D., IPM.
NIK 521.93.0198



Jurusan Teknik Kimia
Ketua

Sandy Budi H., Ph.D., IPM.
NIK 521.99.0401



LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, kami sebagai mahasiswa Unika Widya Mandala Surabaya :

Nama : Bryan Hubert
NRP : 5203014012

Nama : Louis Geoveva G.
NRP : 5203014017

Menyetujui karya ilmiah kami :

Judul :
Prarencana Pabrik Etilen Glikol Berbahan Baku Etilen Oksida dan Air Kapasitas
Produksi 219.000 ton/tahun

Untuk 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 kerja praktek ini kami buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 12 Januari 2018

Yang menyatakan,



(Bryan Hubert)
5203014012

(Louis Geoveva G.)
5203014017

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa laporan prarencana pabrik ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil karya orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dinyatakan dalam teks. Seandainya diketahui bahwa laporan prarencana pabrik ini ternyata merupakan hasil karya orang lain, maka saya sadar dan menerima konsekuensi bahwa laporan prarencana pabrik ini tidak dapat saya gunakan sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik.

Surabaya, 12 Januari 2018

Mahasiswa yang bersangkutan,



Bryan Hubert
5203014012

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa laporan prarencana pabrik ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil karya orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dinyatakan dalam teks. Seandainya diketahui bahwa laporan prarencana pabrik ini ternyata merupakan hasil karya orang lain, maka saya sadar dan menerima konsekuensi bahwa laporan prarencana pabrik ini tidak dapat saya gunakan sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik.

Surabaya, 12 Januari 2018

Mahasiswa yang bersangkutan,



Louis Geoveva G.
5203014017

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat dan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir Prarencana Pabrik yang berjudul “Prarencana Pabrik Etilen Glikol Berbahan Baku Etilen Oksida dan Air”. Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universita Katolik Widya Mandala Surabaya.

Atas selesainya pembuatan Tugas Akhir Prarencana Pabrik ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dr. Ir. Suratno L., MS., IPM. selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan banyak masukan dan meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan.
2. Ir. Yohanes Sudaryanto, MT. selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan banyak masukan dan meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan.
3. Wenny Irawaty, Ph.D., Ery Susiany R., ST., MT., dan Felycia Edi S., Ph.D. selaku dosen penguji.
4. Seluruh dosen dan staf Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya, yang secara tidak langsung telah banyak membantu penulis dalam penyelesaian Tugas Akhir Prarencana Pabrik ini.
5. Seluruh rekan-rekan di lingkungan kampus maupun di luar kampus yang telah membantu penyelesaian Tugas Akhir Prarencana Pabrik ini.
6. Orang tua dan keluarga penulis yang telah memberikan dukungan secara materi maupun non-materi sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir Prarencana Pabrik ini.

Akhir kata, penulis berharap semoga Tugas Akhir Prarencana Pabrik ini dapat bermanfaat untuk kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi bagi para pembaca.

Surabaya, 12 Januari 2018

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN.....	iv
LEMBAR PERNYATAAN.....	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
INTISARI	xvii
NOMENKLATUR	xix
BAB I PENDAHULUAN	I-1
I.1. Latar Belakang	I-1
I.2. Sifat-Sifat Bahan Baku dan Produk	I-2
I.3. Kegunaan dan Keunggulan Produk	I-4
I.4. Ketersediaan Bahan Baku dan Penentuan Kapasitas	I-5
BAB II URAIAN DAN PEMILIHAN PROSES	II-1
II.1. Proses Pembuatan Etilen Glikol	II-1
II.2. Pemilihan Proses	II-4
II.3. Uraian Proses	II-7
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	VI-1
VI.2. Tata Letak Pabrik dan Alat	VI-6
VI.3. Instrumentasi	VI-13
VI.4. Pertimbangan Keselamatan dan Lingkungan	VI-14
VI.5. <i>Hazard and Operability Studies</i> (HAZOP)	VI-17
BAB VII UTILITAS DAN PENGOLAHAN LIMBAH	VII-1
VII.1. Utilitas.....	VII-1
VII.2. Pengolahan Limbah	VII-156
BAB VIII DESAIN PRODUK DAN KEMASAN	VIII-1
VIII.1. Desain Produk	VIII-1
VIII.2. Desain Kemasan	VIII-1
VIII.3. Desain Logo	VIII-3
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-3
X.5. Jadwal Kerja	X-11
X.6. Status Karyawan dan Sistem Upah	X-12

X.7.	Kesejahteraan Karyawan	X-13
BAB XI	ANALISA EKONOMI	XI-1
XI.1.	Penentuan Modal Tetap/ <i>Total Capital Investment</i> (TCI)	XI-1
XI.2.	Penentuan Biaya Produksi Total/ <i>Total Production Cost</i> (TPC)	XI-3
XI.3.	Analisa Ekonomi dengan Metode <i>Discounted Cash Flow</i>	XI-6
XI.4.	Perhitungan <i>Rate of Return Investment</i> (ROR)	XI-10
XI.5.	Perhitungan <i>Rate of Equity Investment</i> (ROE)	XI-11
XI.6.	Waktu Pengembalian Modal (<i>Pay Out Time = POT</i>)	XI-13
XI.7.	Penentuan Titik Impas / <i>Break Even Point</i> (BEP)	XI-14
XI.8.	<i>Minimum Acceptable Rate of Return</i> (MARR).....	XI-15
XI.9.	Analisa Selektivitas.....	XI-16
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 Grafik Kebutuhan Etilen Glikol tahun 2009-2013	I-6
Gambar VI. 1. Lokasi Pendirian Pabrik Glycol Indo Abadi.....	VI-1
Gambar VI.2. Jalur Perjalanan dari PT. Chandra Asri Petrochemical ke Lokasi Pabrik.....	VI-2
Gambar VI.3. Jalur Perjalanan dari Sungai Ciujung ke Lokasi Pabrik	VI-3
Gambar VI.4. Jalur Perjalanan dari Sungai Cisadane ke Lokasi Pabrik.....	VI-3
Gambar VI.5. Jalur Perjalanan dari Jalan Tol Merak-Jakarta ke Lokasi Pabrik....	VI-4
Gambar VI.6. Jalur Perjalanan dari Pelabuhan Merak ke Lokasi Pabrik	VI-4
Gambar VI.7. Tata Letak Pabrik Glycol Indo Abadi (Skala 1:2.500)	VI-9
Gambar VI.8. Tata Letak Alat Proses (Skala 1:1.000)	VI-11
Gambar VI.9. Tata Letak Alat Utilitas (Skala 1:1.000).....	VI-12
Gambar VII.1. Diagram Alir Proses Bentuk Blok Pengolahan Air Sungai Ciujung.....	VII-8
.....	VII-8
Gambar VII.2. Diagram Alir Peralatan Proses Pengolahan Air Sungai Ciujung..	VII-9
Gambar VIII.1. Kemasan Drum Etilen Glikol.....	VIII-2
Gambar VIII.2. Kemasan Tank Truck Etilen Glikol	VIII-2
Gambar VIII.3. Kemasan Drum Dietilen Glikol	VIII-3
Gambar VIII.4. Desain Logo Produk Etilen Glikol	VIII-4
Gambar VIII.5. Desain Logo Produk Dietilen Glikol	VIII-5
Gambar X.1. Struktur Organisasi Pabrik Etilen Glikol	X-3
Gambar XI.1. Hubungan antara Kapasitas Produksi dengan Net Cash Flow Sesudah Pajak	XI-15
Gambar C.1. Sketsa Sistem Perpipaan Pompa I	C-8
Gambar C.2. Blok Diagram Suhu di Cooler (E-113)	C-18
Gambar C.3. Sketsa Sistem Perpipaan Pompa II.....	C-31
Gambar C.4. Sketsa Sistem Perpipaan Pompa III	C-54
Gambar C.5. Blok Diagram Suhu di Kondensor (E-311).....	C-73
Gambar C.6. Sketsa Sistem Perpipaan Pompa IV	C-88
Gambar C.7. Sketsa Sistem Perpipaan Pompa V	C-97
Gambar C.8. Blok Diagram Suhu di Heat Exchanger (E-315).....	C-107
Gambar C.9. Blok Diagram Suhu di Kondensor (E-321).....	C-127
Gambar C.10. Sketsa Sistem Perpipaan Pompa VI (a) Tampak Samping dan (b) Tampak Atas.....	C-147
Gambar C.11. Sketsa Sistem Perpipaan Pompa VII.....	C-163
Gambar C.12. Blok Diagram Suhu di Reboiler (E-324).....	C-173
Gambar C.13. Sketsa Sistem Perpipaan Pompa VIII	C-179
Gambar C.14. Blok Diagram Suhu di Kondensor (E-331).....	C-197
Gambar C.15. Sketsa Sistem Perpipaan Pompa IX (a) Tampak Samping dan (b) Tampak Atas.....	C-216
Gambar C.16. Skema Tangki Penyimpanan EG.....	C-229
Gambar C.17. Blok Diagram Suhu di Reboiler (E-335).....	C-237
Gambar C.18. Sketsa Sistem Perpipaan Pompa X.....	C-243
Gambar C.19. Blok Diagram Suhu di Cooler (E-337)	C-253
Gambar C.20. Dimensi Drum EG	C-270
Gambar C.21. Dimensi Palet dan Susunan Drum dalam Palet Tampak Atas	C-271

Gambar C.22. Dimensi Rak dan Susunan Palet Tampak Depan	C-272
Gambar C.23. Dimensi Rak dan Susunan Palet Tampak Atas	C-272
Gambar C.24. Dimensi dan Penataan Rak Baris Pertama sampai Delapan.....	C-273
Gambar C.25. Dimensi Drum DEG.....	C-275
Gambar C.26. Dimensi Palet dan Susunan Drum dalam Palet Tampak Atas	C-276
Gambar C.27. Dimensi Rak dan Susunan Palet Tampak Depan	C-276
Gambar C.28. Dimensi Rak dan Susunan Palet Tampak Atas	C-277
Gambar C.29. Dimensi dan Penataan Rak Baris Pertama sampai Delapan.....	C-277
Gambar D.1. Data Chemical Engineering Plant Cost Index Tahun 2009-2016.....	D-1
Gambar E.1. Grafik Hubungan Tinggi Shell dengan Konversi Reaksi	E-7
Gambar E.2. Grafik Hubungan Tinggi Shell dengan Suhu Fluida Keluar Reaktor..	E-7

DAFTAR TABEL

Tabel I.1. Tabel Kebutuhan Etilen Glikol di Indonesia	I-5
Tabel II.1 Perbandingan Proses Pembuatan Etilen Glikol.....	II-4
Tabel III.1 Neraca Massa Mixer (M-110)	III-1
Tabel III.2 Neraca Massa Reaktor (R-210)	III-1
Tabel III.1 Neraca Massa Evaporator (V-310)	III-2
Tabel III.4 Neraca Massa Kolom Distilasi I (D-320)	III-2
Tabel III.5 Neraca Massa Kolom Distilasi II (D-330).....	III-2
Tabel IV.1 Neraca Panas Cooler I (E-113).....	IV-1
Tabel IV.2 Neraca Panas Reaktor (R-210)	IV-1
Tabel IV.3 Neraca Panas Evaporator (V-310).....	IV-1
Tabel IV.4 Neraca Panas Kondensor I (E-311)	IV-2
Tabel IV.5 Neraca Panas Heat Exchanger (E-315)	IV-2
Tabel IV.6 Neraca Panas Kolom Distilasi I (D-320).....	IV-2
Tabel IV.7 Neraca Panas Kolom Distilasi II (D-330).....	IV-3
Tabel IV.8 Neraca Panas Cooler II (E-337)	IV-3
Tabel V.1. Spesifikasi Tangki Penyimpanan Etilen Oksida (F-110).....	V-1
Tabel V.2. Spesifikasi Mixer (M-111).....	V-2
Tabel V.3. Spesifikasi Pompa I (L-112)	V-3
Tabel V.4. Spesifikasi Cooler (E-113).....	V-4
Tabel V.5. Spesifikasi Pompa II (L-114).....	V-5
Tabel V.6. Spesifikasi Reaktor (R-210).....	V-6
Tabel V.7. Spesifikasi Pompa III (L-211)	V-7
Tabel V.8. Spesifikasi Evaporator (V-310)	V-7
Tabel V.9. Spesifikasi Kondensor (E-311).....	V-8
Tabel V.10. Spesifikasi Tangki Akumulator I (F-312).....	V-9
Tabel V.11. Spesifikasi Pompa IV (L-313)	V-10
Tabel V.12. Spesifikasi Pompa V (L-314)	V-10
Tabel V.13. Spesifikasi Heat Exchanger (E-315).....	V-11
Tabel V.14. Spesifikasi Menara Distilasi (D-320).....	V-12
Tabel V.15. Spesifikasi Kondensor (E-321).....	V-12
Tabel V.16. Spesifikasi Tangki Akumulator (F-322)	V-13
Tabel V.17. Spesifikasi Pompa VI (L-323)	V-14
Tabel V.18. Spesifikasi Tangki Penyimpanan Air dan Etilen Glikol Recycle (F-159).....	V-15
Tabel V.19. Spesifikasi Pompa VII (L-116).....	V-16
Tabel V.20. Spesifikasi Reboiler (E-324).....	V-16
Tabel V.21. Spesifikasi Pompa VIII (L-325)	V-17
Tabel V.22. Spesifikasi Menara Distilasi (D-330).....	V-18
Tabel V.23. Spesifikasi Kondensor (D-331)	V-19
Tabel V.24. Spesifikasi Tangki Akumulator III (F-332)	V-20
Tabel V.25. Spesifikasi Pompa IX (L-333)	V-21
Tabel V.26. Spesifikasi Tangki Penyimpanan EG (F-334)	V-22
Tabel V.27. Spesifikasi Reboiler (E-335).....	V-23
Tabel V.28. Spesifikasi Pompa X (L-336)	V-23
Tabel V.29. Spesifikasi Cooler (E-337).....	V-24

Tabel V.30. Spesifikasi Tangki Penyimpanan DEG (F-338)	V-25
Tabel VI.1. Dimensi dan Luasan Area Pabrik Glycol Indo Abadi	VI-9
Tabel VI.2. Keterangan Gambar Tata Letak Alat Proses	VI-11
Tabel VI.3. Keterangan Tata Letak Alat Utilitas	VI-12
Tabel VI.4. Instrumentasi pada Alat Proses.....	VI-14
Tabel VII.1. Kebutuhan Air Sanitasi	VII-2
Tabel VII.2. Kebutuhan Air Pendingin.....	VII-3
Tabel VII.3. Kebutuhan Air Umpan Boiler	VII-5
Tabel VII.4. Kode Alat dan Nama Alat	VII-9
Tabel VII.5. Kebutuhan Listrik untuk Keperluan Proses di Pabrik Etilen Glikol	VII-141
.....	VII-141
Tabel VII.6. Kebutuhan Listrik untuk Keperluan Utilitas di Pabrik Etilen Glikol.....	VII-141
.....	VII-141
Tabel VII.7. Lumen Output untuk Setiap Area di Pabrik Etilen Glikol	VII-142
Tabel VII.8. Jenis, Jumlah, dan Daya Lampu yang Digunakan untuk Setiap Area di Pabrik Glycol Indo Abadi	VII-144
Tabel VII.9. Kandungan Batu Bara	VII-146
Tabel VII.10. Kandungan Batu Bara Masuk Boiler	VII-151
Tabel VII.11. Data Komponen Keluar Boiler	VII-150
Tabel VII.12. Data Omega (ω), Suhu Kritis (T_c), dan Tekanan Kritis (P_c) Oksigen, Nitrogen, dan Karbon Dioksida	VII-152
Tabel VII.13. Ukuran Cyclone Separator	VII-155
Tabel X.1. Perincian Jumlah Karyawan Proses.....	X-10
Tabel X.2. Perincian Jumlah Tenaga Kerja Pabrik Etilen Glikol	X-10
Tabel X.3. Jadwal Kerja Karyawan Shift	X-12
Tabel XI.1. Penentuan Total Capital Investment (TCI).....	XI-3
Tabel XI.2. Depresiasi Alat dan Bangunan	XI-4
Tabel XI.3. Biaya Produksi Total / Total Production Cost (TPC).....	XI-5
Tabel XI.4. Keterangan Kolom Cash Flow	XI-7
Tabel XI.5. Cash Flow	XI-9
Tabel XI.6. Rate of Return Investment (ROR) Sebelum Pajak	XI-10
Tabel XI.7. Rate of Return Investment (ROR) Sesudah Pajak.....	XI-11
Tabel XI.8. Rate of Equity Investment (ROE) Sebelum Pajak.....	XI-12
Tabel XI.9. Rate of Equity Investment (ROE) Sesudah Pajak	XI-12
Tabel XI.10. POT Sebelum Pajak.....	XI-13
Tabel XI. 11. POT Setelah Pajak.....	XI-13
Tabel XI.12. Penentuan BEP.....	XI-15
Tabel XI.13. MARR	XI-16
Tabel XI.14. Hubungan Kenaikan Persentase Harga Bahan Baku terhadap BEP, MARR, ROR, ROE dan POT	XI-16
Tabel A.1. Spesifikasi Produk Etilen Glikol.....	A-1
Tabel A.2. Spesifikasi Bahan Baku Etilen Glikol.....	A-1
Tabel A.3. Neraca Massa Reaktor (Tahap 1).....	A-2
Tabel A.4. Neraca Massa Evaporator (Tahap 1)	A-3
Tabel A.5. Neraca Massa Kolom Distilasi I (Tahap 1)	A-4
Tabel A.6. Neraca Massa Kolom Distilasi II (Tahap 1)	A-4
Tabel A.7. Neraca Massa Mixer (Tahap 2)	A-5
Tabel A.8. Neraca Massa Reaktor (Tahap 2).....	A-6

Tabel A.9. Neraca Massa Evaporator (Tahap 2)	A-7
Tabel A.10. Neraca Massa Kolom Distilasi I (Tahap 2)	A-7
Tabel A.11. Neraca Massa Kolom Distilasi II (Tahap 2)	A-8
Tabel A.12. Neraca Massa Mixer (Tahap 3)	A-9
Tabel A.13. Neraca Massa Reaktor (Tahap 3).....	A-9
Tabel A.14. Neraca Massa Evaporator (Tahap 3)	A-9
Tabel A.15. Neraca Massa Kolom Distilasi I (Tahap 3)	A-10
Tabel A.16. Neraca Massa Kolom Distilasi II (Tahap 3)	A-10
Tabel B.1. Data Berat Molekul.....	B-1
Tabel B.2. Data Kapasitas Panas Fase Cair	B-1
Tabel B.3. Data Kapasitas Panas Fase Gas	B-2
Tabel B.4. Data Perhitungan Tekanan Saturated	B-3
Tabel B.5. Trial Suhu Keluar Pompa Plunger I.....	B-3
Tabel B.6. Perhitungan Qin Cooler I.....	B-4
Tabel B.7. Perhitungan Qout Cooler I.....	B-4
Tabel B.8. Neraca Panas Cooler I	B-6
Tabel B.9. Perhitungan Qin Reaktor.....	B-7
Tabel B.10. Perhitungan Qout Reaktor.....	B-7
Tabel B.11. Data Perhitungan Qformation	B-9
Tabel B.12. Neraca Panas Reaktor	B-14
Tabel B.13. Trial Suhu Evaporator.....	B-15
Tabel B.14 Perhitungan Qin Evaporator.....	B-16
Tabel B.15. Data Perhitungan Panas Latent	B-17
Tabel B.16 Perhitungan Qout bawah Evaporator	B-18
Tabel B.17 Neraca Panas Evaporator	B-19
Tabel B.18 Data Perhitungan Panas Latent	B-21
Tabel B.19 Neraca Panas Kondensor I.....	B-23
Tabel B.20. Perhitungan Qin Heat Exchanger.....	B-24
Tabel B.21. Perhitungan Qout Heat Exchanger.....	B-25
Tabel B.22. Neraca Panas Heat Exchanger	B-25
Tabel B.23. Perhitungan Qin Kolom Distilasi I.....	B-27
Tabel B.24. Trial Suhu Didih Kondensor	B-27
Tabel B.25. Perhitungan Qout hasil atas Kolom Distilasi I.....	B-28
Tabel B.26. Trial Suhu Didih Reboiler.....	B-29
Tabel B.27. Perhitungan Qout hasil bawah Kolom Distilasi I.....	B-29
Tabel B.28. Trial Suhu Didih Kondensor	B-30
Tabel B.29. Data K dan α pada Suhu Rata-Rata.....	B-31
Tabel B.30. Perhitungan Rm Distilasi I.....	B-31
Tabel B.31. Perhitungan L dan V Kolom Distilasi I (kg/hari)	B-32
Tabel B.32. Perhitungan L dan V Kolom Distilasi I (mol/hari)	B-32
Tabel B.33. Perhitungan Qv Kolom Distilasi I.....	B-33
Tabel B.34. Data Perhitungan Qpengembunan	B-33
Tabel B.35 Perhitungan Qpengembunan	B-33
Tabel B.36. Panas Keluar Distilat.....	B-34
Tabel B.37. Neraca Panas Kolom Distilasi I	B-35
Tabel B.38. Qin Kolom Distilasi II.....	B-37
Tabel B.39. Trial Suhu Didih Kondensor	B-37
Tabel B.40. Perhitungan Qout hasil atas Kolom Distilasi II.....	B-38

Tabel B.41. Trial Suhu Didih Reboiler	B-39
Tabel B.42. Perhitungan Qout hasil bawah Kolom Distilasi II	B-39
Tabel B.43. Trial Suhu Embun Kondensor.....	B-40
Tabel B.44. Data K dan α pada Suhu Rata-Rata.....	B-41
Tabel B.45. Perhitungan Rm Distilasi II.....	B-41
Tabel B.46. Perhitungan L dan V Kolom Distilasi II (kg/hari)	B-42
Tabel B.47. Perhitungan L dan V Kolom Distilasi II (mol/hari)	B-42
Tabel B.48. Perhitungan Qv Kolom Distilasi I.....	B-43
Tabel B.49. Data Perhitungan Qpengembunan	B-43
Tabel B.50. Perhitungan Qpengembunan	B-44
Tabel B.51. Panas Keluar Distilat.....	B-45
Tabel B.52. Neraca Panas Kolom Distilasi II.....	B-45
Tabel B.53. Perhitungan Qin Cooler	B-47
Tabel B.54. Perhitungan Qout Cooler	B-47
Tabel B.55. Neraca Panas Cooler II	B-48
Tabel C.1. Data untuk Menghitung Densitas Cairan	C-3
Tabel C.2. Densitas Komponen Cairan	C-4
Tabel C.3. Data untuk Menghitung Viskositas Fase Cair.....	C-6
Tabel C.4. Komposisi Aliran Massa Keluar Mixer	C-9
Tabel C.5. Data untuk Menghitung Viskositas Fase Cair.....	C-11
Tabel C.6. Komposisi Fluida Panas Masuk Cooler	C-19
Tabel C.7. Komposisi Fluida Dingin Masuk Cooler	C-19
Tabel C.8. Konstanta Perhitungan Viskositas (yaws).....	C-25
Tabel C.9. Konstanta Perhitungan Viskositas (yaws).....	C-26
Tabel C.10. Data untuk Menghitung Konduktivitas.....	C-27
Tabel C.11. Data untuk Menghitung Kapasitas Panas Fase Cair	C-27
Tabel C.12. Data Densitas Komponen Fluida Dingin	C-29
Tabel C.13. Komposisi Aliran Massa Keluar Mixer	C-32
Tabel C.14. Data untuk Menghitung Viskositas Fase Cair.....	C-34
Tabel C.15. Komposisi Fluida dalam Reaktor.....	C-49
Tabel C.16. Data untuk Menghitung Densitas.....	C-49
Tabel C.17. Komposisi Aliran Massa Keluar Reaktor	C-55
Tabel C.18. Data untuk Menghitung Viskositas Fase Cair.....	C-57
Tabel C.19. Data Perhitungan Densitas	C-65
Tabel C.20. Hasil perhitungan	C-65
Tabel C.21. Komposisi Fluida Panas Masuk Kondensor	C-74
Tabel C.22. Komposisi Fluida Dingin Masuk Kondensor.....	C-74
Tabel C.23. Komposisi Kondensat dari Kondenser (E-311)	C-83
Tabel C.24. Data untuk Menghitung Densitas.....	C-83
Tabel C.25. Komposisi Aliran Massa Keluar Evaporator	C-89
Tabel C.26. Komposisi Aliran Massa Keluar Evaporator	C-98
Tabel C.27. Data untuk Menghitung Viskositas Fase Cair.....	C-99
Tabel C.28. Komposisi Fluida Dingin Masuk Heat Exchanger Menara Distilasi (D-140).....	C-107
Tabel C.29. Konstanta Perhitungan Viskositas (yaws).....	C-113
Tabel C.30. Konstanta Perhitungan Viskositas (yaws).....	C-114
Tabel C.31. Data untuk Menghitung Konduktivitas DEG dan EG Fase Cair	C-115
Tabel C.32. Data untuk Menghitung Kapasitas Panas Fase Cair	C-115

Tabel C.33. DataDensitas Komponen Fluida Dingin	C-117
Tabel C.34. Komposisi V, V', L, dan L' pada Tiap Posisi Enriching dan Stripping.....	C-122
Tabel C.35. Data untuk Menghitung Surface Tension	C-123
Tabel C.36. Tegangan Permukaan Cairan dalam Menara Distilasi	C-123
Tabel C.37. Komposisi Fluida Dingin Masuk Kondensor (E-321)	C-128
Tabel C.38. Komposisi Fluida Dingin Masuk Kondensor (E-321)	C-128
Tabel C.39. Konstanta Perhitungan Viskositas (yaws).....	C-135
Tabel C.40. Data untuk Menghitung Konduktivitas	C-136
Tabel C.41. Konstanta Perhitungan Viskositas (yaws).....	C-138
Tabel C.42. Komposisi Kondensat dari Kondenser Menara Distilasi	C-141
Tabel C.43. Data untuk Menghitung Densitas.....	C-141
Tabel C.44. Komposisi Aliran Massa Kondensat, L, dan D.....	C-148
Tabel C.45. Data untuk Menghitung Viskositas Fase Cair.....	C-149
Tabel C.46. Data untuk Menghitung Densitas.....	C-158
Tabel C.47. Komposisi Hasil Puncak Evaporator dan Menara Distilasi yang Direcycle.....	C-158
Tabel C.48. Komposisi Aliran Massa Keluar Tangki Penyimpanan Etilen Glikol & Air Recycle.....	C-164
Tabel C.49. Data untuk Menghitung Viskositas Fase Cair.....	C-166
Tabel C.50. Komposisi Fluida Dingin Masuk Reboiler (E-324).....	C-173
Tabel C.51. Komposisi Aliran Massa Keluar Menara Distilasi (D-320).....	C-180
Tabel C.52. Data untuk Menghitung Viskositas Fase Cair.....	C-182
Tabel C.53. Komposisi V, V', L, dan L' pada Tiap Posisi Enriching dan Stripping	C-191
Tabel C.54. Data untuk Menghitung Surface Tension	C-192
Tabel C.55. Tegangan Permukaan Cairan dalam Menara Distilasi	C-193
Tabel C.56. Komposisi Fluida Panas Masuk Kondensor Menara Distilasi.....	C-197
Tabel C.57. Komposisi Fluida Dingin Masuk Kondensor Menara Distilasi	C-197
Tabel C.58. Konstanta Perhitungan Viskositas (yaws).....	C-204
Tabel C.59. Data untuk Menghitung Konduktivitas	C-205
Tabel C.60. Konstanta Perhitungan Viskositas (yaws).....	C-207
Tabel C.61. Komposisi Kondensat dari Kondenser Menara Distilasi	C-210
Tabel C.62. Data untuk Menghitung Densitas.....	C-210
Tabel C.63. Komposisi Aliran Massa Kondensat, L, dan D.....	C-217
Tabel C.64. Data untuk Menghitung Viskositas Fase Cair.....	C-219
Tabel C.65. Komposisi Hasil Puncak Menara Distilasi (D-330).....	C-227
Tabel C.66. Data untuk Menghitung Densitas.....	C-227
Tabel C.67. Komposisi Fluida Dingin Masuk Reboiler (E-335).....	C-237
Tabel C.68. Komposisi Aliran Massa Keluar Menara Distilasi II.....	C-244
Tabel C.69. Data untuk Menghitung Viskositas Fase Cair.....	C-246
Tabel C.70. Komposisi Fluida Panas Masuk Cooler (E-337).....	C-253
Tabel C.71. Komposisi Fluida Dingin Masuk Cooler (E-337).....	C-253
Tabel C.72. Konstanta Perhitungan Viskositas (yaws).....	C-260
Tabel C.73. Konstanta Perhitungan Viskositas (yaws).....	C-260
Tabel C.74. Data untuk Menghitung Konduktivitas DEG dan EG Fase Cair	C-261
Tabel C.75. Data untuk Menghitung Kapasitas Panas Fase Cair	C-262
Tabel C.76. DataDensitas Komponen Fluida Dingin	C-264

Tabel D.1. Estimasi Cost Index pada Tahun 2017-2020	D-2
Tabel D.2. Harga Peralatan Proses	D-3
Tabel D.3. Harga Peralatan Utilitas	D-4
Tabel D.4. Harga Bak Penampung	D-4
Tabel D.5. Harga Peralatan Penunjang	D-5
Tabel D.6. Harga Bahan Baku	D-5
Tabel D.7. Biaya Listrik untuk Penerangan	D-7
Tabel D.8. Biaya Listrik untuk Alat Proses	D-8
Tabel D.9. Biaya Listrik untuk Alat Utilitas	D-8
Tabel D.10. Biaya Utilitas Lainnya	D-11
Tabel D.11. UMK Kabupaten Pasuruan Tahun 2010-2017 (BPS, 2017).....	D-14
Tabel D.12. Rincian Gaji Pekerja	D-15
Tabel D.13. Harga Bangunan Pabrik Glycol Indo Abadi	D-16
Tabel E.1. Hasil Perhitungan Program QB-64	E-6

INTISARI

Negara Indonesia merupakan salah satu negara berkembang yang sedang mengalami peningkatan dalam sektor industrinya, khususnya dalam industri kimia. Kondisi ini berhubungan dengan makin meningkatnya pula kebutuhan akan bahan kimia seiring dengan perkembangan dan kemajuan zaman. Salah satu bahan kimia yang banyak dibutuhkan di Indonesia adalah etilen glikol (EG). Berdasarkan data BPS tahun 2009 sampai 2013, menyatakan bahwa produksi dalam negeri hanya dapat memenuhi 35% dari kebutuhan etilen glikol, sedangkan sisanya masih harus diimpor dari Jepang dan Amerika Serikat. Pemenuhan kebutuhan etilen glikol dalam negeri harus tercapai agar proses industrialisasi di Indonesia dapat berjalan dengan baik dan terus berkembang. Oleh karena itulah, pendirian pabrik etilen glikol mempunyai peluang untuk dapat direalisasikan karena memiliki prospektif dan potensi yang cukup besar.

Proses pembuatan etilen glikol terdiri dari dua tahap utama, yaitu reaksi pembentukan EG dan proses pemurnian EG. Proses pembentukan EG dilakukan melalui reaksi hidrasi nonkatalitik etilen oksida dan air dalam sebuah reaktor *plug flow* adiabatis nonisotermal pada suhu 200°C dan 18 atm. Reaksi hidrasi nonkatalitik dipilih karena menghasilkan konversi reaksi yang besar, tergolong proses yang sederhana, bahan baku mudah untuk diperoleh dan secara ekonomis terjangkau, dan menghasilkan produk samping yang juga memiliki nilai jual. Reaksi hidrasi nonkatalitik etilen oksida dan air menghasilkan etilen glikol sebagai produk utama dan dietilen glikol sebagai produk samping. Proses pemurnian EG dengan menggunakan proses distilasi menghasilkan produk EG dengan kadar kemurnian tinggi 99,9%. Bahan baku yang digunakan untuk memproduksi EG adalah etilen oksida 99,97% yang diperoleh dari PT. Chandra Asri Petrochemical, sedangkan air diperoleh dari sungai Ciujung dan sungai Cisadane yang diolah terlebih dahulu di unit utilitas pabrik EG.

Prarencana pabrik EG berbahan baku etilen oksida dan air memiliki rincian sebagai berikut :

Bentuk perusahaan	: Perseroan Terbatas (PT)
Produksi	: Etilen glikol (EG) dan Dietilen glikol (DEG)
Status perusahaan	: Swasta
Kapasitas produksi	: 219.000 ton/tahun
Hari kerja efektif	: 330 hari/tahun
Sistem operasi	: Kontinyu
Masa konstruksi	: 2 tahun
Waktu mulai beroperasi	: 2020
Bahan baku	: Etilen oksida dan air
Kapasitas bahan baku	: Etilen oksida sebesar 158.946,78 ton/tahun dan air sebesar 64.249,71 ton/tahun
Utilitas	: Air sebesar 64.398,08 m ³ /hari, listrik sebesar 3.115,45 kW, batu bara sebesar 110.401,23 kg/hari, solar <i>industrial diesel oil</i> sebesar 2,3727 m ³ /bulan, <i>steam</i> 270°C sebesar 128.411,63 lbm/jam, dan <i>steam</i> 175°C sebesar 137.107,26 lbm/jam
Jumlah tenaga kerja	: 123 orang

Lokasi pabrik : Kawasan industri di Jalan Raya Serang, Kragilan,
Sentul, Kecamatan Serang, Provinsi Banten

Luas pabrik : 160.020 m²

Dari hasil analisa ekonomi yang telah dilakukan, didapatkan :

- *Fixed Capital Investment* (FCI) : Rp 904.944.659.201,91
- *Working Capital Investment* (WCI) : Rp 251.684.841.963,90
- *Total Production Cost* (TPC) : Rp 3.999.199.361.241,81
- Penjualan per tahun : Rp 4.602.878.069.081,49

Analisa ekonomi dengan metode *Discounted Cash Flow*:

- *Rate of Return (ROR)* sebelum pajak : 45,16%
- *Rate of Return (ROR)* sesudah pajak : 34,52%
- *Rate of Equity (ROE)* sebelum pajak : 77,19%
- *Rate of Equity (ROE)* sesudah pajak : 55,81%
- *Pay Out Time (POT)* sebelum pajak : 2,5630
- *Pay Out Time (POT)* sesudah pajak : 3,1623
- *Break Even Point (BEP)* : 54,17%
- *Minimum Acceptable Rate of Return (MARR)* : 34,98%

NOMENKLATUR

DEG = Dietilen glikol

EG = Etilen glikol

EO = Etilen oksida

PFR = *Plug Flow Reactor*