

TUGAS AKHIR
PRARENCANA PABRIK ETILEN DIKLORIDA
Kapasitas Produksi 150.000 ton/tahun



Diajukan Oleh :
Bernardinus Ryan P. NRP : 5203014018
Nikodemus Masan S. NRP : 5203014043

JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDALA SURABAYA
2018

LEMBAR PENGESAHAN

Seminar PRARENCANA PABRIK bagi mahasiswa tersebut dibawah ini:

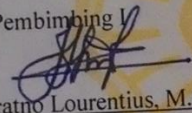
Nama : Bernadinus Ryan Pratama

NRP : 5203014018

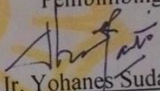
telah diselenggarakan pada tanggal 4 Juli 2018, karenanya yang bersangkutan dapat dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Kimia.

Surabaya, 9 Juli 2018

Pembimbing I


Dr. Ir. Suratno Lourentius, M.S., IPM
NIK. 521.87.0127

Pembimbing II

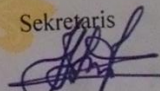

Ir. Yohanes Sudaryanto, M.T.
NIK. 521.89.0151

Dewan Penguji

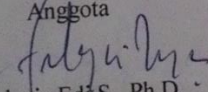
Ketua


Sandy Budi Hartono, S.T., M.Phil., Ph.D.
NIK. 521.99.0401

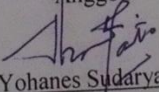
Sekretaris


Dr. Ir. Suratno Lourentius, M.S., IPM
NIK. 521.87.0127

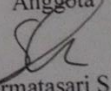
Anggota


Felicia Edi S., Ph.D.
NIK. 521.99.0391

Anggota


Ir. Yohanes Sudaryanto, M.T.
NIK. 521.89.0151

Anggota

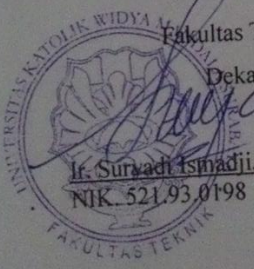
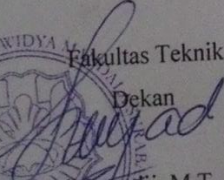

Shella Permatasari S., Ph.D.
NIK. 521.17.0971

Mengetahui

Jurusan Teknik Kimia

Ketua


Sandy Budi Hartono, S.T., M.Phil., Ph.D.
NIK. 521.99.0401


Fakultas Teknik
Dekan

Ir. Surjadi Ismadji, M.T., Ph.D., IPM
NIK. 521.93.0198

LEMBAR PENGESAHAN

Seminar PRARENCANA PABRIK bagi mahasiswa tersebut dibawah ini:

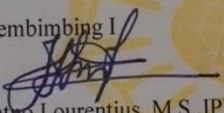
Nama : Nikodemus Masan Sanga

NRP : 5203014043

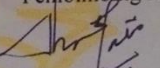
telah diselenggarakan pada tanggal 4 Juli 2018, karenanya yang bersangkutan dapat dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Kimia.

Surabaya, 9 Juli 2018

Pembimbing I


Dr. Ir. Suratno Lourentius, M.S., IPM
NIK. 521.87.0127

Pembimbing II

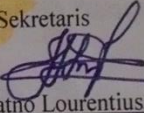

Ir. Yohanes Sudaryanto, M.T.
NIK. 521.89.0151

Dewan Penguji

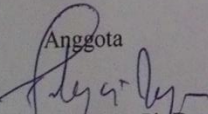
Ketua


Sandy Budi Hartono, S.T., M.Phil., Ph.D.
NIK. 521.99.0401

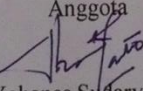
Sekretaris


Dr. Ir. Suratno Lourentius, M.S., IPM
NIK. 521.87.0127

Anggota


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

Anggota


Ir. Yohanes Sudaryanto, M.T.
NIK. 521.89.0151

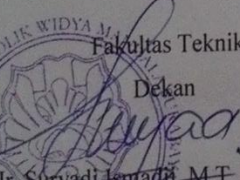
Anggota


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

Mengetahui

Fakultas Teknik

Dekan


Ir. Suryadi Isuradi, M.T., Ph.D., IPM
NIK. 521.93.0198

Jurusan Teknik Kimia

Ketua


Sandy Budi Hartono, S.T., M.Phil., Ph.D.
NIK. 521.99.0401

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, 9 Juli 2018

Mahasiswa,



Bernadinus Ryan Pratama
NRP. 5203014018

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, 9 Juli 2018

Mahasiswa,



Nikodemus

Nikodemus Masan Sanga
NRP. 5203014043

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH dan PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

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

Nama / NRP : Bernadinus Ryan Pratama / 5203014018

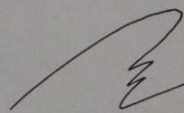
Nikodemus Masan Sanga / 5203014043

Tugas Akhir kami yang berjudul : Prarencana Pabrik Pembuatan Etilen Diklorida dengan kapasitas 150.000 ton/tahun

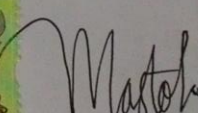
Menyatakan bahwa Tugas Akhir ini adalah ASLI karya tulis kami. Apabila karya ini terbukti *plagiarism*, maka kami bersedia menerima sanksi yang akan diberikan oleh Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya. Kami menyetujui pula bahwa karya tulis ini dipublikasikan atau ditampilkan di internet atau media lain (*digital library* Perpustakaan 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, 9 Juli 2018
Yang menyatakan



Bernadinus Ryan Pratama
NRP : 5203014018



Nikodemus Masan Sanga
NRP : 5203014043

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 Diklorida dengan Kapasitas 150.000 Ton/tahun”. Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas 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 dan meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan.
3. Sandy Budi Hartono, ST., M.Phil., PhD., IPM., Felicia Edi Soetaredjo, ST., M.Phil., PhD., IPM., dan Shella P.S., ST., PhD. Selaku dosen penguji.
4. Seluruh dosen dan staff 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 no-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, 28 Juli 2018

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH dan PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
INTISARI	xiii
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. Analisis Pasar	I-4
I.5. Penentuan Kapasitas	I-8
I.6. Ketersediaan Bahan Baku dan Penentuan Kapasitas	I-8
BAB II URAIAN DAN PEMILIHAN PROSES	II-1
II.1. Proses Pembuatan Produksi	II-1
II.2. Pemilihan Proses	II-2
II.3. Uraian Proses	II-4
BAB III NERACA MASSA	III-1
III.1. Tangki Penyimpan Etilen (F-112)	III-1
III.2. Tangki Penyimpan Klorin (F-111)	III-1
III.3. Tangki Penyimpan Oksigen	III-1
III.4. Pipa Pencampur (X-113).....	III-1
III.5. Reaktor (R-110)	III-2
III.6. Kondensor (E-115)	III-2
III.7. <i>Scrubber</i> (D-310)	III-3
III.8. Menara Distilasi (D-210)	III-3
BAB IV NERACA PANAS	IV-1
IV.1. Pipa Pencampur (X-113)	IV-1
IV.2. <i>Heater</i> (E-114)	IV-1
IV.3. Reaktor (R-110)	IV-1
IV.4. Kondensor (E-115)	IV-2
IV.5. <i>Cooler</i> III (E-311)	IV-2
IV.6. <i>Scrubber</i> (D-310)	IV-2
IV.7. Menara Distilasi (D-210)	IV-3
IV.8. <i>Cooler</i> I (E-212)	IV-3
IV.9. <i>Cooler</i> II (E-215)	IV-3
BAB V SPESIFIKASI ALAT	V-1
V.1. Tangki Penyimpan Klorin (F-111)	V-1
V.2. Tangki Penyimpan Etilen (F-112)	V-2
V.3. <i>Heater</i> (E-114)	V-3
V.4. Reaktor (R-110)	V-4
V.5. Kondensor (E-115)	V-5

V.6.	Pompa I (L-217)	V-5
V.7.	Menara Distilasi (D-210)	V-6
V.8.	Kondensor Menara Distilasi (E-211)	V-7
V.9.	Pompa II (L-218)	V-7
V.10.	Cooler I (E-212)	V-8
V.11.	Pompa III (L-219)	V-8
V.12.	Tangki Penyimpan EDC (F-213)	V-9
V.13.	Reboiler Menara Distilasi (E-214)	V-10
V.14.	Cooler II (E-215)	V-11
V.15.	Pompa IV (L-220).....	V-11
V.16.	Tangki Penyimpan TCE (F-216)	V-12
V.17.	Cooler III (E-311)	V-13
V.18.	Scrubber (D-310)	V-14
V.19.	Pompa V (L-313)	V-14
V.20.	Tangki Penyimpan HCl (F-312)	V-15
BAB VI	LOKASI, TATA LETAK PABRIK & ALAT, INSTRUMENTASI, DAN SAFETY	VI-1
VI.1.	Lokasi Pabrik	VI-1
VI.2.	Tata Letak Pabrik, Alat Proses dan Utilitas	VI-3
VI.3.	Instrumentasi	VI-8
VI.4.	Pertimbangan Keselamatan dan Lingkungan	VI-9
VI.5.	Hazard and Operability Studies (HAZOP)	VI-13
BAB VII	UTILITAS DAN PENGOLAHAN LIMBAH	VII-1
VII.1.	Utilitas.....	VII-1
VII.2.	Pengolahan Limbah	VII-49
BAB VIII	DESAIN PRODUK DAN KEMASAN	VIII-1
VIII.1.	Desain Produk	VIII-1
VIII.2.	Desain Kemasan	VIII-2
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-4
X.5.	Jadwal Kerja	X-9
X.6.	Kesejahteraan Karyawan	X-11
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-4
XI.3.	Analisa Ekonomi dengan Metode <i>Discounted Cash Flow</i>	XI-7
XI.4.	Perhitungan <i>Rate of Return Investment</i> (ROI)	XI-13
XI.5.	Perhitungan <i>Rate of Equity Investment</i> (ROE)	XI-14
XI.6.	Waktu Pengembalian Modal (<i>Pay Out Time</i> = POT)	XI-16
XI.7.	Penentuan Titik Impas / <i>Break Even Point</i> (BEP)	XI-17
XI.8.	Analisa Selektivitas.....	XI-19
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. Prediksi Ekspor EDC tahun 2022	I-5
Gambar I.2. Prediksi Impor EDC tahun 2022	I-6
Gambar VI. 1. Lokasi Pabrik	VI-1
Gambar VI.2. Tata Letak Pabrik Indo Pacific Chemical (Skala 1:1000)	VI-5
Gambar VI.3. Tata Letak Alat Proses (Skala 1:700)	VI-7
Gambar VII.1. Diagram alir Proses Bentuk Blok Pengolahan Air	VII-8
Gambar VII.2. Skema Unit Pengolahan Air	VII-8
Gambar VIII.1. Desain kemasan untuk produk EDC dan TCE.....	VIII-2
Gambar VIII.2. Desain kemasan untuk produk HCl	VIII-2
Gambar VIII.3. Desain Logo Produk.....	VIII-3
Gambar X.1. Struktur Organisasi Pabrik Etilen Diklorida	X-3
Gambar XI.1. Hubungan antara Kapasitas Produksi dengan Net Cash Flow Sesudah Pajak	XI-18

DAFTAR TABEL

Tabel I.1. Sifat-sifat dari Etilen	I-2
Tabel I.2. Sifat- sifat dari Klorin.....	I-2
Tabel I.3. Sifat- sifat dari Etilen Diklorida (EDC)	I-3
Tabel I.4. Sifat- sifat dari Trikloro Etana (TCE)	I-3
Tabel I.5. Sifat- sifat dari FeCl_3	I-3
Tabel I.6. Sifat- sifat dari Asam Klorida (HCl)	I-4
Tabel I.7. Sifat- sifat dari Oksigen.....	I-4
Tabel I.8. Tabel Data Ekspor EDC	I-5
Tabel I.9. Tabel Data Impor EDC.....	II-6
Tabel I.10. Tabel Data Produksi EDC di Indonesia Tahun 2017	I-6
Tabel I.11. Daftar Nama Perusahaan yang memproduksi Klorin di Indonesia	I-9
Tabel I.12. Pabrik EDC di Seluruh Dunia	I-9
Tabel II.1. Perbandingan berbagai Metode	II-3
Tabel III.2. Perbandingan kondisi proses pada reaktor	II-4
Tabel VI.1. Dimensi dan Luasan Area Pabrik Indo Pacific Chemical	VI-4
Tabel VI.2. Keterangan Gambar Tata Letak Alat Proses	VI-7
Tabel VI.3. Instrumentasi pada Alat Proses.....	VI-9
Tabel VII.1. Data Kebutuhan <i>Steam</i> di Alat Proses	VII-2
Tabel VII.2. Kebutuhan Air Sanitasi	VII-5
Tabel VII.3. Kebutuhan Air Pendingin.....	VII-6
Tabel VII.4. Unit Pengolahan Air	VII-9
Tabel VII.5. Kebutuhan Listrik untuk Keperluan Proses di Pabrik EDC.....	VII-44
Tabel VII.6. Kebutuhan Listrik untuk Keperluan Utilitas di Pabrik EDC	VII-45
Tabel VII.7. Lumen Output untk setiap Area di Pabrik EDC	VII-45
Tabel VII.8. Jumlah dan Daya Lampu yang digunakan untuk setiap Area di Pabrik EDC	VII-47
Tabel X.1. Perincian Jumlah Karyawan	X-8
Tabel X.2. Jadwal Kerja Karyawan <i>Shift</i>	X-10
Tabel XI.1. Penentuan Total Capital Investment (TCI).....	XI-3
Tabel XI.2. Depresiasi Alat dan Bangunan	XI-5
Tabel XI.3. Biaya Produksi Total / <i>Total Production Cost</i> (TPC)	XI-6
Tabel XI.4. Keterangan Kolom Cash Flow	XI-8
Tabel XI.5. Cash Flow	XI-11
Tabel XI.6. <i>Rate of Return Investment</i> (ROI) Sebelum Pajak.....	XI-13
Tabel XI.7. <i>Rate of Return Investment</i> (ROI) Sesudah Pajak.....	XI-14
Tabel XI.8. <i>Rate of Equity Investment</i> (ROE) Sebelum Pajak	XI-15
Tabel XI.9. <i>Rate of Equity Investment</i> (ROE) Sesudah Pajak	XI-15
Tablet X.10. POT Sebelum Pajak.....	XI-16
Tabel XI. 11. POT Setelah Pajak.....	XI-17
Tabel XI.12. Penentuan BEP.....	XI-18
Tabel XI.14. Hubungan Kenaikan Persentase Harga Bahan Baku terhadap BEP, ROR, ROE dan POT.....	XI-19

INTISARI

Sebagai negara berkembang, saat ini Indonesia sedang memacu pembangunan di segala bidang, salah satunya pembangunan di bidang infrastruktur. Pembangunan di bidang tersebut memerlukan berbagai macam bahan baku yang digunakan dalam membangun gedung, salah satunya adalah produk yang dibuat dari Polivinil Klorida (PVC). Dalam proses produksi PVC bahan utama yang digunakan adalah vinil klorida monomer yang dibuat dari etilen diklorida (EDC). Untuk memenuhi kebutuhan pasar dibutuhkan pembangunan pabrik EDC yang baru.

Inti dari proses pembuatan EDC adalah reaksi fase gas antara etilen dan klorin yang dilakukan di dalam sebuah fix bed reaktor yang bekerja pada suhu 75-200°C dan tekanan 1,5 atm. Untuk memperoleh kondisi feed sesuai yang diinginkan, campuran gas etilen dan klorin dipanaskan lebih dahulu di dalam sebuah heat exchanger sebelum dimasukkan ke dalam reaktor. Hasil yang keluar dari reaktor dikondensasikan secara parsial di dalam kondensor. Cairan yang keluar dari kondensor selanjutnya dimurnikan di dalam menara distilasi, sedangkan gas yang keluar dari kondensor selanjutnya didinginkan dan dimasukkan kedalam *scrubber* untuk menangkap gas HCl sebelum di *recycle* untuk digabungkan dengan *fresh feed*. gas etilen dan klorin. Hasil pencucian di *Scrubber* adalah larutan HCl 19,5% yang dijual sebagai produk samping. Produk utama dari pabrik ini berupa etilen diklorida (EDC) 99,85% di peroleh dari hasil tas menara distilasi, sedangkan produk bawah menara distilasi berupa trikloro etana (TCE) 86% yang juga dijual sebagai produk samping

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

Bentuk perusahaan	: Perseroan Terbatas (PT)
Produksi	
• Produk utama	: Etilen Diklorida atau <i>Ethylene Dichloride</i> (EDC) 99,8%
• Produk Samping	: Trikloro etana (TCE) 86% dan HCl 19,5%
Status perusahaan	: Swasta
Kapasitas produksi	: 150.000 ton/tahun
Hari kerja efektif	: 330 hari/tahun
Sistem operasi	: Kontinyu
Masa konstruksi	: 2 tahun
Waktu mulai beroperasi	: 2021
Bahan baku	: Etilen, klorin dan oksigen
Kebutuhan bahan baku	: Etilen sebesar 47.069 ton/tahun Klorin sebesar 124.652 ton/tahun Oksigen sebesar 72,59 kg (pada saat start up saja)
Utilitas	: Air sebesar 197,78 m ³ /hari, listrik sebesar 2.723,883 kW, LNG sebesar 423,99 kg/hari, solar <i>industrial diesel oil</i> sebesar 1,85 m ³ /bulan, saturated <i>steam</i> 120°C sebesar 179.739,83 kg/hari
Jumlah tenaga kerja	: 108 orang
Lokasi pabrik	: Kawasan industri Cilegon, Provinsi Banten
Luas pabrik	: 19.000 m ²
Dari hasil analisa ekonomi yang telah dilakukan, didapatkan :	
• <i>Fixed Capital Investment</i> (FCI)	: Rp 1.207.957.406.093

- *Working Capital Investment (WCI)* : Rp 299.409.403.972
- *Total Production Cost (TPC)* : Rp 2.938.956.041.698
- *Penjualan per tahun* : Rp 3.359.376.412.393

Analisa ekonomi dengan metode *Discounted Cash Flow*:

- *Rate of Return on Investment (ROI)* sesudah pajak : 26,27%
- *Rate of Return on Equity (ROE)* sesudah pajak : 56,26%
- *Pay Out Time (POT)* sesudah pajak : 4 tahun 2 bulan 19 hari
- *Break Even Point (BEP)* : 53,27%