

PRARENCANA PABRIK
PRODUKSI NONANA DARI γ -VALEROLACTONE
(GVL)
KAPASITAS 55.063.871 KG/TAHUN



Diajukan Oleh :

Soegiarto Adi S. NRP : 5203011006
Nova Handoyo NRP : 5203011011

JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDALA
SURABAYA
2015

LEMBAR PENGESAHAN

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

Nama mahasiswa : Soegiarto Adi S.

NRP : 5203011006

telah diselenggarakan pada tanggal 22 Mei 2015, karenanya yang bersangkutan dapat dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar **Sarjana Teknik jurusan Teknik Kimia.**

Pembimbing I,

Surabaya, 3 Juni 2015

Pembimbing II,



Suryadi Ismadji, Ph.D

NIK. 521.93.0198



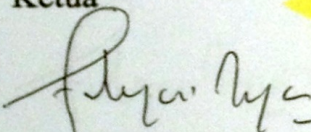
Aning Ayucita, ST, M.Eng.Sc.

NIK. 521.03.0563

Dewan Penguji

Ketua

Sekretaris



Felycia Edi S., Ph.D

NIK. 521.99.0391

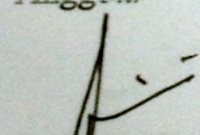


Suryadi Ismadji, Ph.D

NIK. 521.93.0198


Anggota

Anggota



Ir. Setiyadi, MT

NIK. 521.88.0137



Ir. Nani Indraswati

NIK. 521.86.0121

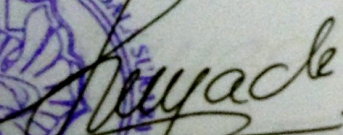
Mengetahui

Fakultas Teknik

Jurusan Teknik Kimia

Dekan

Ketua



Suryadi Ismadji, Ph.D

NIK. 521.93.0198




Wenny Irawaty, Ph.D

NIK. 521.97.0284

LEMBAR PENGESAHAN

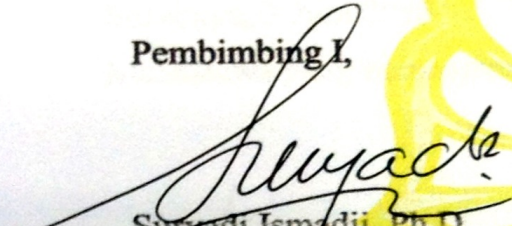
Seminar **PRARENCANA PABRIK** bagi mahasiswa tersebut dibawah ini :

Nama mahasiswa : Nova Handoyo

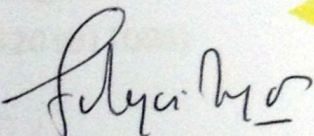
NRP : 5203011011

telah diselenggarakan pada tanggal 22 Mei 2015, karenanya yang bersangkutan dapat dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar **Sarjana Teknik** jurusan **Teknik Kimia**.

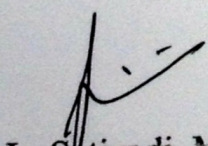
Pembimbing I,


Suryadi Ismadji, Ph.D
NIK. 521.93.0198

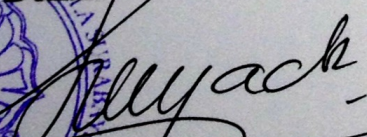
Ketua


Felicia Edi S., Ph.D
NIK. 521.99.0391


Anggota


Ir. Setiyadi, MT
NIK. 521.88.0137

Fakultas Teknik
Dekan



Suryadi Ismadji, Ph.D
NIK. 521.93.0198

Surabaya, 3 Juni 2015
Pembimbing II,

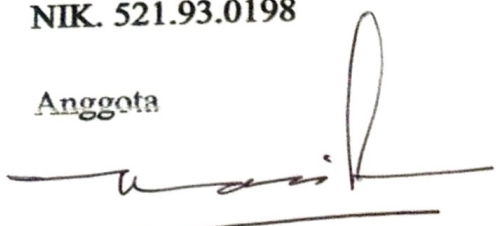

Aning Ayucita, ST, M.Eng.Sc.
NIK. 521.03.0563

Dewan Penguji

Sekretaris


Suryadi Ismadji, Ph.D
NIK. 521.93.0198

Anggota


Ir. Nani Indraswati
NIK. 521.86.0121

Mengetahui

Jurusan Teknik Kimia
Ketua


Wenny Irawaty, Ph.D.
NIK. 521.97.0284

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, 3 Juni 2015

Mahasiswa yang bersangkutan,



Soegiarto Adi S.

(5201011006)

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, 3 Juni 2015

Mahasiswa yang bersangkutan,



Nova Handoyo

(5201011011)

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena telah melimpahkan rahmat karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Prarencana Pabrik Nonana dari γ -Valerolactone.

Prarencana pabrik ini merupakan salah satu tugas yang harus diselesaikan guna memenuhi persyaratan yang harus ditempuh dalam kurikulum pendidikan tingkat Strata 1 (S-1) di Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.

Penulis menyadari bahwa dalam proses penyusunan laporan prarencana pabrik ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Ir. Suryadi Ismadji, MT., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya. dan dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktu, tenaga, pikiran, dan perhatiannya dalam memberikan bimbingan sehingga penyusun dapat menyelesaikan laporan prarencana pabrik ini..
2. Wenny Irawati, ST., MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya .
3. Aning Ayucita, ST, M.Eng.Sc. selaku dosen pembimbing II yang telah meluangkan waktu, tenaga, pikiran, dan perhatiannya dalam memberikan bimbingan sehingga penyusun dapat menyelesaikan laporan prarencana pabrik ini.
4. Orang tua, keluarga dan teman-teman mahasiswa Jurusan Teknik Kimia Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya, khususnya angkatan 2011 yang tak henti-hentinya selalu mendukung dan memberi semangat dan doa.
5. Semua pihak baik secara langsung maupun tidak langsung turut memberikan dukungan dan bantuan selama penyusunan prarencana pabrik ini.

Penyusun menyadari bahwa laporan ini masih memiliki kekurangan, sehingga penyusun menerima kritik dan saran yang bersifat membangun untuk perbaikan laporan ini. Akhirnya, penyusun berharap supaya laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang memerlukan.

Surabaya, 3 Juni 2015

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN.....	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
INTISARI	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
I.1. Latar Belakang	I-1
I.2. Sifat-Sifat Bahan Baku dan Produk	I-2
I.2.1. γ -valerolactone (GVL) sebagai Bahan Baku Utama.....	I-2
I.2.2. Nonana sebagai Produk Utama.....	I-3
I.3. Kegunaan dan Keunggulan Produk.....	I-4
I.4. Ketersediaan Bahan Baku dan Analisa Pasar.....	I-5
I.4.1. Ketersediaan Bahan Baku	I-5
I.4.2. Analisa Pasar.....	I-6
BAB II URAIAN DAN PEMILIHAN PROSES	II-1
II.1 Proses Pembuatan Produk	II-1
II.2 Pemilihan Proses.....	II-1
II.3 Uraian Proses	II-2
BAB III NERACA MASSA	III-1
BAB IV NERACAPANAS	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-3
VI.2.1. Tata Letak Pabrik	VI-3
VI.2.2. Tata Letak Alat.....	VI-8
VI.3. Instrumentasi	VI-9
VI.4. Pertimbangan Keselamatan dan Lingkungan	VI-11
VI.4.1. Penanganan Bahaya dan Kecelakaan Kerja	VI-11
VI.4.2. Hazard and Operability Studies (HAZOP)	VI-13
BAB VII UTILITAS DAN PENGOLAHAN LIMBAH.....	VII-1
VII.1. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air.....	VII-1
VII.2. Unit Penyediaan Listrik.....	VII-31
VII.3. Unit Penyediaan Bahan Bakar.....	VII-35
VII.4. Unit Pengolahan Limbah.....	VII-57
BAB VIII DESAIN PRODUK DAN KEMASAN.....	VIII-1
VIII.1. Desain Logo	VIII-1
VIII.2. Desain Kemasan	VIII-2
VIII.3. Spesifikasi Produk.....	VIII-2
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.	Jadwal Kerja.....	X-11
X.5.	Kesejahteraan Karyawan.....	X-12
BAB XI ANALISA EKONOMI.....		XI-1
XI.1.	Perhitungan <i>Total Capital Investment</i> (TCI), <i>Fixed Capital Investment</i> (FCI), <i>Worked Capital Investment</i> (WCI).....	XI-1
XI.2.	Perhitungan Total Production Cost (TPC)	XI-3
XI.3.	Analisa Ekonomi dengan Metode <i>Discounted Cash Flow</i>	XI-4
XI.3.1.	<i>Cash Flow</i>	XI-5
XI.3.2.	Laju Pengembalian Modal / <i>Rate of Return on Investment</i> (ROR) ..	XI-9
XI.3.3.	<i>Rate of return on Equity</i> (ROE).....	XI-10
XI.3.4.	Waktu Pengembalian Modal / <i>Pay Out Time</i> (POT)	XI-11
XI.3.5.	<i>Break Even Point</i> (BEP)	XI-12
XI.4.	Analisa Sensitivitas	XI-13
BAB XII PEMBAHASAN DAN KESIMPULAN.....		XII-1
XII.1.	Diskusi.....	XII-1
XII.2.	Kesimpulan.....	XII-3
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 Struktur Molekul γ -valerolactone	I-2
Gambar I. 2 Pembentukan γ -Valerolactone dari Levulinic Acid.....	I-3
Gambar I. 3 Struktur Molekul Nonana	I-3
Gambar I. 4 Proses Pembentukan Nonana.....	I-4
Gambar I. 5 Kurva Produksi γ -valerolactone Tahun 2010 – 2014	I-6
Gambar I. 6 Impor Gasoline di Indonesia Tahun 2008-2013	I-7
Gambar II. 1 Blok Diagram Proses Pembuatan Nonana	II-3
Gambar VI. 1 Lokasi Pabrik di Kota Lampung.....	VI-2
Gambar VI. 2 Tata Letak Pabrik (1:500).....	VI-7
Gambar VI. 3 Tata Letak Alat (1:200)	VI-8
Gambar VII. 1 Blok Diagram Pengolahan Air Laut.....	VII-4
Gambar VII. 2 Flowsheet Utilitas Air	VII-5
Gambar VII. 3 Penampang Melintang Barrack	VII-6
Gambar VII. 4 Bak Penampung Sementara.....	VII-7
Gambar VII. 5 Pompa Air Laut	VII-8
Gambar VII. 6 Aliran Pompa Dari Bak Penampung Air Laut ke Setiap Kondensor	VII-14
Gambar VIII. 1 Logo Produk Nonana	VIII-1
Gambar VIII. 2 Desain Kemasan Produk	VIII-2
Gambar X. 1 Struktur Orgaisasi	X-3
Gambar XI. 1 Hubungan Antara Kapasitas Produksi dan Laba Sebelum Pajak ..	XI-13
Gambar A. 1 Blok Diagram Proses Tangki Intermediet I	A-1
Gambar A. 2 Blok Diagram Proses Reaktor Hidrogenasi I.....	A-3
Gambar A. 3 Blok Diagram Proses Distilasi I.....	A-5
Gambar A. 4 Blok Diagram Proses Tangki Intermediet II.....	A-7
Gambar A. 5 Blok Diagram Proses Reaktor Dekarboksilasi.....	A-9
Gambar A. 6 Blok Diagram Proses Hidrogenasi II	A-11
Gambar A. 7 Blok Diagram Proses Distilasi II	A-13
Gambar A. 8 Blok Diagram Proses Distilasi III	A-16
Gambar B. 1 Aliran Panas pada Tangki Intermediet I (F-110)	B-2
Gambar B. 2 Aliran Panas pada <i>Heat Exchanger</i>	B-5
Gambar B. 3 Aliran Panas pada Reaktor Hidrogenasi I (R-120).....	B-8
Gambar B. 4 Aliran Panas pada Kolom Distilasi I.....	B-12
Gambar B. 5 Aliran Panas pada Kolom Distilasi I.....	B-14
Gambar B. 6 Aliran Panas pada Tangki Intermediet II (F-140)	B-29
Gambar B. 7 Aliran Panas pada Reaktor Dekarboksilasi (R-150)	B-32
Gambar B. 8 Aliran Panas pada Reaktor Hidrogenasi II (R-160)	B-37
Gambar B. 9 Aliran Panas pada Kolom Distilasi II.....	B-42
Gambar B. 10 Aliran Panas pada Kolom Distilasi II.....	B-45
Gambar B. 11 Aliran Panas pada Kolom Distilasi III	B-60
Gambar B. 12 Aliran Panas pada Kolom Distilasi III	B-63
Gambar C. 1 Aliran dari Tangki Penampung GVL ke Tangki Intermediet I.....	C-13
Gambar C. 2 Aliran Dari Tangki Intermediet I ke <i>Heat Exchanger</i>	C-18
Gambar C. 3 Aliran Dari <i>Heat Exchanger</i> ke Reaktor Hidrogenasi I	C-19
Gambar C. 4 Aliran Dari Tangki Intermediet II ke Reaktor Dekarboksilasi.....	C-20

Gambar C. 5 Aliran Dari Heat Exchanger ke Reaktor Hidrogenasi II	C-21
Gambar C. 6 Pompa Dari Distilasi I ke Reboiler I dan Tangki Intermediet I	C-33
Gambar C. 7 Aliran Dari Distilasi II ke Reboiler II dan Distilasi III	C-44
Gambar C. 8 Aliran Dari Distilasi III ke Reboiler III dan Tangki Intermediet II...	C-45
Gambar C. 9 Aliran Pompa Dari Akumulator I Ke Kolom Distilasi I dan Tangki Intermediet II	C-51
Gambar C. 10 Aliran Dari Akumulator II ke Distilasi II dan Unit Pengolahan Limbah	C-63
Gambar C. 11 Aliran Dari Akumulator III ke Distilasi III dan Tangki Penampungan Produk	C-64
Gambar D. 1 Kenaikan Data Cost Index Tahun 1987-2002.....	D-1

DAFTAR TABEL

Tabel I. 1 Karakteristik γ -valerolactone	I-2
Tabel I. 2 Karakteristik Nonana.....	I-3
Tabel I. 3 Kapasitas produksi γ -valerolactone tahun 2009 – 2013	I-5
Tabel I. 4 Kapasitas Produksi dan Konsumsi Gasoline di Indonesia	I-7
Tabel VI. 1 Keterangan Tata Letak Pabrik	VI-6
Tabel VI. 2 Keterangan Tata Letak Ruang Produksi.....	VI-9
Tabel VI. 3 Jenis Instrumentasi yang Digunakan	VI-11
Tabel VII. 1 Kebutuhan Air Sanitasi	VII-2
Tabel VII. 2 Kebutuhan Air Pendingin.....	VII-3
Tabel VII. 3 Keterangan Flowsheet Utilitas Air.....	VII-5
Tabel VII. 4 Tabel Nama Alat Proses dan Power Yang Digunakan.....	VII-31
Tabel VII. 5 Tabel Nama Alat Utilitas dan Power Yang Digunakan	VII-31
Tabel VII. 6 Nama Bangunan, Luas Bangunan dan Lumen Output yang Dibutuhkan	VII-32
Tabel VII. 7 Tabel Jenis Lampu dan Jumlah Lampu yang Digunakan	VII-34
Tabel VII. 8 Kebutuhan Listrik Barang Elektronik	VII-35
Tabel VII. 9 Panas yang Dibutuhkan Dalam Proses Utama	VII-35
Tabel VII. 10 Data HHV Dalam Gas Alam.....	VII-36
Tabel VII. 11 Kebutuhan Bahan Bakar	VII-37
Tabel VII. 12 Kebutuhan Udara Pembakaran.....	VII-38
Tabel VII. 13 Konstanta Specific Heat	VII-39
Tabel VII. 14 Entalpi Masuk Tiap Komponen	VII-40
Tabel VII. 15 Entalpi Pembakaran Tiap Komponen	VII-40
Tabel VII. 16 Entalpi Keluar Tiap Komponen	VII-41
Tabel VII. 17 Densitas Gas Alam.....	VII-54
Tabel VIII. 1 Standar Mutu Bahan Bakar.....	VIII-2
Tabel X. 1 Perincian Jumlah Karyawan	X-10
Tabel X. 2 Jadwal Kerja Karyawan Shift	X-12
Tabel XI. 1 Fixed Capital Investment (FCI).....	XI-2
Tabel XI. 2 Manufacturing Costs	XI-3
Tabel XI. 3 Keterangan Untuk Cash Flow	XI-5
Tabel XI. 4 Cash Flow Dengan Harga Jual Produk Sebenarnya	XI-7
Tabel XI. 5 Cash Flow Dengan Harga Jual Produk Ideal.....	XI-8
Tabel XI. 6 ROR Sebelum Pajak	XI-9
Tabel XI. 7 ROR Setelah Pajak	XI-9
Tabel XI. 8 ROE Sebelum Pajak	XI-10
Tabel XI. 9 ROE Setelah Pajak	XI-11
Tabel XI. 10 POT Sebelum Pajak.....	XI-11
Tabel XI. 11 POT Setelah Pajak	XI-12
Tabel XI. 12 Break Even Point	XI-13
Tabel XI. 13 Hubungan antara Kenaikan Harga Bahan Baku dengan BEP, ROR, ROE, POT.....	14
Tabel B. 1 Konstanta Kapasitas Panas Gas	B-1
Tabel B. 2 Data CpLiquid Untuk Masing-Masing Komponen.....	B-1
Tabel B. 3 Data Energi Ikatan	B-10

Tabel D. 1 Cost Index Tahun 2003–2017.....	D-2
Tabel D. 2 Harga Alat Proses	D-3
Tabel D. 3 Harga Alat Utilitas	D-4
Tabel D. 4 Harga Bak Penampung	D-4
Tabel D. 5 Harga Bahan Baku	D-6
Tabel D. 6 Biaya Listrik untuk Penerangan.....	D-7
Tabel D. 7 Biaya Listrik untuk Alat Proses	D-9
Tabel D. 8 Biaya Listrik Untuk Alat Utilitas.....	D-10
Tabel D. 9 Rincian Gaji Pegawai.....	D-12
Tabel D. 10 Harga Tanah dan Bangunan.....	D-13

INTISARI

Seiring berkembangnya era modern, konsumsi akan energi juga mengalami peningkatan drastis. Salah satu sumber energi yang banyak digunakan yaitu bahan bakar fosil. Penggunaan bahan bakar meliputi bidang transportasi dan industri. Kedua bidang ini merupakan bidang yang berperan penting bagi perkembangan ekonomi sebuah negara

Nonana memiliki potensi yang baik sebagai sumber bahan bakar. Bahan bakar yang dihasilkan dari nonana memiliki sifat yang identik dengan bahan bakar fosil, sehingga tidak perlu melakukan modifikasi pada konfigurasi mesin. Bahan baku yang digunakan untuk menghasilkan nonana adalah senyawa γ -valerolactone (GVL). GVL dapat diproduksi dari biomassa yang mengandung senyawa lignoselulosa. Konversi reaksi hidrogenasi senyawa lignoselulosa dapat mencapai hingga lebih dari 95%.

Produksi nonana diawali dengan proses hidrogenasi senyawa GVL pada suhu 548 K dan tekanan 35 bar. Katalis yang digunakan pada reaksi ini adalah katalis Pd/Nb₂O₅. Reaksi hidrogenasi memiliki konversi reaksi 90%. Produk yang dihasilkan dari reaksi hidrogenasi adalah asam pentanoat yang kemudian dialirkan menuju reaktor dekarboksilasi untuk menghasilkan 5-nonanone. Kondisi operasi yang digunakan pada proses dekarboksilasi yaitu suhu 698 K dan tekanan 20 bar menggunakan katalis CeZrO₄. Konversi reaksi dekarboksilasi adalah 90%. Selanjutnya, hasil dari reaksi dekarboksilasi akan dihidrogenasi dengan konversi reaksi 92%.

Limbah yang dihasilkan dari produksi nonana yaitu limbah gas berupa gas CO₂ dan limbah cair berupa campuran nonana, 5-nonanone yang tidak terpisahkan, GVL dan asam pentanoat yang tidak bereaksi, dan air. Limbah gas CO₂ yang dihasilkan langsung dilepaskan ke lingkungan sedangkan limbah cair dialirkan menuju unit pengolahan limbah untuk diolah sebelum dibuang menuju perairan.

Prarencana pabrik nonana dari γ -valerolactone ini memiliki rincian sebagai berikut:

Produk	: nonana
Kapasitas produksi	: 55.063.870,69 kg nonana/tahun
Hari kerja efektif	: 330 hari
Masa konstruksi	: 2 tahun
Tahun beroperasi	: Tahun 2017
Bahan baku	: γ -valerolactone
Kapasitas bahan baku	: 894.537.000 kg tiap tahun
Proses	: kontinyu