

PRARENCANA PABRIK

PRODUKSI γ -VALEROLACTONE (GVL) DARI *LEVULINIC ACID*

Kapasitas Produksi : 73.007,94 ton GVL/tahun



Diajukan Oleh:

Vincentia Kristiani NRP: 5203011018

Jindrayani Nyoo Putro NRP: 5203011021

JURUSAN TEKNIK KIMIA

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDALA

SURABAYA

2015

LEMBAR PENGESAHAN

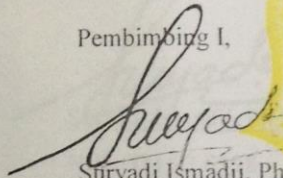
Seminar PRARENCANA PABRIK bagi mahasiswa tersebut dibawah ini :

Nama mahasiswa : Vincentia Kristiani

NRP : 5203011018

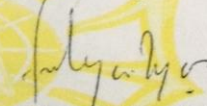
telah diselenggarakan pada tanggal 30 Maret 2015, karenanya yang bersangkutan dapat dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar Sarjana Teknik jurusan Teknik Kimia.

Pembimbing I,


Suryadi Ismadji, Ph.D
NIK. 521.93.0198

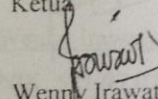
Surabaya, 31 Maret 2015

Pembimbing II,

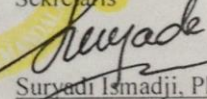

Felycia Edi S., Ph.D
NIK. 521.99.0391

Dewan Penguji

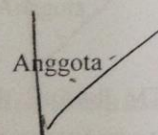
Ketua


Wenny Irawaty, Ph.D.
NIK. 521.97.0284

Sekretaris


Suryadi Ismadji, Ph.D
NIK. 521.93.0198

Anggota


Ir. Setiyadi, MT
NIK. 521.88.0137

Mengetahui


Suryadi Ismadji, Ph.D
NIK. 521.93.0198
Dekan
Fakultas Teknik
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA DARMA SURABAYA
FAKULTAS TEKNIK


Wenny Irawaty, Ph.D.
NIK. 521.97.0284
Ketua
Jurusan Teknik Kimia
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA DARMA SURABAYA
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK KIMIA

LEMBAR PENGESAHAN

Seminar PRARENCANA PABRIK bagi mahasiswa tersebut dibawah ini :

Nama mahasiswa : Jindrayani Nyoo Putro

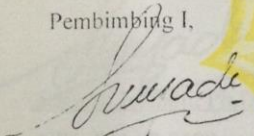
NRP : 5203011021

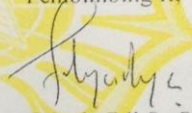
telah diselenggarakan pada tanggal 30 Maret 2015, karenanya yang bersangkutan dapat dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar Sarjana Teknik jurusan Teknik Kimia.

Surabaya, 31 Maret 2015

Pembimbing I,

Pembimbing II,


Suryadi Ismadji, Ph.D.


Felycia Edi S., Ph.D.

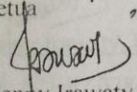
NIK. 521.93.0198

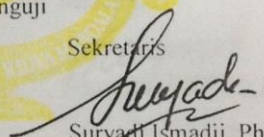
NIK. 521.99.0391

Dewan Penguji

Ketua

Sekretaris

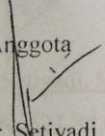

Wenny Irawaty, Ph.D.


Suryadi Ismadji, Ph.D.

NIK. 521.97.0284

NIK. 521.93.0198

Anggota


Ir. Setiyadi, MT

NIK. 521.88.0137

Mengetahui



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, 31 Maret 2015

Mahasiswa yang bersangkutan,



Vincentia Kristiani

(5203011018)

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, 31 Maret 2015

Mahasiswa yang bersangkutan,



Jindrayani Nyoo Putro

(5203011021)

Kata Pengantar

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena telah melimpahkan rahmat karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Prarencana Pabrik Produksi *Gamma Valerolactone* dari *Levulinic Acid*.

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. Felycia Edi S, Ph.D., 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, 31 Maret 2015

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN UJIAN.....	i
DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR GAMBAR.....	iii
DAFTAR TABEL.....	iv
INTISARI	v
BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
I.1. Latar Belakang.....	I-3
I.2. Sifat-Sifat Bahan Baku dan Produk.....	I-3
I.2.1. <i>Levulinic acid</i> sebagai bahan baku pembuatan GVL.....	I-3
I.2.2. Katalis Amberlyst 70	I-3
I.2.3. <i>γ-valerolactone</i> (GVL) sebagai produk utama.....	I-4
I.2.4. 2-methyltetrahydrofuran (MTHF) sebagai produk samping	I-5
I.2.5. 1,4 <i>pentanediol</i> sebagai produk samping.....	I-6
I.3. Kegunaan dan Keunggulan Produk	I-6
I.3.1. Kegunaan produk.....	I-6
I.3.2. Keunggulan produk.....	I-8
I.4. Ketersediaan Bahan Baku dan Analisa Pasar	I-8
I.4.1. Ketersediaan bahan baku.....	I-8
I.4.2. Analisa pasar.....	I-9
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 DAN ALAT, INSTRUMENTASI DAN <i>SAFETY</i>	VI-1
VI.1. Lokasi	VI-1
VI.2. Tata Letak Pabrik dan Alat	VI-3
VI.3. Instrumentasi	VI-6
VI.4. Pertimbangan Keselamatan dan Lingkungan	VI-8
BAB VII UTILITAS DAN PENGOLAHAN LIMBAH	VII-1
BAB VIII DESAIN PRODUK DAN KEMASAN.....	VIII-1
BAB IX STRATEGI PEMASARAN	IX-1
BAB X STRUKTUR ORGANISASI.....	X-1
BAB XI ANALISA EKONOMI.....	XI-1
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	<i>Levulinic acid</i> sebagai platform bahan kimia.....	I-1
Gambar I.2	Tahapan reaksi pembentukan senyawa GVL	I-2
Gambar I.3	Struktur molekul <i>levulinic acid</i>	I-3
Gambar I.4	Struktur molekul GVL	I-4
Gambar I.5	Struktur molekul <i>2-methyltetrahydrofuran</i>	I-5
Gambar I.6	Skema reaksi samping hidrogenasi GVL	I-6
Gambar I.7	Struktur molekul <i>1,4 pentanediol</i>	I-6
Gambar I.8	Reaksi konversi GVL menjadi bahan bakar dan kimia.....	I-7
Gambar I.9	Kurva produksi <i>levulinic acid</i> tahun 2008 - 2013	I-9
Gambar I.10	Impor bensin di Indonesia tahun 2008 - 2013.....	I-10
Gambar II.1	Reaksi dehidrasi <i>levulinic acid</i>	II-2
Gambar II.2	Blok Diagram Produksi γ -valerolactone	II-3
Gambar II.3	Reaksi hidrogenasi <i>angelica lactone</i>	II-4
Gambar II.4	Reaksi samping dari pembentukan GVL (a) MTHF dan (b) <i>1,4 pentanediol</i>	II-4
Gambar VI.1	Lokasi Pendirian Pabrik GVL dari LA	VI-1
Gambar VI.2	Tata Letak Area Pabrik GVL	VI-6
Gambar VI.3	Tata Letak Peralatan Proses	VI-7
Gambar VIII.1	Logo Pabrik GVL.....	VIII-1
Gambar VIII.2	Desain Kemasan Produk Gamma-valerolactone.....	VIII-2
Gambar XI.1	Hubungan antara kapasitas produksi dan laba sesudah pajak.....	XI-12

DAFTAR TABEL

Tabel I.1 Karakteristik fisika <i>levulinic acid</i>	I-3
Tabel I.2 Properti utama dari GVL	I-4
Tabel I.3 Sifat fisik <i>2-methyltetrahydrofuran</i>	I-5
Tabel I.4 Karakteristik fisik <i>1,4 pentanediol</i>	I-6
Tabel I.5 Kapasitas produksi <i>levulinic acid</i> tahun 2008 – 2013	I-8
Tabel I.6 Konsumsi dan produksi bensin di Indonesia	I-10
Tabel VI.1 Perencanaan Pembagian Area Pabrik GVL.....	VI-5
Tabel VII.1 Kebutuhan Air Sanitasi	VII-2
Tabel VII.2 Kebutuhan Air Pendingin.....	VII-3
Tabel VII.3 Kebutuhan Listrik untuk Keperluan Proses	VII-32
Tabel VII.4 Kebutuhan Listrik untuk Keperluan Utilitas	VII-33
Tabel VII.5 Kebutuhan Listrik untuk Penerangan.....	VII-33
Tabel VII.6 Jenis Lampu dan Jumlah Lampu yang Digunakan	VII-35
Tabel XI.1 Penentuan TCI.....	XI-2
Tabel XI.2 Penentuan TPC	XI-3
Tabel XI.3 <i>Cash flow</i>	XI-7
Tabel XI.4 ROR sebelum pajak.....	XI-8
Tabel XI.5 ROR setelah pajak	XI-9
Tabel XI.6 ROE sebelum pajak	XI-10
Tabel XI.7 ROE setelah pajak	XI-10
Tabel XI.8 Penentuan BEP	XI-11
Tabel XI.9 Hubungan kenaikan % harga bahan baku terhadap BEP, ROR, ROE dan POT	XI-12

INTISARI

Gamma-valerolactone merupakan salah satu bahan kimia yang berpotensi untuk digunakan dalam proses industri, khususnya industri bahan bakar dan polimer. Pada saat ini diketahui konsumsi bahan bakar minyak terus meningkat sehingga membutuhkan bantuan bahan bakar minyak impor, maka dari itu produksi *gamma-valerolactone* yang diproduksi dari pabrik ini akan ditargetkan sebagai *blending* bahan bakar untuk bensin konvensional yang saat ini.

Metode yang digunakan dalam proses produksi adalah konversi dengan tahapan dehidrasi dan hidrogenasi pada suhu dan tekanan tinggi, dibantu oleh katalis bersifat asam yaitu Amberlyst 70. Dengan jalur konversi tersebut, *levulinic acid* akan menghasilkan produk *gamma-valerolactone* dengan *yield* yang tinggi.

Proses produksi diawali dengan proses dehidrasi *levulinic acid* yang menghasilkan *angelica lactone* pada suhu 150°C dan tekanan 30 bar, Amberlyst 70 berperan sebagai katalis untuk proses dehidrasi yang nantinya akan menghasilkan H₂O. *Angelica lactone* yang dari proses dehidrasi akan dilanjutkan tahap hidrogenasi dengan bantuan katalis Amberlyst 70 pada suhu reaksi 200°C dan tekanan 50 bar. Setelah proses hidrogenasi, *angelica lactone* akan berubah menjadi *gamma-valerolactone*, *1,4-pentanediol*, dan *2-Methyltetrahydrofuran*. Cairan fase organik yang telah terpisah tersebut kemudian dialirkan menuju kolom distilasi untuk memisahkan produk utama (*gamma-valerolactone*) dari produk samping (*1,4-pentanediol* dan *2-Methyltetrahydrofuran*) yang terbentuk. Produk utama dan sampingan disimpan dalam tangki penyimpanan terpisah yang kemudian dikemas dalam drum untuk dijual ke PT. Pertamina.

Pra-rencana pabrik *gamma-valerolactone* pada tekanan tinggi ini memiliki rincian sebagai berikut:

Produksi	: <i>Gamma-valerolactone</i> dari <i>levulinic acid</i>
Kapasitas produksi	: 73.007,94 ton <i>gamma-valerolactone</i> per tahun
Hari Kerja Efektif	: 330 hari/tahun
Masa Konstruksi	: 2 tahun
Waktu mulai beroperasi	: Tahun 2017
Bahan baku	: <i>levulinic acid</i>
Kapasitas Bahan Baku	: 90.264,930 ton/tahun