

PRARENCANA PABRIK

TUGAS AKHIR PRARENCANA PABRIK *LEVULINIC ACID* DENGAN PROSES *BIOFINE* PADA TEKANAN TINGGI KAPASITAS *LEVULINIC ACID* 37.621.380,50 KG/TAHUN



Diajukan oleh:

Farrel Gunawan
Delfhia Rasubala

NRP: 5203010018
NRP: 5203010042

**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDALA
SURABAYA
2014**

LEMBAR PENGESAHAN

Seminar PRARENCANA PABRIK bagi mahasiswa tersebut dibawah ini :

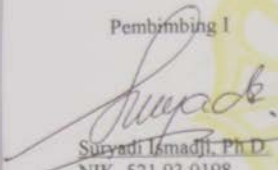
Nama : Farrel Gunawan

NRP : 5203010018

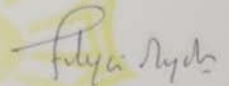
Telah diselenggarakan pada tanggal 9 Januari 2014, karenanya yang bersangkutan dapat dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar Sarjana Teknik jurusan Teknik Kimia.

Surabaya, 16 Januari 2014

Pembimbing I

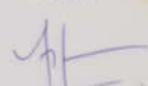

Suryadi Ismadji, Ph.D.
NIK. 521.93.0198

Pembimbing II

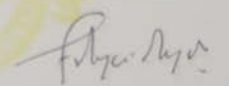

L. Felycia Edi Soetaredjo, Ph.D.
NIK. 521.99.0391

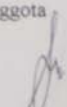
Dewan Penguji

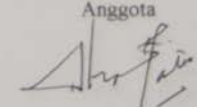
Ketua


Aning Ayucitra, ST., M Eng Sc.
NIK. 521.03.0563
Anggota

Sekretaris


L. Felycia Edi Soetaredjo, Ph.D.
NIK. 521.99.0391
Anggota


Sandy Budi Hartono, Ph.D.
NIK. 521.99.0401


Ir. Yohanes Sodaryanto, MT.
NIK. 521.89.0151

Mengetahui

Fakultas Teknik
Dekan


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

Jurusan Teknik Kimia
Ketua


Wenny Irawaty, Ph.D.
NIK. 521.97.0284

LEMBAR PENGESAHAN

Seminar PRARENCANA PABRIK bagi mahasiswa tersebut dibawah ini :

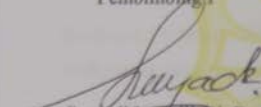
Nama : Delfhia Rasubala

NRP : 5203010042

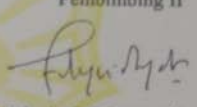
Telah diselenggarakan pada tanggal 9 Januari 2014, karenanya yang bersangkutan dapat dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar Sarjana Teknik jurusan Teknik Kimia.

Surabaya, 16 Januari 2014

Pembimbing I


Suryadi Ismadiji, Ph.D.
NIK. 521.93.0198

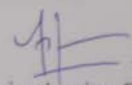
Pembimbing II

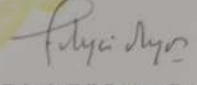

L. Felycia Edi Soetaredjo, Ph.D.
NIK. 521.99.0391

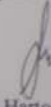
Ketua

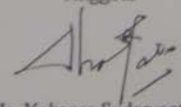
Dewan Penguji

Sekretaris


Aning Ayucitra, ST., M.Eng.Sc.
NIK. 521.03.0563
Anggota


L. Felycia Edi Soetaredjo, Ph.D.
NIK. 521.99.0391
Anggota


Sandy Budi Hartono, Ph.D.
NIK. 521.99.0401


Ir. Yohanes Sudaryanto, MT.
NIK. 521.89.0151

Fakultas Teknik
Dekan


Ir. Suryadi Ismadiji, Ph.D.
NIK. 521.93.0198

Mengetahui

Jurusan Teknik Kimia
Ketua


Wenny Daway, 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, 16 Januari 2014

Mahasiswa yang bersangkutan,



Farrel Gunawan

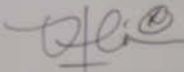
5203010018

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, 16 Januari 2014

Mahasiswa yang bersangkutan,



Delfhia Rasubala

5203010042

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena telah melimpahkan rahmat karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Prarencana Pabrik *Levulinic Acid* dengan Proses *Biofine* pada Tekanan Tinggi..

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 selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga, pikiran, dan perhatiannya dalam memberikan bimbingan sehingga penyusun dapat menyelesaikan laporan prarencana pabrik ini.
2. L. Felycia Edi Soetaredjo, ST., M.Phil., Ph.D. selaku selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga, pikiran, dan perhatiannya dalam memberikan bimbingan sehingga penyusun dapat menyelesaikan laporan prarencana pabrik ini.
3. Aning Ayucitra, ST., M.Eng.Sc., Sandy Budi Hartono, Ph.D, dan Ir. Yohanes Sudaryanto, M.T, Sandy Budi Hartono, Ph.D, selaku dosen penguji yang telah memberi masukan yang berharga dalam pembuatan Tugas Akhir ini.
4. Wenny Irawati, Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya yang senantiasa memotivasi mahasiswa untuk menyelesaikan laporan prarencana pabrik ini tepat waktu.
5. Orang tua, keluarga dan orang-orang terdekat yang tak henti-hentinya selalu mendukung dan memberi semangat dan doa.

6. Teman-teman mahasiswa Jurusan Teknik Kimia Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya, khususnya angkatan 2010.
7. 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, 16 Januari 2014

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN.....	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
INTISARI	xiv
BAB I. PENDAHULUAN	I-1
I.1. Latar Belakang	I-1
I.2. Sifat-Sifat Bahan Baku dan Produk	I-4
I.3. Kegunaan dan Keunggulan Produk	I-10
I.4. Ketersediaan Bahan Baku dan Analisa Pasar	I-14
BAB II. URAIAN DAN PEMILIHAN PROSES.....	II-1
II.1. Proses Pembuatan Produk.....	II-1
II.2. Pemilihan Proses.....	II-6
II.3. Uraian Proses	II-7
BAB III. NERACA MASSA	III-1
BAB IV. NERACA PANAS	IV-1
BAB V. SPESIFIKASI PERALATAN	V-1
BAB VI. LOKASI, TATA LETAK PABRIK & ALAT, INSTRUMENTASI, DAN SAFETY	VI-1
VI.1. Lokasi.....	VI-1
VI.2. Tata Letak Pabrik.....	VI-5
VI.3. Tata Letak Alat Proses	VI-9
VI.4. Instrumentasi.....	VI-11
VI.5. Pertimbangan Keselamatan dan Lingkungan	VI-14
BAB VII. UTILITAS DAN PENGOLAHAN LIMBAH.....	VII-1
VII.1. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air	VII-1
VII.2. Unit Penyediaan Listrik	VII-151
VII.3. Unit Penyediaan Bahan Bakar	VII-156
VII.4. Unit Pengolahan Limbah	VII-182
BAB VIII. DESAIN PRODUK DAN KEMASAN.....	VIII-1
VIII.1. Desain Logo	VIII-1
VIII.2. Desain Kemasan	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. Pembagian Tugas dan Tanggung Jawab	X-5
X.5. Jadwal Kerja	X-12
X.6. Kesejahteraan Karyawan	X-13
BAB XI. ANALISA EKONOMI.....	XI-1
XI.1. Penentuan Modal Total/ <i>Total Capital Investment (TCI)</i>	XI-1
XI.2. Penentuan Biaya Produksi Total/ <i>Total Production Cost (TPC)</i>	XI-3

XI.3.	Analisa Ekonomi dengan Metode <i>Discounted Cash Flow</i>	XI-4
XI.4.	Perhitungan <i>Rate of Return Investment (ROR)</i>	XI-8
XI.5.	Perhitungan <i>Rate of Equity Investment (ROE)</i>	XI-9
XI.6.	Waktu Pengembalian Modal (POT)	XI-10
XI.7.	Penentuan Titik Impas / <i>Break Even Point (BEP)</i>	XI-11
XI.8.	Analisa Sensitivitas	XI-13
BAB XII.	DISKUSI DAN KESIMPULAN	XII-1
XII.1.	Diskusi	XII-1
XII.2.	Kesimpulan	XII-2
DAFTAR PUSTAKA		DP-1
APPENDIX A.	PERHITUNGAN NERACA MASSA	A-1
APPENDIX B.	PERHITUNGAN NERACA PANAS	B-1
APPENDIX C.	PERHITUNGAN SPESIFIKASI PERALATAN	C-1
APPENDIX D.	PERHITUNGAN ANALISA EKONOMI.....	D-1

DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1.	Grafik konsumsi energi per kapita di Indonesia	I-1
Gambar I.2.	Macam-macam reaksi lain pembentukan <i>levulinic acid</i>	I-3
Gambar I.3.	Struktur dinding sel tumbuhan.....	I-5
Gambar I.4.	Lignoselulosa	I-6
Gambar I.5.	Struktur molekul asam sulfat	I-6
Gambar I.6.	Struktur molekul 4-amilfenol.....	I-7
Gambar I.7.	Struktur molekul <i>levulinic acid</i>	I-8
Gambar I.8.	Struktur molekul 5-HMF	I-9
Gambar I.9.	Struktur molekul furfural	I-10
Gambar I.10.	Turunan Senyawa <i>levulinic acid</i>	I-11
Gambar I.11.	Sintesis GVL dari <i>levulinic acid</i>	I-12
Gambar I.12.	Sintesa biopolimer turunan <i>levulinic acid</i>	I-12
Gambar I.13.	Reaksi pembentuk asam difenolik	I-13
Gambar I.14.	Konversi asam suksinat	I-13
Gambar I.15.	Kurva produksi gula nasional	I-15
Gambar I.16.	Kurva produksi tebu Jawa Timur.....	I-16
Gambar I.17.	Kurva impor poliuretan di Indonesia	I-19
Gambar I.18.	Kurva pasar bioetanol tahun 2006-2012	I-21
Gambar I.19.	Kurva konsumsi bahan bakar diesel untuk transportasi.....	I-22
Gambar I.20.	Kurva produksi biodisel.....	I-23
Gambar II.1.	Tahapan pembentukan <i>levulinic acid</i>	II-1
Gambar II.2.	Diagram fase untuk air murni	II-4
Gambar II.3.	Skema reaksi sederhana dalam reaktor subkritis	II-8
Gambar II.4.	Blok diagram proses produksi <i>levulinic acid</i>	II-9
Gambar VI.1.	Peta Lokasi Pabrik <i>Levulinic Acid</i>	VI-1
Gambar VI.2.	Lokasi Kecamatan Wongsorejo dan Glenmore	VI-2
Gambar VI.3.	Tata Letak Pabrik.....	VI-8
Gambar VI.4.	Tata Letak Alat di Ruang Proses	VI-10
Gambar VII.1.	Diagram Alir Unit Pengolahan Air	VII-7
Gambar VII.2.	<i>Flowsheet</i> Unit Pengolahan Air.....	VII-8
Gambar VIII.1.	Desain Logo Pabrik <i>Levulinic Acid</i>	VIII-1
Gambar VIII.2.	Desain Kemasan Produk <i>Levulinic Acid</i>	VIII-2
Gambar X.1.	Bagan Struktur Organisasi Perusahaan	X-4
Gambar XI.1.	Hubungan antara kapasitas produksi dan laba sesudah pajak.....	XI-12
Gambar A.1.	<i>Flowchart</i> Proses <i>Size Reduction</i> dan <i>Screening</i>	A-2
Gambar A.2.	<i>Flowchart</i> Tangki <i>Dissolver</i>	A-5
Gambar A.3.	<i>Flowchart</i> Reaktor Subkritis.....	A-9
Gambar A.4.	<i>Flowchart Centrifuge Separator</i> I	A-16
Gambar A.5.	<i>Flowchart</i> Tangki Ekstraksi.....	A-19
Gambar A.6.	<i>Flowchart Centrifuge Separator</i> II.....	A-21
Gambar A.7.	<i>Flowchart</i> Distilasi I	A-24
Gambar A.8.	<i>Flowchart</i> Distilasi II.....	A-25
Gambar A.9.	<i>Flowchart</i> Distilasi III	A-27
Gambar A.10.	Bagan Neraca Massa Keseluruhan	A-29
Gambar C.1.	Ilustrasi tumpukan pada <i>Warehouse</i>	C-2
Gambar C.2.	<i>Automated Roller Conveyor</i>	C-4

Gambar D.1.	<i>Marshall and Swift installed-equipment indexes</i>	D-1
-------------	---	-----

DAFTAR TABEL

Tabel I.1.	Sifat Fisika dari Ampas Tebu.....	I-4
Tabel I.2.	Komposisi Gula dari Hemiselulosa pada Ampas Tebu.....	I-4
Tabel I.3.	Karakteristik Asam Sulfat	I-6
Tabel I.4.	Karakteristik fisika 4-amilfenol	I-7
Tabel I.5.	Karakteristik fisika <i>levulinic acid</i>	I-9
Tabel I.6.	Karakteristik fisika 5-HMF	I-9
Tabel I.7.	Karakteristik fisika furfural	I-10
Tabel I.8.	Kapasitas produksi gula nasional	I-14
Tabel I.9.	Data produksi tebu pada beberapa provinsi di Indonesia.....	I-15
Tabel I.10.	Hasil Penyimpangan Prediksi Teoritis	I-17
Tabel I.11.	Kebutuhan poliuretan dalam negeri	I-18
Tabel I.12.	Data penyimpangan perkiraan data impor poliuretan	I-19
Tabel I.13.	Analisa pasar bioetanol	I-20
Tabel I.14.	Data penyimpangan hasil prediksi pasar bioetanol	I-21
Tabel I.15.	Data statistik produksi biodisel	I-22
Tabel I.16.	Rincian beberapa pasar untuk produk <i>Levulinic acid</i>	I-24
Tabel VI.1.	Dimensi dan Luasan Area Pabrik.....	VI-7
Tabel VI.2.	Keterangan Tata Letak Alat di Ruang Proses	VI-10
Tabel VI.3.	Jenis Instrumentasi yang Digunakan.....	VI-13
Tabel VII.1.	Kebutuhan Air Sanitasi	VII-2
Tabel VII.2.	Kebutuhan Air Pendingin.....	VII-3
Tabel VII.3.	Kode Alat dan Keterangan Alat	VII-9
Tabel VII.4.	Kebutuhan Listrik untuk Keperluan Proses	VII-152
Tabel VII.5.	Kebutuhan Listrik untuk Keperluan Utilitas	VII-152
Tabel VII.6.	Lumen Output yang dibutuhkan.....	VII-153
Tabel VII.7.	Tabel jenis lampu dan jumlah lampu yang digunakan.....	VII-155
Tabel X.1.	Perincian Jumlah Karyawan.....	X-5
Tabel X.2.	Jadwal Kerja Karyawan <i>Shift</i>	X-12
Tabel XI.1.	Penentuan <i>Total Capital Investment</i> (TCI)	XI-2
Tabel XI.2.	Biaya Produksi Total / <i>Total Production Cost</i> (TPC).....	XI-3
Tabel XI.3.	<i>Cashflow</i>	XI-7
Tabel XI.4.	<i>Rate of Return Investment</i> (ROR) sebelum pajak	XI-8
Tabel XI.5.	<i>Rate of Return Investment</i> (ROR) sesudah pajak.....	XI-9
Tabel XI.6.	<i>Rate of Equity Investment</i> (ROE) sebelum pajak.....	XI-10
Tabel XI.7.	<i>Rate of Equity Investment</i> (ROE) sesudah pajak.....	XI-10
Tabel XI.8.	POT Sebelum Pajak	XI-11
Tabel XI. 9.	POT Setelah Pajak.....	XI-11
Tabel XI.10.	Penentuan BEP	XI-12
Tabel XI.11.	Hubungan kenaikan persentase harga bahan baku terhadap BEP, ROR, ROE dan POT	XI-13
Tabel A.1.	Komposisi Ampas Tebu.....	A-1
Tabel A.2.	Jadwal Kerja Reaktor	A-8
Tabel D.1.	<i>Cost index</i> dari tahun 2003 s/d 2016	D-2
Tabel D.2.	Harga Peralatan Utilitas	D-3
Tabel D.3.	Harga Peralatan Proses.....	D-4
Tabel D.4.	Harga Bak Penampung.....	D-5

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-8
Tabel D.8.	Biaya Listrik untuk Alat Utilitas	D-9
Tabel D.9.	Biaya Utilitas untuk Pengolahan Air.....	D-11
Tabel D.10.	Harga Jual Produk	D-11
Tabel D.11.	Rincian Gaji Pekerja	D-13
Tabel D.12.	Harga Bangunan.....	D-14

INTISARI

Levulinic acid merupakan salah satu bahan baku yang banyak digunakan dalam proses industri, khususnya industri bahan bakar dan poliuretan. Pada saat ini industri yang membutuhkan *levulinic acid* sebagai bahan baku pembuatan produknya masih melakukan impor, dikarenakan belum terdapat industri penghasil *levulinic acid* di dalam negeri.

Metode yang digunakan dalam proses produksi adalah metode *biofine* yang merupakan penggabungan metode *subcritical water hydrolysis* dan hidrolisa asam. Dengan teknologi tersebut, selulosa dari ampas tebu akan dipecah menjadi produk intermediet *levulinic acid* dengan *yield* yang tinggi.

Proses produksi diawali dengan proses hidrolisa dengan metode *biofine* yang menghasilkan *levulinic acid* dalam reaktor subkritis pada suhu 200°C dan tekanan 20 bar, dengan mencampurkan asam sulfat encer dan ampas tebu. Asam sulfat berperan sebagai katalis untuk proses hidrolisa dalam reaktor. *Slurry* yang keluar dari reaktor dipisahkan padatan dan cairannya dengan menggunakan *centrifuge*. Fase cair yang keluar dari *centrifuge* dialirkan menuju tangki ekstraksi dan ditambahkan 4-amilfenol untuk mengekstrak *levulinic acid* dari fase air. Kemudian campuran tersebut dialirkan menuju *centrifuge* ke dua untuk memisahkan cairan fase organik dan fase air. Cairan fase organik yang telah terpisah tersebut kemudian dialirkan menuju kolom distilasi untuk memisahkan produk utama (*levulinic acid*) dari produk samping (furfural dan 5-HMF) yang terbentuk. *Levulinic acid*, furfural, dan 5-HMF disimpan dalam tangki penyimpanan terpisah yang kemudian dikemas dalam drum untuk dijual ke PT. Pertamina dan PT. Indonesia Polyurethane Industry.

Pra rencana pabrik *levulinic acid* dengan metode *biofine* pada tekanan tinggi ini memiliki rincian sebagai berikut :

Bentuk Perusahaan	: Perseroan Terbatas (PT)
Produksi	: <i>Levulinic acid</i> dari ampas tebu
Kapasitas produksi	: 37.621.381 kg <i>levulinic acid</i> per tahun
Hari Kerja Efektif	: 300 hari/tahun
Masa Konstruksi	: 2 tahun
Waktu mulai beroperasi	: Tahun 2016
Bahan baku	: Ampas tebu
Kapasitas Bahan Baku (ampas tebu)	: 344.670.192 kg/tahun
Utilitas	: Air = 1.837,02 m ³ /hari
	: Listrik = 2.230,02 kW/hari
Jumlah Tenaga Kerja	: 125 orang
Lokasi Pabrik	: Kecamatan Wongsorejo Kabupaten Banyuwangi, Jawa Timur
Luas Pabrik	: 271.930 m ²
<u>Analisa Ekonomi</u>	
Modal Tetap (FCI)	: Rp 957.708.041.856
Modal Kerja (WCI)	: Rp 35.377.302.474
Biaya Produksi Total (TPC)	: Rp 541.335.891.105
Rate of Return Investment sebelum pajak	: 19,33%
Rate of Return Investment setelah pajak	: 13,11%
Pay Out Time sebelum pajak	: 4 tahun 7 bulan 16 hari
Pay Out Time sesudah pajak	: 5 tahun 8 bulan 12 hari

Titik Impas (BEP) : 43%

Kelayakan pabrik ini dapat ditinjau dari berbagai segi, yaitu dari segi proses, peralatan, lokasi, dan ekonomi. Dengan melihat dari berbagai segi terutama untuk segi ekonomi, dimana *Rate of Return Investment* setelah pajak yaitu 13,11% lebih besar dari bunga pinjaman yang harus dibayarkan kepada bank yaitu 10%. Sehingga keuntungan pabrik lebih besar dari bunga pinjaman yang harus dibayarkan kepada bank.