

PRARENCANA PABRIK

PRARENCANA PABRIK *LEVULINIC ACID*

BERBAHAN BAKU ECENG GONDOK

KAPASITAS PRODUKSI: 10.000 TON/TAHUN



Diajukan oleh:

Valentino Bervia Lunardi NRP: 5203017012

Fransiska Gunawan NRP: 5203017032

Andreas NRP: 5203017054

**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDALA
SURABAYA
2020**

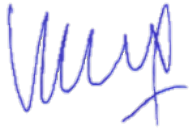
LEMBAR PERSETUJUAN UJIAN

Judul : Prarencana Pabrik *Levulinic Acid* Berbahan Baku Eceng
Gondok dengan Kapasitas Produksi 10.000 ton/tahun

Penyusun : Valentino Bervia Lunardi / 5203017012
Fransiska Gunawan / 5203017032
Andreas / 5203017054

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

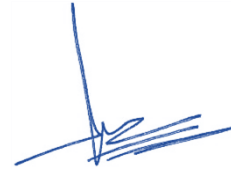
Penyusun



Valentino Bervia Lunardi

NRP 5203017012

Penyusun



Fransiska Gunawan

NRP 5203017032

Penyusun



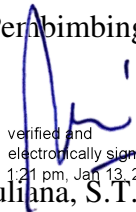
Andreas

NRP 5203017054

Menyatakan bahwa laporan akhir ini adalah asli karya tulis saya dan belum pernah diajukan sebelumnya. Apabila ditemukan unsur plagiasi di kemudian hari, saya bersedia untuk menerima sanksi sesuai dengan ketentuan Jurusan Teknik Kimia – Unika Widya Mandala Surabaya.

Menyetujui

Pembimbing I

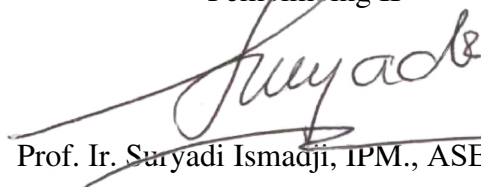

verified and
electronically signed
1:21 pm, Jan 13, 2021

Ir. Maria Yuliana, S.T., Ph.D., IPM

NIK 521181010

Menyetujui

Pembimbing II



Prof. Ir. Suryadi Ismaaji, IPM., ASEAN Eng.

NIK 521930198

LEMBARAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

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

Nama/NRP : Valentino Bervia Lunardi / 5203017012

Fransiska Gunawan / 5203017053

Andreas / 5203017054

Menyetujui tugas akhir kami yang berjudul:

Prarencana Rencana Pabrik Levulinic Acid Berbahan Baku Enceng Gondok dengan Kapasitas Produksi 10.000 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 karya ilmiah ini saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 25 Januari 2021

Yang menyatakan,



Valentino Bervia Lunardi
NRP. 5203017012



Fransiska Gunawan
NRP. 5203017032



Andreas
NRP. 5203017054

LEMBAR PENGESAHAN

Seminar PRARENCANA PABRIK bagi mahasiswa tersebut di bawah ini:

Nama : Valentino Bervia Lunardi

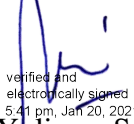
NRP : 5203017012

telah diselenggarakan pada tanggal 20 Januari 2021, karenanya yang bersangkutan dapat dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar **Sarjana Teknik Jurusan Teknik Kimia.**

Surabaya, 20 Januari 2021

Disetujui oleh

Pembimbing I



verified and
electronically signed
5:41 pm, Jan 20, 2021

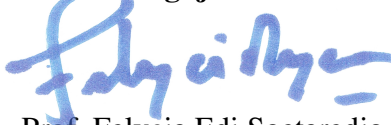
Maria Yuliana, S.T., Ph.D
NIK. 521.18.1010

Pembimbing II



Prof. Suryadi Ismadji, IPM.
NIK. 521.93.0198

Penguji I



Prof. Felycia Edi Soetaredjo
NIK. 521.99.0391

Penguji II



Sheila P. Santoso, Ph.D.
NIK. 521.17.0971

Penguji III



21 Jan 2021

Sandy Budi Hartono, Ph.D.
NIK. 521.99.0401

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik



Prof. Suryadi Ismadji, IPM.
NIK. 521.93.0198

Ketua Jurusan Teknik Kimia



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

LEMBAR PENGESAHAN

Seminar PRARENCANA PABRIK bagi mahasiswa tersebut di bawah ini:

Nama : Fransiska Gunawan

NRP : 5203017032

telah diselenggarakan pada tanggal 20 Januari 2021, karenanya yang bersangkutan dapat dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar **Sarjana Teknik Jurusan Teknik Kimia.**

Surabaya, 20 Januari 2021

Disetujui oleh

Pembimbing I

verified and
electronically signed
5:41 pm, Jan 20, 2021

Maria Yuliana, S.T., Ph.D

NIK. 521.18.1010

Pembimbing II

Prof. Suryadi Ismadji, IPM.

NIK. 521.93.0198

Penguji I

Prof. Felyia Edi Soetaredjo

NIK. 521.99.0391

Penguji II

Sheila P. Santoso, Ph.D.

NIK. 521.17.0971

Penguji III

21 Jan 2021

Sandy Budi Hartono, Ph.D.

NIK. 521.99.0401

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik

Prof. Suryadi Ismadji, IPM.

NIK. 521.93.0198

Ketua Jurusan Teknik Kimia

Sandy Budi Hartono, Ph.D., IPM.

NIK. 521.99.0401

LEMBAR PENGESAHAN

Seminar PRARENCANA PABRIK bagi mahasiswa tersebut di bawah ini:

Nama : Andreas

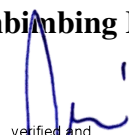
NRP : 5203017054

telah diselenggarakan pada tanggal 20 Januari 2021, karenanya yang bersangkutan dapat dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar **Sarjana Teknik** Jurusan **Teknik Kimia**.

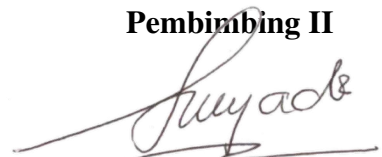
Surabaya, 20 Januari 2021

Disetujui oleh

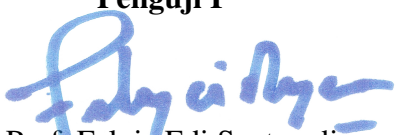
Pembimbing I


Maria Yuliana, S.T., Ph.D.
NIK. 521.18.1010

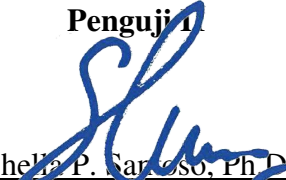
Pembimbing II


Prof. Suryadi Ismadji, IPM.
NIK. 521.93.0198

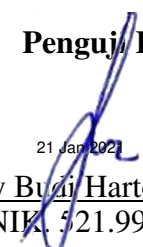
Penguji I


Prof. Felyia Edi Soetaredjo
NIK. 521.99.0391

Penguji II


Sheila P. Sarnoso, Ph.D.
NIK. 521.17.0971

Penguji III


Sandy Budi Hartono, Ph.D.
NIK. 521.99.0401

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik


Prof. Suryadi Ismadji, IPM.
NIK. 521.93.0198

Ketua Jurusan Teknik Kimia


Sandy Budi Hartono, Ph.D., IPM.
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, 19 Juli 2020

Mahasiswa,



Valentino Bervia Lunardi

NRP. 5203017012

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, 19 Juli 2020

Mahasiswa,



Fransiska Gunawan

NRP. 5203017032

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, 19 Juli 2020

Mahasiswa,



Andreas

NRP. 5203017054

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena berkat-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir Prarencana Pabrik yang berjudul “Prarencana Pabrik *Levulinic Acid* Berbahan Baku Eceng Gondok Kapasitas Produksi: 10.000 ton/tahun” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Prof. Ir. Suryadi Ismadji, Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya dan Dosen Pembimbing II yang telah banyak mendedikasikan waktu, tenaga, pikiran serta perhatiannya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan.
2. Sandy Budi Hartono, Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.
3. Maria Yuliana, S.T., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak mendedikasikan waktu, tenaga, pikiran serta perhatiannya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan.
4. Prof. Felycia Edi Soetaredjo, Ph.D., Shella Permatasari Santoso, S.T., Ph.D. dan Sandy Budi Hartono, Ph.D. selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan.
5. Seluruh dosen dan staf Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya, yang turut membantu penulis dalam penyelesaian Tugas Akhir Prarencana Pabrik ini.
6. Orang tua penulis yang telah memberikan banyak dukungan moral dan dukungan lainnya yang turut membantu penyelesaian Tugas Akhir Prarencana Pabrik ini.
7. Semua pihak yang turut memberikan bantuan secara langsung maupun tidak langsung dalam proses penyelesaian Tugas Akhir Prarencana Pabrik ini.

Akhir kata, penulis berharap semoga Tugas Akhir Prarencana Pabrik ini dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Surabaya, 18 Juni 2020

Penulis

DAFTAR ISI

Lembar Pengesahan.....	ii
Lembar Pernyataan.....	v
Kata Pengantar.....	viii
Daftar Isi.....	ix
Daftar Gambar.....	xi
Daftar Tabel.....	xii
Intisari.....	xii
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-15
I.4. Ketersediaan Bahan Baku dan Analisa Pasar.....	I-19
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
III. Neraca Massa.....	III-1
IV. Neraca Panas.....	IV-1
V. Spesifikasi Peralatan.....	V-1
VI. Lokasi, Tata Letak Pabrik & Alat, Instrumentasi, dan <i>Safety</i>	VI-1
VI.1. Lokasi Pabrik.....	VI-1
VI.2. Tata Letak Pabrik, Alat, dan Utilitas.....	VI-5
VI.3. Instrumentasi.....	VI-15
VI.4. <i>Safety</i>	VI-16
VII. Utilitas dan Pengolahan Limbah.....	VII-1
VII.1. Utilitas.....	VII-1
VII.2. Unit Penyedia Listrik.....	VII-84
VII.3. Unit Penyedia <i>Steam</i> , <i>Dowtherm Q-Fluid</i> , dan Bahan Bakar.....	VII-93
VII.4. <i>Boiler</i> I dan <i>Boiler</i> II.....	VII-99
VII.5. Kebutuhan Nitrogen.....	VII-101
VIII. Desain Produk dan Kemasan.....	VIII-1
VIII.1. Desain Produk.....	VIII-1
VIII.2. Desain Kemasan.....	VIII-2
VIII.3. Desain Logo Perusahaan.....	VIII-6
IX. Strategi Pemasaran.....	IX-1
X. Struktur Organisasi.....	X-1
X.1. Struktur Umum.....	X-1
X.2. Bentuk Perusahaan.....	X-1
X.3. Struktur Organisasi.....	X-3
X.4. Pembagian Tugas dan Wewenang.....	X-6
X.5. Jadwal Kerja.....	X-16
X.6. Kesejahteraan Karyawan.....	X-18
XI. Analisa Ekonomi.....	XI-1
XI.1. Penentuan Modal Tetap atau <i>Total Capital Investment</i> (TCI).....	XI-1
XI.2. Penentuan Biaya Produksi Total atau <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-12
XI.6. Waktu Pengembalian Modal (<i>Pay Out Time</i> = POT).....	XI-14
XI.7. Penentuan Titik Impas atau <i>Break Even Point</i> (BEP).....	XI-15
XI.8. <i>Minimum Acceptable Rate of Return</i> (MARR).....	XI-17
XI.9. Analisa Sensitivitas.....	XI-17
XII. Diskusi dan Kesimpulan.....	XII-1
XII.1. Diskusi.....	XII-1
XII.2. Kesimpulan.....	XII-3
Daftar Pustaka.....	DP-1
Lampiran A.....	A-1
Lampiran B	B-1
Lampiran C	C-1
Lampiran D.....	D-1

DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1. Perkembangan Produksi, Impor dan Ekspor Minyak Bumi di Indonesia.....	I-1
Gambar I.2. <i>Levulinic Acid</i> (LA) sebagai Platform Bahan Kimia.....	I-3
Gambar I.3. Struktur Ikatan Polimer Selulosa.....	I-6
Gambar I.4. Struktur Hemiselulosa.....	I-6
Gambar I.5. Struktur Utama Lignin dan Monomer Penyusun Lignin.....	I-7
Gambar I.6. Struktur Dinding Sel Tumbuhan.....	I-8
Gambar I.7. Struktur Molekul <i>Levulinic Acid</i>	I-8
Gambar I.8. Reaksi Dehidrasi dan Pemutusan Rantai Selulosa.....	I-9
Gambar I.9. Macam-Macam Reaksi Lain Pembentukan <i>Levulinic Acid</i>	I-9
Gambar I.10. Struktur Molekul γ -valerolakton (GVL).....	I-13
Gambar I.11. Struktur Molekul 5-HMF.....	I-14
Gambar I.12. Berbagai Turunan Senyawa dari <i>Levulinic Acid</i>	I-15
Gambar I.13. Reaksi Katalitik Hidrogenasi <i>Levulinic Acid</i>	I-16
Gambar I.14. Proses Reaksi GVL menjadi Turunan Produk Bahan Kimia.....	I-17
Gambar I.15. Rute Sintesa Biopolimer Turunan dari <i>Levulinic Acid</i>	I-18
Gambar II.1. Skema Konversi Biomassa menjadi <i>Levulinic Acid</i>	II-2
Gambar II.2. Diagram Fase untuk Air Murni.....	II-4
Gambar II.3. Eceng Gondok dengan Ukuran 8-12 mm.....	II-7
Gambar II.4. Diagram Blok Keseluruhan Proses Produksi <i>Levulinic Acid</i>	II-9
Gambar VI.1. Lokasi Pendirian Pabrik LA (Skala 1 : 10.000).....	VI-1
Gambar VI.2. Perkiraan Lokasi Pabrik dengan Suplier Eceng Gondok.....	VI-2
Gambar VI.3. Jarak antara Pabrik dan Pelabuhan.....	VI-4
Gambar VI.2.1.1. Tata Letak Pabrik.....	VI-9
Gambar VI.2.2.1. Tata Letak Alat Proses.....	VI-12
Gambar VI.2.2.2. Tata Letak Area Utilitas.....	VI-14
Gambar VII.1. Diagram Blok Pengolahan Air Waduk.....	VII-11
Gambar VII.2. Diagram Alir Pengolahan Air Waduk.....	VII-12
Gambar VII.3. Skema Aliran Pompa I.....	VII-15
Gambar VII.4. Skema Aliran Pompa II.....	VII-24
Gambar VII.5. Skema Aliran Pompa III.....	VII-31
Gambar VII.6. Skema Aliran Pompa IV.....	VII-47
Gambar VII.7. Skema Aliran Pompa V.....	VII-66
Gambar VII.8. Skema Aliran Air Pendingin.....	VII-74
Gambar VIII.2.1. Desain Kemasan Produk LA dan 5-HMF.....	VIII-3
Gambar VIII.2.2. Truk Tangki Distribusi Produk LA dan 5-HMF.....	VIII-6
Gambar VIII.3.1. Desain Logo Perusahaan.....	VIII-7
Gambar VIII.4.1. Desain Logo Kemasan Produk.....	VIII-8
Gambar X.1. Struktur Organisasi PT. Asam Levulinat Nusantara.....	X-5
Gambar XI.1. Hubungan Kapasitas Produksi dengan <i>Net Cash Flow</i> sesudah Pajak.....	XI-15

DAFTAR TABEL

Tabel I.1. Sifat Fisika Eceng Gondok.....	I-4
Tabel I.2. Karakteristik Fisika <i>Levulinic Acid</i>	I-9
Tabel I.3. Spesifikasi Katalis ZSM-5 XFNano, Inc.....	I-11
Tabel I.4. Sifat Karakteristik Fisika Benzena.....	I-12
Tabel I.5. Karakteristik γ -valerolakton (GVL).....	I-13
Tabel I.6. Karakteristik Fisika dari 5-HMF.....	I-14
Tabel I.7. Parameter Kondisi Lingkungan Kawasan Industri Batulicin.....	I-19
Tabel I.8. Populasi Eceng Gondok di Indonesia.....	I-20
Tabel I.9 Data Kebutuhan Poli-Uretan dalam Negeri.....	I-21
Tabel I.10. Analisa Pasar Bioetanol.....	I-23
Tabel I.11. Pertumbuhan Rata-Rata Variabel Tiap Tahun.....	I-23
Tabel I.12. Proyeksi Kebutuhan Biodiesel-Solar Tahun 2016-2025.....	I-27
Tabel I.13. Rincian Beberapa Pasar untuk Produk <i>Levulinic Acid</i>	I-28
Tabel I.14. Kapasitas Produksi <i>Levulinic Acid</i> Pabrik Internasional.....	I-29
Tabel III.1. Neraca Massa <i>Rotary Cutter</i>	III-1
Tabel III.2. Neraca Massa <i>Vibrating Screen</i>	III-1
Tabel III.3. Neraca Massa <i>Rotary Dryer</i>	III-2
Tabel III.4. Neraca Massa <i>Static Mixer</i>	III-2
Tabel III.5. Neraca Massa Reaktor 1.....	III-3
Tabel III.6. Neraca Massa <i>Decanter</i>	III-4
Tabel III.7. Neraca Massa Reaktor 2.....	III-5
Tabel III.8. Neraca Massa <i>Disc Bowl Centrifuge</i>	III-6
Tabel III.9. Neraca Massa <i>Spiral Wound Nanofiltration Membrane</i>	III-7
Tabel III.10. Neraca Massa <i>Vaporizer</i>	III-8
Tabel III.11. Neraca Massa Menara Distilasi 1.....	III-9
Tabel III.12. Neraca Massa Menara Distilasi 2.....	III-10
Tabel IV.1. Neraca Panas <i>Static Mixer</i>	IV-1
Tabel IV.2. Neraca Panas <i>Rotary Dryer</i>	IV-1
Tabel IV.3.1. Neraca Panas Reaktor-1 (Pemanasan).....	IV-2
Tabel IV.3.2. Neraca Panas Reaktor-1 (Pendinginan).....	IV-3
Tabel IV.4. Neraca Panas <i>Cooler I</i>	IV-4
Tabel IV.5. Neraca Panas <i>Decanter</i>	IV-5
Tabel IV.6.1. Neraca Panas Reaktor-2 (Pemanasan).....	IV-6
Tabel IV.6.2. Neraca Panas Reaktor-2 (Pendinginan).....	IV-7
Tabel IV.7. Neraca Panas <i>Disc Bowl Centrifuge</i>	IV-8
Tabel IV.8. Neraca Panas <i>Cooler II</i>	IV-9
Tabel IV.9. Neraca Panas <i>Spiral Wound Nanofiltration Membrane</i>	IV-10
Tabel IV.10. Neraca Panas <i>Vaporizer</i>	IV-11
Tabel IV.11. Neraca Panas Kondenser.....	IV-12
Tabel IV.12. Neraca Panas <i>Heater</i>	IV-12
Tabel IV.13. Neraca Panas Menara Distilasi 1.....	IV-13
Tabel IV.14. Neraca Panas Menara Distilasi 2.....	IV-14
Tabel V.1. Spesifikasi Tempat Penyimpanan Eceng Gondok.....	V-1
Tabel V.2. Spesifikasi <i>Belt Conveyor</i>	V-2
Tabel V.3. Spesifikasi <i>Rotary Cutter</i>	V-2
Tabel V.4. Spesifikasi <i>Vibrating Screen</i>	V-3

Tabel V.5. Spesifikasi <i>Rotary Dryer</i>	V-3
Tabel V.6. Spesifikasi Silo.....	V-4
Tabel V.7. Spesifikasi Tangki Penyimpanan Benzena.....	V-5
Tabel V.8. Spesifikasi Tangki Penyimpanan γ -valerolactone.....	V-6
Tabel V.9.1. Spesifikasi Pompa I.....	V-7
Tabel V.9.2. Spesifikasi Pompa II.....	V-7
Tabel V.9.3. Spesifikasi Pompa III.....	V-8
Tabel V.10. Spesifikasi Reaktor-1.....	V-9
Tabel V.11. Spesifikasi <i>Holding Tank</i> I.....	V-10
Tabel V.12. Spesifikasi <i>Cooler</i> I.....	V-11
Tabel V.13. Spesifikasi <i>Decanter</i>	V-12
Tabel V.14. Spesifikasi Pompa IV.....	V-13
Tabel V.15. Spesifikasi Pompa V.....	V-13
Tabel V.16. Spesifikasi Reaktor-2.....	V-14
Tabel V.17. Spesifikasi <i>Centrifuge</i>	V-15
Tabel V.18. Spesifikasi <i>Cooler</i> II.....	V-16
Tabel V.19. Spesifikasi Pompa VI.....	V-17
Tabel V.20. Spesifikasi <i>Nanofiltration Membrane</i>	V-17
Tabel V.21. Spesifikasi <i>Vaporizer</i>	V-18
Tabel V.22. Spesifikasi Kondensor I.....	V-19
Tabel V.23. Spesifikasi Pompa VII.....	V-20
Tabel V.24. Spesifikasi Pompa VIII.....	V-21
Tabel V.25. Spesifikasi <i>Holding Tank</i> II.....	V-21
Tabel V.26. Spesifikasi Pompa IX.....	V-22
Tabel V.27. Spesifikasi <i>Heater</i> I.....	V-23
Tabel V.28. Spesifikasi Menara Distilasi I.....	V-24
Tabel V.29. Spesifikasi Kondensor II.....	V-25
Tabel V.30. Spesifikasi Pompa X.....	V-26
Tabel V.31. Spesifikasi <i>Reboiler</i> I.....	V-27
Tabel V.32. Spesifikasi Pompa XI.....	V-28
Tabel V.33. Spesifikasi Pompa XII.....	V-28
Tabel V.34. Spesifikasi Menara Distilasi 2.....	V-29
Tabel V.35. Spesifikasi Kondensor II.....	V-30
Tabel V.36. Spesifikasi Pompa XIII.....	V-31
Tabel V.37. Spesifikasi <i>Reboiler</i> II.....	V-32
Tabel V.38. Spesifikasi Pompa XIV.....	V-33
Tabel V.39. Spesifikasi Tangki Penyimpanan <i>Levulinic Acid</i>	V-34
Tabel V.40. Spesifikasi Tangki Penyimpanan 5-HMF.....	V-35
Tabel VI.2.1.1. Luas Bangunan Pabrik.....	VI-7
Tabel VI.2.2.1. Keterangan Gambar Tata Letak Alat.....	VI-10
Tabel VI.2.2.2. Keterangan Gambar Tata Letak Utilitas.....	VI-12
Tabel VI.X. Instrumen yang digunakan pada Alat Proses.....	VI-16
Tabel VII.1. Kebutuhan Air Sanitasi.....	VII-2
Tabel VII.2. Kebutuhan Air Pendingin Masing-Masing Alat.....	VII-3
Tabel VII.3. Kebutuhan <i>Steam</i> untuk Masing-Masing Alat.....	VII-6
Tabel VII.4. Data <i>Saturated Steam</i> Suhu 190°C.....	VII-7
Tabel VII.5. Kode Alat dan Nama Alat.....	VII-13
Tabel VII.2.1. Kebutuhan Listrik Alat Proses di PT. <i>Levulinic Acid</i> Nusantara..	VII-84

Tabel VII.2.2. Kebutuhan Listrik Utilitas di PT. <i>Levulinic Acid</i> Nusantara.....	VII-85
Tabel VII.2.3. Luas Area Tiap Bagian PT. <i>Levulinic Acid</i> Nusantara.....	VII-86
Tabel VII.2.4. Kebutuhan Lux Setiap Bagian PT. <i>Levulinic Acid</i> Nusantara.....	VII-87
Tabel VII.2.5. Kebutuhan Pencahayaan dan Jumlah Lampu LED.....	VII-89
Tabel VII.2.6. Kebutuhan Pencahayaan dan Jumlah Lampu <i>Mercury Vapor</i>	VII-90
Tabel VII.2.7. Kebutuhan Pencahayaan dan Jumlah Lampu T-8 Fluorocent.....	VII-92
Tabel VIII.1. Spesifikasi Produk <i>Levulinic Acid</i>	VIII-1
Tabel VIII.2. Spesifikasi Produk 5-HMF.....	VIII-2
Tabel VIII.3. Spesifikasi Tempat Penyimpanan Bahan <i>Levulinic Acid</i> dan 5-HMF.....	VIII-4
Tabel IX.1. Harga Asam Levulinat dari Beberapa Perusahaan.....	IX-2
Tabel X.1. Perincian Jumlah Karyawan Pabrik LA.....	X-15
Tabel X.2. Jadwal Kerja Karyawan <i>Shift</i>	X-17
Tabel XI.1. Penentuan <i>Total Capital Investment</i> (TCI).....	XI-3
Tabel XI.2. Depresiasi Alat dan Bangunan.....	XI-4
Tabel XI.3. Biaya Produksi Total atau <i>Total Production Cost</i> (TPC).....	XI-5
Tabel XI.4. Keterangan Kolom <i>Cash Flow</i>	XI-7
Tabel XI.5. <i>Cash Flow</i>	XI-9
Tabel XI.6. <i>Rate of Return Investment</i> (ROR) sebelum Pajak.....	XI-10
Tabel XI.7. <i>Rate of Return Investment</i> (ROR) setelah Pajak.....	XI-11
Tabel XI.8. <i>Rate of Equity Investment</i> (ROE) sebelum Pajak.....	XI-12
Tabel XI.9. <i>Rate of Equity Investment</i> (ROE) setelah Pajak.....	XI-12
Tabel XI.10. POT sebelum Pajak.....	XI-13
Tabel XI.11. POT setelah Pajak.....	XI-13
Tabel XI.12. Penentuan BET.....	XI-15
Tabel XI.13. MARR.....	XI-16
Tabel XI.14. Hubungan Kenaikan Harga Bahan Baku terhadap ROR, ROE, POT, BEP dan MARR.....	XI-17

INTISARI

Biomassa merupakan sumber energi terbarukan yang dapat digunakan dalam produksi industrial. Biomassa memiliki kemampuan untuk dikonversi menjadi berbagai jenis bahan kimia, salah satunya adalah *levulinic acid* (LA). LA disebut sebagai *multi-platform product*. Poli-uretan merupakan produk terbesar yang dihasilkan di Indonesia dengan menggunakan turunan LA, yaitu *levulinic acid gamma-valerolactone*. Selain itu LA juga diperlukan untuk produksi biodiesel dan bioetanol. Pada tahun 2020, diperlukan suplai LA sebanyak 88.634,46 ton untuk memenuhi kebutuhan tersebut sedangkan selama ini LA masih banyak diperoleh melalui impor dari luar negeri sehingga produksi LA di Indonesia memiliki peluang besar untuk direalisasikan.

Proses pembuatan LA terdiri dari proses persiapan bahan baku (eceng gondok berkadar air 55%), produksi LA dan pemisahan serta pemurnian produk LA. Produksi LA dilakukan dengan 2 reaktor subkritis *batch* berpengaduk dengan jaket pemanas, yaitu reaktor-1 untuk mengkonversi selulosa menjadi C6-sugar dan C5-sugar serta hemiselulosa menjadi C5-sugar dengan kondisi operasi 220°C; 20,41 atm. Fase aqueous yang telah dipisahkan dari fase organik dengan menggunakan *decanter* dialirkan menuju reaktor-2 untuk mengkonversi C6-sugar menjadi 5-HMF melalui proses dehidrasi dimana reaksi berjalan pada suhu 160°C pada tekanan 20,68 bar, 5-HMF kemudian dihidrolisis membentuk produk utama LA dan produk samping asam format dengan kondisi operasi 180°C dengan tekanan 1 atm selama 1,5 jam. LA kemudian dipisahkan dari air dan asam format menggunakan *vaporizer* dan produk *bottom* dialirkan menuju menara distilasi 1 dan diperoleh kemurnian LA sebesar 90,11%, pemisahan lebih lanjut dilakukan di menara distilasi 2 memisahkan 5-HMF dan LA dengan kemurnian 99,10% (pengotor: 0,31% GVL dan 0,59% 5-HMF).

Prarencana pabrik *Levulinic Acid* berbahan baku eceng gondok memiliki rincian sebagai berikut:

Bentuk Perusahaan	: Perseroan Terbatas (PT)
Produksi	: <i>Levulinic acid</i> (LA) dan 5-HMF (sebagai produk samping)
Status Perusahaan	: Swasta
Kapasitas Produksi	: 10.000 ton/tahun
Hari Kerja Efektif	: 330 hari/tahun
Sistem Operasi	: Semi <i>batch</i>
Masa Konstruksi	: 1,5 tahun
Waktu Mulai Operasi	: Tahun 2020
Bahan Baku	: Eceng gondok
Kapasitas Bahan Baku	: 141,73 ton/hari
Utilitas	:
• Air	: Air sanitasi = 6,424 m ³ /hari
	Air proses = 48,68 m ³ /hari
	Air pendingin = 8.288,67 m ³ /hari
	Air umpan <i>boiler</i> = 150,59 m ³ /hari
• Listrik	: 497,32 kW
• Bahan Bakar	: Solar = 917,22 m ³ /bulan
Jumlah Tenaga Kerja	: 142 orang

Lokasi Pabrik : Kawasan Industri Batulicin, Kabupaten Tanah Bumbu,
Kalimantan Selatan
Luas Pabrik : 62.257,6 m²

Dari hasil analisa ekonomi yang telah dilakukan didapatkan:

- *Fixed Capital Investment* (FCI) : Rp 537.608.415.210,89
- *Working Capital Investment* (WCI) : Rp 153.285.301.735,32
- *Total Production Cost* (TPC) : = Rp 2.093.552.698.174,37
- Penjualan per tahun : Rp 2.359.275.107.739,45

Analisa ekonomi dengan metode *Discounted Cash Flow*:

- *Rate of Return* (ROR) sebelum pajak : 20,55%
- *Rate of Return* (ROR) sesudah pajak : 14,52%
- *Rate of Equity* (ROE) sebelum pajak : 39,59%
- *Rate of Equity* (ROE) sesudah pajak : 28,31%
- *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak : 4 tahun
- *Pay Out Time* (POT) sesudah pajak : 4 tahun 9 bulan.
- *Break Even Point* (BEP) : 40,1%
- *Minimum Acceptable Rate of Return* : 6,86%