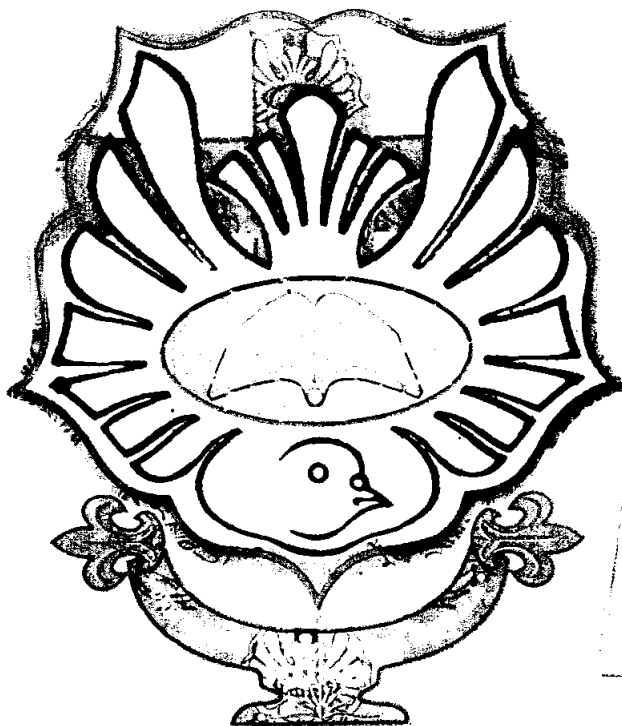


PRARENCANA PABRIK

PRARENCANA PABRIK BIOETANOL DARI TONGKOL JAGUNG KAPASITAS 11,122 KG/HARI



No. INDUK	1803/09
TGL TERIMA	09-09-2009
REVISI	
PABRIK	FTK
No. BUKU	
LOKASI	

Oleh :

PRADITYA SISWANTO

5203005037

PHILIP WIBOWO

5203005063

JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDALA
SURABAYA
2009

LEMBAR PENGESAHAN

Ujian tugas akhir **PRA RENCANA PABRIK** bagi mahasiswa di bawah ini :


Nama : Praditya Siswanto

NRP : 5203005037

Telah diselenggarakan pada tanggal 17 juni 2009. Oleh karena itu yang bersangkutan dinyatakan telah memenuhi persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar **Sarjana Teknik** Jurusan Teknik Kimia.

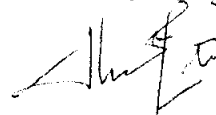
Surabaya, 17 Juni 2009

Pembimbing 1



Aning Ayucitra, ST., M.EngSc.
NIK. 521.03.0563

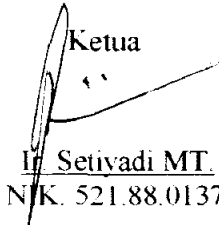
Pembimbing 2



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

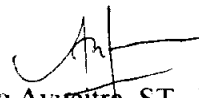
Dewan Penguji

Ketua



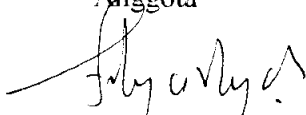
Ir. Setivadi MT.
NIK. 521.88.0137

Sekretaris



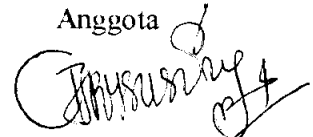
Aning Ayucitra, ST., M.EngSc.
NIK. 521.03.0563

Anggota



Felycia Edi Soetaredjo, ST, M.Phil
NIK. 521. 99.0391

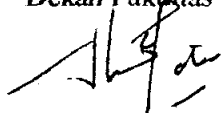
Anggota



Erv Susiany R., S.T., M.T.
NIK. 521.98.0348

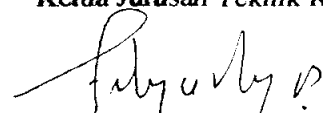
Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Ir. Yohanes Sudaryanto, MT
NIK. 521.89.0151

Ketua Jurusan Teknik Kimia



Felycia Edi Soetaredjo, ST, M.Phil
NIK. 521. 99.0391

LEMBAR PENGESAHAN

Ujian tugas akhir **PRA RENCANA PABRIK** bagi mahasiswa di bawah ini :

Nama : Philip Wibowo

NRP : 5203005063

Telah diselenggarakan pada tanggal 17 juni 2009. Oleh karena itu yang bersangkutan dinyatakan telah memenuhi persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar **Sarjana Teknik** Jurusan Teknik Kimia.

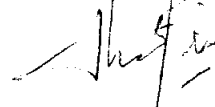
Surabaya, 17 Juni 2009

Pembimbing 1



Aning Ayucitra, ST., M.EngSc.
NIK. 521.03.0563

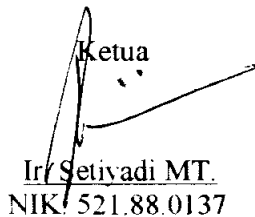
Pembimbing 2



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


Dewan Penguji

Ketua



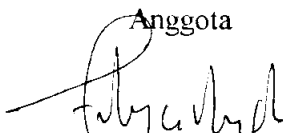
Ir. Setivadi MT.
NIK. 521.88.0137

Sekretaris



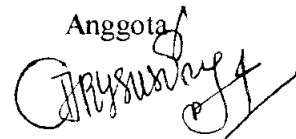
Aning Ayucitra, ST., M.EngSc.
NIK. 521.03.0563

Anggota



Felycia Edi Soetaredjo, ST, M.Phil
NIK. 521. 99.0391

Anggota



Ery Susiany R., S.T., M.T.
NIK. 521.98.0348

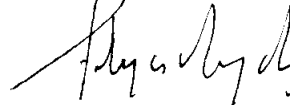
Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Ir. Yohanes Sudaryanto, MT
NIK. 521.89.0151

Ketua Jurusan Teknik Kimia

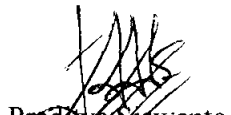


Felycia Edi Soetaredjo, ST, M.Phil
NIK. 521. 99.0391

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa laporan prarencana pabrik ini 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, 17 Juni 2009



Prachya Siswanto
NRP. 5203005037

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa laporan prarencana pabrik ini 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, 17 Juni 2009



Philip Wibowo
NRP. 5203005063

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul “Pra Rencana Pabrik Bioetanol dari Jerami Tongkol Jagung”

Laporan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan jenjang pendidikan S-1 Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.

Atas terselesaikannya laporan tugas akhir ini, penyusun menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Ir. Yohanes Sudaryanto, MT., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.
2. Ibu Lidya Felycia Edi Soetaredjo, selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.
3. Ibu Aning Ayucitra, ST., M.EngSc selaku dosen pembimbing I.
4. Bapak Ir. Yohanes Sudaryanto, MT., selaku dosen pembimbing II.
5. Para staf pengajar dan Civitas Akademika Fakultas Teknik Jurusan Teknik Kimia Widya Mandala Surabaya yang telah membekali ilmu pengetahuan dan bimbingan.
6. Keluarga penyusun yang telah memberikan dukungan selama ini hingga terselesaikannya laporan tugas akhir ini.
7. Rekan-rekan dan semua pihak yang telah banyak membantu di dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini.

Penyusun menyadari bahwa laporan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penyusun mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari para pembaca demi kesempurnaan laporan tugas akhir ini.

Akhir kata, penyusun berharap semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi seluruh pembaca.

Surabaya, 19 April 2004

Penyusun

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRACT	vii
INTISARI	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
BAB I. PENDAHULUAN	I-1
I.1. Latar Belakang	I-1
I.2. Tinjauan Pustaka	I-5
I.2.1 Tongkol Jagung	I-5
I.2.2 Bioetanol	I-7
I.3 Sifat Termal, Kimia, dan Fisika Bioetanol	I-13
I.4 Penentuan Kapasitas Produksi	I-16
BAB II. SELEKSI DAN URAIAN PROSES	II-1
II.1. Seleksi Proses	II-1
II.1.1 Fermentasi dengan Bahan Gula	II-1
II.1.2 Fermentasi Pati	II-2
II.2. Seleksi Metode Pre-treatment	II-4
II.2.1 Metode Pre-treatment secara Fisika	II-4
II.2.2 Metode Pre-treatment secara Fisika-Kimia	II-4
II.2.3 Metode Pre-treatment secara Kimia	II-5
II.2.4 Metode Pre-treatment secara Biologi	II-6
II.3. Uraian Proses	II-6
II.3.1 Tahap Persiapan Bahan Baku	II-7
II.3.2 Proses Pre-treatment	II-7
II.3.3 Tahap Hidrolisis	II-9
II.3.4 Tahap Fermentasi	II-12

II.3.5 Tahap Distilasi	II-14
BAB III. NERACA MASSA.....	III-1
III.1 <i>Belt Conveyor</i> (J-111).....	III-1
III.2 <i>Rotary Cutter</i> (C-111).....	III-2
III.3 <i>Belt Conveyor</i> (J-112).....	III-2
III.4 <i>Vibrating Screen</i> (H-111).....	III-3
III.5 <i>Washer</i> (X-111).....	III-4
III.6 <i>Rotary Dryer</i> (B-111).....	III-5
III.7 <i>Holding Tank</i> (F-112).....	III-6
III.8 <i>Tangki Impregnator</i> (R-110)	III-7
III.9 <i>Reaktor Hidrolisis</i> (R-110).....	III-7
III.10 <i>Continuous Rotary Vacuum Filter</i> (H-121)	III-8
III.11 <i>Holding Tank</i> (F-121).....	III-9
III.12 <i>Tangki Netralisasi</i> (D-121)	III-10
III.13 <i>Holding Tank</i> (F-122).....	III-10
III.14 <i>Continuous Rotary Vacuum Filter</i> (H-122)	III-11
III.14 <i>Tangki Pendingin</i> (F-123).....	III-12
III.14 <i>Tangki Starter</i> (H-121).....	III-12
III.14 <i>Centrifuge</i> (H-221)	III-13
III.14 <i>Tangki Fermentor</i> (R-120).....	III-14
III.14 <i>Centrifuge</i> (H-231).....	III-15
III.14 <i>Kolom Distilasi</i> (D-130).....	III-16
BAB IV. NERACA PANAS	IV-1
IV.1 <i>Rotary Dryer</i> (B-111).....	IV-1
IV.2 <i>Holding Tank</i> (F-112).....	IV-2
IV.3 <i>Tangki Impregnator</i> (R-110)	IV-2
IV.4 <i>Reaktor Hidrolisis</i> (R-110).....	IV-3
IV.5 <i>Continuous Rotary Vacuum Filter</i> (H-121).....	IV-4
IV.6 <i>Tangki Netralisasi</i> (F-121).....	IV-5
IV.7 <i>Holding Tank</i> (F-122).....	IV-6
IV.8 <i>Continuous Rotary Vacuum Filter</i> (H-122)	IV-7
IV.9 <i>Tangki Pendingin</i> (F-123).....	IV-8

IV.10 Tangki Starter (H-121).....	IV-9
IV.11 <i>Centrifuge</i> (H-131).....	IV-10
IV.12 Tangki Fermentor (R-120).....	IV-11
IV.13 <i>Centrifuge</i> (H-132).....	IV-12
IV.14 Menara Distilasi (D-130).....	IV-13
BAB V. SPESIFIKASI ALAT	V-1
BAB VI. UTILITAS	VI-1
VI.1. Unit Penyediaan Air.....	VI-3
VI.1.1 Air Proses.....	VI-3
VI.1.2 Air Umpan Boiler.....	VI-4
VI.1.3 Air Sanitasi.....	VI-6
VI.2. Unit Penyediaan Steam.....	VI-26
VI.1.1 Perhitungan Kebutuhan <i>Steam</i>	VI-26
VI.1.2 Perhitungan Kapasitas <i>Boiler</i>	VI-27
VI.1.3 Perhitungan BHP dan <i>Heating Surface</i>	VI-27
VI.1.4 Perhitungan Kebutuhan Bahan Bakar untuk <i>Boiler</i>	VI-28
VI.3. Unit Penyediaan <i>Refrigerant</i>	VI-30
VI.4. Unit Penyediaan Udara Steril.....	VI-32
VI.4.1 Udara Steril.....	VI-33
VI.4.2 Udara Panas.....	VI-34
VI.5. Unit Penyediaan Listrik.....	VI-35
VI.6. Unit Penyediaan Bahan Bakar.....	VI-38
VI.7. Unit Pengolah Limbah.....	VI-38
BAB VII. LOKASI, TATA LETAK PABRIK-ALAT DAN INSTRUMENTASI	VII-1
VII.1 Lokasi Pabrik.....	VII-1
VII.2 Tata Letak Pabrik.....	VII-3
VII.3 Tata Letak Peralatan.....	VII-7
VII.4 Instrumentasi.....	VII-8
BAB VIII. STRUKTUR ORGANISASI	VIII-1
VIII.1 Struktur Organisasi.....	VIII-1
VIII.2 Struktur Umum.....	VIII-1

VIII.3 Bentuk Perusahaan	VIII-1
VIII.4 Jadwal Kerja Karyawan dan Kerja Alat.....	VIII-2
VIII.5 Distribusi Pekerjaan.....	VIII-4
BAB IX. ANALISA EKONOMI	IX-1
IX.1 Perhitungan <i>Total Capital Investment</i> (TCI).....	IX-2
IX.2 Penentuan Biaya Produksi Total (<i>Total Production Cost/TPC</i>)	IX-4
IX.3 Analisa Ekonomi Metode Linear	IX-5
IX.4 Analisa Ekonomi “Metode <i>Discounted Cash Flow</i> ”	IX-8
IX.4.1 Asumsi yang diambil	IX-8
IX.4.2 Biaya Operasi.....	IX-9
IX.4.3 Perhitungan <i>Rate of Equity</i> (ROE)	IX-13
IX.4.4 Perhitungan Laju Pengembalian Modal (<i>Rate of Return Investment/ROR</i>).....	IX-14
IX.4.5 Waktu pengembalian Modal (Pay Out Time/POT).....	IX-16
IX.4.6 Break Even Point (BEP) dengan cara cash flow	IX-18
BAB X. KESIMPULAN DAN SARAN	XI-1
X.1. Kesimpulan	XI-1
X.2. Saran.....	XI-3
DAFTAR PUSTAKA	xvii
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
D.1 Perhitungan Harga Peralatan.....	D-1
D.2 Perhitungan Harga Tanah dan Bangunan	D-4
D.3 Perhitungan Gaji Karyawan.....	D-5
D.4 Perhitungan Biaya Utilitas.....	D-6
D.5 Perhitungan Harga Bahan Baku.....	D-8
D.6 Harga Jual	D-9
D.6.1 Hasil Penjualan Produk Bioetanol	D-9
D.6.2 Hasil Penjualan Limbah Produksi Bioetanol.....	D-10

DAFTAR TABEL

Tabel.I.1 Kandungan tongkol jagung dalam persen massa.....	I-6
Tabel.I.2 Produksi tongkol jagung di beberapa kabupaten/kota di propinsi Jawa Timur	I-6
Tabel.I.3 Perbandingan sifat termal, kimia dan fisika dari bioetanol dan premium.....	I-14
Tabel.I.4 Spesifikasi Bioetanol Menurut <i>American Chemical Society</i> (ACS)....	I-15
Tabel.I.5 Perbandingan Emisi Bahan Pencemar dari Campuran Bioetanol dan Premium.....	I-15
Tabel.I.6 Konsumsi premium skala nasional untuk Tahun 2003-2008.....	I-17
Tabel.VI.1 Kebutuhan air proses.....	VI-36
Tabel.VI.2 Kebutuhan listrik untuk keperluan proses	VI-37
Tabel.VI.3 Kebutuhan listrik untuk keperluan utilitas	VI-37
Tabel.VI.4 Kebutuhan listrik untuk keperluan penerangan.....	VI-37
Tabel.VI.5 Limbah padatan organik.....	VI-39
Tabel.VI.5 Limbah padatan Alkali	VI-40
Tabel.VII.1 Perencanaan pembagian areal pabrik.....	VII-5
Tabel.VII.2 Alat kontrol	VII-9
Tabel.VIII.1 Jadwal kerja pabrik bioetanol	VII-3
Tabel.VIII.2 Perincian Jumlah Karyawan	VII-5
Tabel.IX.1 <i>Cash Flow</i>	IX-10
Tabel.IX.2 ROE sebelum Pajak	IX-13
Tabel.IX.3 ROE sesudah Pajak	IX-14
Tabel.IX.4 ROR sebelum Pajak	IX-15
Tabel.IX.5 ROR sesudah Pajak	IX-16
Tabel.IX.6 POT sebelum Pajak	IX-17
Tabel.IX.7 POT sesudah Pajak	IX-17
Tabel.IX.8 BEP	IX-18
Tabel.D.1 Harga Alat Proses.....	D-3
Tabel.D.2 Harga Alat Utilitas	D-4

Tabel.D.3 Harga Tanah dan Bangunan.....	D-5
Tabel.D.4 Gaji Karyawan	D-6
Tabel.D.5 Harga Bahan Baku	D-9

DAFTAR GAMBAR

Gambar.I.1 Konsumsi Premium Nasional (dalam kiloliter) Tahun 2003-2008..	I-17
Gambar.VI.1 Diagram Alir Proses Utilitas.....	VI-9
Gambar.VI.2 Sistem perpipaan dari bak penampung air filter ke tangki demineralisasi.....	VI-10
Gambar.VI.3 Sistem perpipaan dari bak penampung air demineralisasi menuju ke boiler.....	VI-18
Gambar.VI.4 Sistem perpipaan air sanitasi dari bak penampung air bersih ...	VI-23
Gambar.VI.5 Siklus Refrigerasi.....	VI-31
Gambar.VI.6 Unit Penyediaan Udara Steril.....	VI-34
Gambar.VI.7 Unit Penyediaan Udara Panas.....	VI-35
Gambar.VII.1 Pulau Madura.....	VII-1
Gambar.VII.2 Tata Letak Pabrik.....	VII-6
Gambar.VII.3 Tata Letak Peralatan Lantai I.....	VII-7
Gambar.VII.4 Tata Letak Peralatan Lantai II.....	VII-8
Gambar.VIII.1 Struktur Organisasi Pabrik Bioetanol.....	VIII-4
Gambar.IX.1 <i>Break Even Point</i>	IX-18
Gambar.D.1 <i>Marshall and Swift installed-equipment indexes</i>	D-2

INTISARI

Persediaan bahan bakar minyak semakin menurun dari tahun ke tahun, di sisi lain kebutuhan bahan bakar semakin meningkat. Oleh karena itu, keberadaan bioetanol sebagai bahan bakar yang dapat diperbaharui sangatlah penting. Bioetanol memiliki prospek yang sangat baik sebagai bahan pengganti bahan bakar yang ada sekarang ini.

Pada pabrik ini, bioetanol dihasilkan dari tongkol jagung. Tongkol jagung dihancurkan terlebih dahulu sebelum melalui proses hidrolisis menggunakan asam H_2SO_4 . *Slurry* hasil hidrolisis dicampurkan dengan stater yeast untuk dilakukan proses fermentasi untuk didapatkan bioetanol dengan kadar 40%. Untuk mendapatkan bioetanol dengan kadar 96% dilakukan pemurnian melalui proses destilasi.

Pengoperasian Pabrik:

Proses	: Semi-Kontinyu	
Bahan Mentah	: Tongkol jagung	= 77.008 kg/hari
	Starter	= 43,01 kg/hari
	H_2SO_4	= 56,83 kg/hari
	$Ca(OH)_2$	= 8905,9017 kg/hari
	NH_4OH	= 71,08 kg/hari
Product	: Bioetanol	= 11.121,6539 kg/hari
Utility	: Air	= 220,8785 m ³ / hari
	Zeolit	= 450,5882 kg/tahun
	NaCl	= 244,8055 kg/tahun
	Bahan Bakar	= Solar : 704.220 L/tahun
	Listrik	= 420,3667 kW/ hari
Tenaga Kerja	: 130 orang	
Lokasi Pabrik	: Sumenep	
Luas Area	: 10.000 m ²	
Luas Bangunan	: 5.228 m ²	

Dari analisa ekonomi untuk prarencana pabrik ini, dapat ditunjukkan bahwa:

Fixed Capital Investment (FCI)	: Rp 27.877.660.091
Working Capital Investment (WCI)	: Rp 4.910.837.167
Total Production Cost (TPC)	: Rp 51.999.723.237
Penjualan	: Rp 62.751.154.800

1. Metode Linear

Rate of Return sebelum pajak	: 32,79 %
Rate of Return sesudah pajak	: 22,90 %
Pay Out Time sebelum pajak	: 2 tahun 4 bulan
Pay Out Time sesudah pajak	: 3 tahun 2 bulan
Break Even Point (BEP)	: 45,17%

2. Discounted Cash Flow

Rate of Equity sebelum pajak	: 61,60 %
Rate of Equity sesudah pajak	: 49,65 %
Rate of Return sebelum pajak	: 60,05 %
Rate of Return sesudah pajak	: 48,65%
Pay Out Time sebelum pajak	: 3 tahun 2 bulan
Pay Out Time sesudah pajak	: 4 tahun
Break Even Point (BEP)	: 34,17 %

ABSTRACT

Availability of Fuel Oil is decrease years after years, in other side the demand of fuel oil is increase. Therefore, the presence of bioetanol as renewable fuel is really important. Bioetanol have a good prospect to be fuel oil's substitute.

In this plant, bioetanol was produced from corn cobs. Corn cobs must be reduce the size with rotary cutter before to be hydrolysis with sulfat acid. Slurry from hydrolysis process be mixed with yeast stater for fermentation process to get bioetanol with 40% volume. Destilation process must be done for get 96% bioetanol.

Operation Plant :

Process	: Semi-Continue
Raw Material	: Corn cobs = 77.008 kg/day
	<i>Starter</i> = 43,01 kg/day
	H ₂ SO ₄ = 56,83 kg/day
	Ca(OH) ₂ = 8905,9017 kg/day
	NH ₄ OH = 71,08 kg/day
Product	: Bioetanol = 11.121,6539 kg/day
Utility	: Water = 220,8785 m ³ / day
	Zeolit = 450,5882 kg/year
	NaCl = 244,8055 kg/year
	Fuel = Solar : 704.220 L/year
	Electricity = 420,3667 kW/day
Total labour	: 130 people
Plant location	: Sumenep
Land area	: 10.000 m ²
Building area	: 5.228 m ²

From economical analysis for this pre-elementary plant design project, can be shown :

Fixed Capital Investment (FCI)	: Rp 27.877.660.091
Working Capital Investment (WCI)	: Rp 4.910.837.167
Total Production Cost (TPC)	: Rp 51.999.723.237
Selling	: Rp 62.751.154.800

1. Metode Linear

Rate of Return before taxes	: 32,79 %
Rate of Return after taxes	: 22,90 %
Pay Out Time before taxes	: 2 years 4 months
Pay Out Time after taxes	: 3 years 2 months
Break Even Point (BEP)	: 45,17%

2. Discounted Cash Flow

Rate of Equity before taxes	: 61,60 %
Rate of Equity after taxes	: 49,65 %
Rate of Return before taxes	: 60,05 %
Rate of Return after taxes	: 48,65%
Pay Out Time before taxes	: 3 years 2 months
Pay Out Time after taxes	: 4 years
Break Even Point (BEP)	: 34,17 %