

**PRA RANCANGAN PABRIK
PEMBUATAN HIDROGEN DENGAN METODE
GASIFIKASI KAYU KARET
DENGAN KAPASITAS PRODUKSI 34.000 TON/TAHUN**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan

Ujian Sarjana Teknik Kimia

OLEH :

FERDIANSYAH

NIM : 060405011



**DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA**

M E D A N

2012

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Kuasa atas berkat dan rahmatNya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **Pra Rancangan Pabrik Pembuatan Hidrogen Dengan Metode Gasifikasi Kayu Karet Dengan Kapasitas 34.000 Ton / Tahun.**

Pra-rancangan pabrik ini disusun untuk melengkapi salah satu syarat dalam menyelesaikan perkuliahan pada Program Studi Strata Satu (S1) Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara. Dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, Penulis banyak menerima bantuan, bimbingan dan fasilitas dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu Dr. Ir. Hamidah Harahap, MSc., selaku dosen pembimbing dalam penyusunan tugas akhir ini.
2. Bapak Ir. Indra Surya, M.Sc., selaku co – dosen pembimbing dalam penyusunan tugas akhir ini.
3. Ibu Ir. Renita Manurung, M.T., Koordinator Tugas Akhir Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara.
4. Bapak Dr.Eng Ir. Irvan, M.Si, Ketua Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara.
5. Ibu Dr. Ir. Fatimah, M.T., Sekretaris Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara .
6. Bapak dan Ibu dosen serta pegawai Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara.
7. Ayahanda Yayat Soedrajat dan Ibunda tercinta Anita yang selalu memotivasi dan tidak henti berdoa agar penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
8. Partner saya, Heri Kriskwanto atas kerjasamanya dalam penyelesaian tugas akhir ini.
9. Abang/Kakak senior yang telah banyak membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.
10. Teman-teman angkatan 2006 selalu memberi semangat dalam penyelesaian tugas akhir ini.

11. Teman Hidup saya Febrianti dan Fachrurrozi yang selalu memberi semangat dalam penyelesaian tugas akhir ini.
12. Adik – Adik 2007, 2008, 2009 di Teknik Kimia USU yang tidak disebutkan namanya yang telah banyak memberikan bantuan, masukan, doa dan motivasinya kepada Penulis.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, Penulis menyadari masih banyak terdapat kekurangan baik isi ataupun kesalahan penulisan tugas akhir ini. Oleh karena itu Penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari pembaca sehingga tulisan ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Medan, 2012

Penulis,

(Ferdiansyah)

INTI SARI

Gasifikasi kayu karet merupakan satu upaya pengkonversian biomassa padat menjadi gas, seperti H_2 , CO , CO_2 , CH_4 , C_2H_4 dan C_2H_6 . Gas-gas ini selanjutnya akan mengalami proses purifikasi sebelum disintesa menjadi senyawa kimia baru yang secara luas dibutuhkan dalam kehidupan manusia, diantaranya adalah hidrogen. Hidrogen merupakan senyawa yang terbentuk melalui reaksi *Conversion* pada fase gas. Pabrik hidrogen ini direncanakan akan memproduksi dengan kapasitas 34.000 ton/tahun dan beroperasi selama 330 hari dalam setahun. Pabrik ini direncanakan berlokasi di daerah Kabupaten Batubara, Provinsi Sumatera Utara yang merupakan hilir Sungai Silau Asahan, dengan luas tanah yang dibutuhkan adalah 13.007,5 m². Tenaga kerja yang dibutuhkan berjumlah 178 orang dengan bentuk badan usaha Perseroan Terbatas (PT) yang dipimpin oleh seorang direktur utama dengan struktur organisasi sistem garis. Hasil analisa terhadap aspek ekonomi pabrik pembuatan Hidrogen dengan proses gasifikasi kayu karet adalah:

- Total Modal Investasi : Rp. 877.803.218.363,-
- Total Biaya Produksi : Rp. 383.638.522.205,-
- Hasil Penjualan : Rp. 645.999.955.920,-
- Laba Bersih : Rp. 195.787.219.906,-
- *Profit Margin* (PM) : 40,41%
- *Break Even Point* (BEP) : 41,59 %
- *Return on Investment* (ROI) : 22,22 %
- *Pay Out Time* (POT) : 4,504 tahun
- *Return on Network* (RON) : 37,17 %
- *Internal Rate of Return* (IRR) : 29,799 %

Dari hasil analisa aspek ekonomi, maka dapat disimpulkan bahwa pabrik pembuatan hidrogen dengan proses gasifikasi kayu karet ini layak untuk didirikan.

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
INTISARI	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN	I-1
1.1 Latar Belakang.....	I-1
1.2 Perumusan Masalah	I-2
1.3 Tujuan Perancangan.....	I-2
1.4 Manfaat Perancangan.....	I-3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	II-1
2.1 Sejarah Perkembangan Hidrogen	II-1
2.2 Pohon Karet.....	II-1
2.3 Proses Pembuatan Hidrogen.....	II-4
2.3.1 <i>Thermal Decomposition</i>	II-5
2.3.2 Elektrolisa Air	II-5
2.3.3 Oksidasi Besi dengan Steam	II-5
2.3.4 <i>Partial Oxidation</i>	II-6
2.3.5 <i>Steam Reforming</i>	II-6
2.3.6 Pemisahan Hidrogen Sulfida.....	II-7
2.3.7 Gasifikasi Biomassa.....	II-7
2.4 Pemilihan Proses.....	II-8
2.5 Penggunaan Hidrogen.....	II-8
2.6 Sifat-Sifat Bahan.....	II-9
2.6.1 Air (H ₂ O).....	II-9
2.6.2 Olivine.....	II-9
2.6.3 Magnesium Oksida ²	II-9
2.6.4 Hidrogen.....	II-10
2.6.5 Karbon Monoksida	II-10

2.6.6	Karbon Dioksida	II-10
2.6.7	Metana.....	II-11
2.6.8	Etana.....	II-11
2.6.9	Etilen.....	II-11
2.6.10	Kayu Karet ³	II-12
2.6.11	Char (Arang) Kayu Karet yang Terbentuk ⁴	II-12
2.7	Deskripsi Proses	II-12
2.8	Unit Pengolahan Limbah	II-14
2.8.1	Bak Penampungan	II-15
2.8.2	Bak Pengendapan Awal	II-16
2.8.3	Bak Netralisasi	II-17
BAB III	NERACA MASSA.....	III-1
3.1	Rotary Dryer (B-101).....	III-1
3.2	Char Combustor (R-201)	III-1
3.3	Gasifier (R-202).....	III-2
3.4	Cyclone (H-201).....	III-2
3.5	Cyclone (H-202).....	III-3
3.6	Reformer (R-203)	III-3
3.7	Scrubber (D-301).....	III-4
3.8	Knock Out Drum (D-302).....	III-4
3.9	Pressure Swing Adsorption (D-401).....	III-5
BAB IV	NERACA ENERGI	IV-1
4.1	Rotary Dryer (B-101).....	IV-1
4.2	Gasifier (R-202).....	IV-1
4.3	Cyclone (H-202).....	IV-1
4.4	Char Combustor (R-201)	IV-2
4.5	Cyclone (H-201).....	IV-2
4.6	Reformer (R-203)	IV-2
4.7	Waste Heat Boiler (E-201).....	IV-2
4.8	Scrubber (D-301).....	IV-3
4.9	Cooler (E-301).....	IV-3
4.10	Knock Out Drum (D-302)	IV-3

	4.11 Pressure Swing Adsorption (D-401).....	IV-3
BAB V	SPESIFIKASI PERALATAN.....	V-1
	5.1 Gudang Penyimpanan Kayu Karet (F-101).....	V-1
	5.2 Gudang Olivine (F-102).....	V-1
	5.3 Gudang MgO (F-103).....	V-2
	5.4 Grinder (C-101).....	V-2
	5.5 Bucket Elevator (J-101).....	V-3
	5.6 Screw Conveyer (J-105).....	V-3
	5.7 Screw Conveyer (J-106).....	V-4
	5.8 Belt Conveyer (J-102).....	V-4
	5.9 Belt Conveyer (J-103).....	V-5
	5.10 Belt Conveyer (J-106).....	V-5
	5.11 Rotary Dryer (B-101).....	V-6
	5.12 Gasifier (R-202).....	V-6
	5.13 Cyclone (H-202).....	V-7
	5.14 Cyclone (H-201).....	V-8
	5.15 Char Combustor (R-201).....	V-9
	5.16 Blower 1 (G-201).....	V-10
	5.17 Blower 2 (G-202).....	V-11
	5.18 Blower 3 (G-203).....	V-11
	5.19 Reformer (R-203).....	V-11
	5.20 Waste Heat Boiler (E-201).....	V-12
	5.21 Scrubber (D-301).....	V-12
	5.22 Pompa (L-301).....	V-13
	5.23 Cooler (E-301).....	V-13
	5.24 Knock Out Drum (D-302).....	V-14
	5.25 Kompresor (G-301).....	V-15
	5.26 Pressure Swing Adsorption (D-401).....	V-15
	5.27 Tangki Penyimpanan Hidrogen (T-401).....	V-16
BAB VI	INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA.....	VI-1
	6.1 Instrumentasi.....	VI-1
	6.2 Keselamatan Kerja.....	VI-5

6.3 Keselamatan Kerja pada Pabrik Pembuatan Hidrogen	VI-6
6.3.1 Pencegahan terhadap Kebakaran dan Peledakan	VI-6
6.3.2 Peralatan Perlindungan Diri.....	VI-7
6.3.3 Keselamatan Kerja terhadap Listrik.....	VI-8
6.3.4 Pencegahan terhadap Gangguan Kesehatan.....	VI-8
6.3.5 Pencegahan terhadap Bahaya Mekanis	VI-8
BAB VII UTILITAS.....	VII-1
7.1 Kebutuhan Uap air (<i>Steam</i>)	VII-1
7.2 Kebutuhan Air Pendingin.....	VII-2
7.2.1 <i>Screening</i>	VII-5
7.2.2 Pengendapan	VII-5
7.2.3 Klarifikasi	VII-5
7.2.4 Filtrasi.....	VII-6
7.2.5 Demineralisasi	VII-7
7.2.5.1 Penukar Kation (<i>Cation Exchanger</i>)	VII-7
7.2.5.2 Penukar Anion (<i>Anion Exchanger</i>)	VII-9
7.2.6 Deaerator	VII-10
7.3 Kebutuhan Bahan Kimia	VII-10
7.4 Kebutuhan Listrik	VII-11
7.5 Spesifikasi Peralatan Utilitas.....	VII-13
7.5.1 <i>Screening</i> (SC).....	VII-13
7.5.2 Pompa <i>Screening</i> (PU-01).....	VII-13
7.5.3 Bak Sedimentasi (BS)	VII-13
7.5.4 Pompa Sedimentasi (PU-02)	VII-14
7.5.5 Tangki Pelarutan Alum [$Al_2(SO_4)_3$] (TP-01).....	VII-14
7.5.6 Pompa Alum (PU-03)	VII-14
7.5.7 Tangki Pelarutan Soda Abu [Na_2CO_3] (TP-02).....	VII-15
7.5.8 Pompa Soda Abu (PU-04).....	VII-15
7.5.9 Clarifier (CL)	VII-15
7.5.10 Pompa Clarifier (PU-05).. ..	VII-16
7.5.11 Sand Filter (SF)	VII-16
7.5.12 Pompa Sand Filter (PU-06).....	VII-16

7.5.13	Tangki Utilitas – 01 (TU-01)	VII-17
7.5.14	Pompa Cation Exchanger-01 (PU-07)	VII-17
7.5.15	Tangki Pelarutan H ₂ SO ₄ (TP-03)	VII-17
7.5.16	Pompa H ₂ SO ₄ (PU-10)	VII-18
7.5.17	Penukar Kation / <i>Cation Exchanger</i> (CE)	VII-18
7.5.18	Pompa Cation Exchanger (PU-11)	VII-19
7.5.19	Pelarutan Natrium Hidroksida [NaOH] (TP-04)	VII-19
7.5.20	Pompa NaOH (PU-12)	VII-19
7.5.21	Penukar Anion / Anion Exchanger (AE)	VII-20
7.5.22	Pompa Anion Exchanger (PU-13)	VII-20
7.5.23	Pompa Tangki Utilitas – 01 (PU-08)	VII-20
7.5.24	Menara Pendingin Air / Water Cooling Tower (CT)	VII-21
7.5.25	Pompa Menara Pendingin Air (PU-16)	VII-21
7.5.26	Tangki Kaporit (TP-05)	VII-21
7.5.27	Pompa Kaporit (PU-14)	VII-22
7.5.28	Pompa Tangki Utilitas – 01 (PU-09)	VII-22
7.5.29	Tangki Utilitas – 02 (TU-02)	VII-22
7.5.30	Pompa Domestik (PU-15)	VII-23
7.5.31	Dearetor (DE)	VII-23
7.5.32	Pompa Waste Heat Boiler (PU-17)	VII-23
BAB VIII	LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK	VIII-1
8.1	Lokasi Pabrik	VIII-4
8.2	Tata Letak Pabrik	VIII-7
8.3	Perincian Luas Tanah	VIII-9
BAB IX	ORGANISASI DAN MANAJEMEN PERUSAHAAN	IX-1
9.1	Organisasi Perusahaan	IX-1
9.1.1	Bentuk Organisasi Garis	IX-2
9.1.2	Bentuk Organisasi Fungsional	IX-2
9.1.3	Bentuk Organisasi Garis dan Staf	IX-3
9.1.4	Bentuk Organisasi Fungsional dan Staf	IX-3
9.2	Manajemen Perusahaan	IX-3
9.3	Bentuk Hukum Badan Usaha	IX-5

9.4 Uraian Tugas, Wewenang, dan Tanggung Jawab.....	IX-6
9.4.1 Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS)	IX-6
9.4.2 Dewan Komisaris.....	IX-6
9.4.3 Direktur	IX-7
9.4.4 Sekretaris	IX-7
9.4.5 Manager Teknik dan Produksi.....	IX-7
9.4.6 Manager Umum dan Keuangan	IX-7
9.4.7 Manager R & D (<i>Research & Development</i>).....	IX-8
9.5 Sistem Kerja	IX-8
9.6 Jumlah Karyawan dan Tingkat Pendidikan.....	IX-9
9.7 Fasilitas Tenaga Kerja.....	IX-10
9.8 Sistem Penggajian.....	IX-11
BAB X ANALISIS EKONOMI	X-1
10.1 Modal Investasi.....	X-1
10.1.1 Modal Investasi Tetap (MIT).....	X-1
10.1.2 Modal Kerja / <i>Working Capital</i> (WC).....	X-3
10.2 Biaya Produksi Total (BPT) / <i>Total Cost</i> (TC)	X-4
10.2.1 Biaya Tetap / <i>Fixed Cost</i> (FC)	X-4
10.2.2 Biaya Variabel / <i>Variable Cost</i> (VC).....	X-4
10.3 Total Penjualan	X-5
10.4 Bonus Perusahaan	X-5
10.5 Perkiraan Rugi/Laba Usaha.....	X-5
10.6 Analisa Aspek Ekonomi.....	X-5
10.6.1 <i>Profit Margin</i> (PM).....	X-5
10.6.2 <i>Break Even Point</i> (BEP)	X-6
10.6.3 <i>Return on Investment</i> (ROI)	X-6
10.6.4 <i>Pay Out Time</i> (POT).....	X-7
10.6.5 <i>Return on Network</i> (RON)	X-7
10.6.6 <i>Internal Rate of Return</i> (IRR)	X-7
BAB XI KESIMPULAN	XI-1
DAFTAR PUSTAKA	xiii
LAMPIRAN A PERHITUNGAN NERACA MASSA.....	LA-1

LAMPIRAN B PERHITUNGAN NERACA ENERGI.....	LB-1
LAMPIRAN C PERHITUNGAN SPESIFIKASI PERALATAN	LC-1
LAMPIRAN D PERHITUNGAN SPESIFIKASI PERALATAN UTILITAS .	LD-1
LAMPIRAN E PERHITUNGAN ASPEK EKONOMI	LE-1

DAFTAR GAMBAR

Gambar 8.1	Tata Letak Pabrik Hidrogen	VIII-10
Gambar 9.1	Bagan Struktur Organisasi Perusahaan Pabrik Pembuatan Hidrogen.....	IX-13
Gambar LD-1	Sketsa Sebagian <i>Bar Screen</i> (dilihat dari atas).....	LD-1
Gambar LD-2	Grafik Entalpi dan Temperatur Cairan pada <i>Cooling Tower</i>	LD-53
Gambar LD-3	Kurva H_y terhadap $1/(H_y^* - H_y)$	LD-54
Gambar LE-1	Harga Peralatan untuk Tangki Penyimpanan	LE-5
Gambar LE-2	Grafik Break Even Point (BEP).....	LE-30

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Kebutuhan impor hidrogen di Indonesia.....	I-2
Tabel 2.1	Luas Areal Tanaman Karet di Indonesia Berdasarkan Status Pengusahanya	II-3
Tabel 2.2	Komposisi dari pohon kayu karet.....	II-3
Tabel 2.3	Konversi Reaksi pada Reformer.....	II-13
Tabel 3.1	Neraca Massa pada <i>Rotary Dryer</i> (B-101).....	III-1
Tabel 3.2	Neraca Massa pada <i>Char Combustor</i> (R-201).....	III-1
Tabel 3.3	Neraca Massa pada <i>Gasifier</i> (R-202).....	III-2
Tabel 3.4	Neraca Massa pada <i>Cyclone</i> (H-201)	III-2
Tabel 3.5	Neraca Massa pada <i>Cyclone</i> (H-202)	III-3
Tabel 3.6	Neraca Massa pada <i>Reformer</i> (R-203)	III-3
Tabel 3.7	Neraca Massa pada <i>Scrubber</i> (D-301).....	III-4
Tabel 3.8	Neraca massa untuk <i>Knock Out Drum</i> (D-302).....	III-4
Tabel 3.9	Neraca Massa untuk <i>Pressure Swing Adsorption</i> (D-401)	III-5
Tabel 4.1	Neraca Massa pada <i>Rotary Dryer</i> (B-101).....	IV-1
Tabel 4.2	Neraca Panas pada <i>Char Combustor</i> (R-201).....	IV-1
Tabel 4.3	Neraca Panas pada <i>Cyclone</i> (H-201)	IV-1
Tabel 4.4	Neraca Panas pada <i>Gasifier</i> (R-202)	IV-2
Tabel 4.5	Neraca Panas pada <i>Cyclone</i> (H-202)	IV-2
Tabel 4.6	Neraca Panas pada <i>Reformer</i> (R-203)	IV-2
Tabel 4.7	Neraca Energi pada <i>Water Heat Boiler</i> (E-201).....	IV-2
Tabel 4.8	Neraca Energi pada <i>Scrubber</i> (D-301)	IV-3
Tabel 4.9	Neraca Energi pada <i>Cooler</i> (E-301)	IV-3
Tabel 4.10	Neraca Energi pada <i>Knock Out Drum</i> (D-302).....	IV-3
Tabel 4.11	Neraca Energi pada <i>Pressure Swing Adsorber</i> (D-401)	IV-3
Tabel 6.1	Daftar Penggunaan Instrumentasi pada Pra-Rancangan Pabrik Pembuatan Hidrogen dari Kayu Karet.....	VI-4
Tabel 7.1	Kebutuhan Uap (<i>Steam</i>) pada Alat Produksi.....	VII-1
Tabel 7.2	Kebutuhan Air Pendingin pada Alat Proses.....	VII-2

Tabel 7.3	Pemakaian Air Untuk Berbagai Kebutuhan.....	VII-3
Tabel 7.4	Kualitas Air Sungai Silau Asahan,Sumaera Utara	VII-4
Tabel 8.1	Perincian Luas Tanah.....	VIII-9
Tabel 8.2	Tata Letak Pra Rancangan Pabrik Pembuatan Hidrogen Dengan Metode Gasifikasi Kayu Karet.....	VIII-10
Tabel 9.1	Jadwal Kerja Karyawan <i>Shift</i>	IX-9
Tabel 9.2.	Jumlah Karyawan dan Kualifikasinya	IX-10
Tabel 9.3	Perincian Gaji Karyawan	IX-12
Tabel LA-1	Neraca Massa pada Rotary Dryer (B-101).....	LA-2
Tabel LA-2	Komposisi Kayu Karet (basis kering).....	LA-3
Tabel LA-3	Karbon pada Gas Sintesa	LA-3
Tabel LA-4	Hidrogen pada Gas Sintesa	LA-4
Tabel LA-5	Karbon pada Gas Sintesa	LA-5
Tabel LA-6	Komposisi char SKK	LA-6
Tabel LA-7	Aliran Massa Masing-Masing Komponen Udara Belebih (<i>excess air</i>)	LA-7
Tabel LA-8	Neraca Massa pada Char Combustor (R-201).....	LA-8
Tabel LA-9	Parameter Operasi Gasifier, Yield, dan Komposisi Gas Hasil Sintesa	LA-9
Tabel LA-10	Aliran Massa Komponen Gas.....	LA-10
Tabel LA-11	Neraca Massa pada Gasifier (R-202).....	LA-11
Tabel LA-12	Neraca Massa pada Cyclone (H-201)	LA-14
Tabel LA-13	Neraca Massa pada Cyclone (H-202)	LA-15
Tabel LA-14	Neraca Massa pada Reformer(R-203)	LA-22
Tabel LA-15	Komposisi Umpan Gas Masuk Scrubber	LA-24
Tabel LA-16	Komponen Uap dan Cairan aliran keluar Scrubber.	LA-25
Tabel LA-17	Komposisi Aliran 22.....	LA-26
Tabel LA-18	Neraca Massa pada Scrubber (D-301).....	LA-27
Tabel LA-19	Komponen Uap dan Cairan aliran keluar Knock Out Drum.....	LA-29
Tabel LA-20	Neraca Massa pada Knock Out Drum (D-302).....	LA-29
Tabel LA-21	Neraca Massa pada Pressure Swing Adsorption (D-401).....	LA-31
Tabel LB-1	Data Kapasitas Panas Komponen Gas (kJ/mol K)	LB-1

Tabel LB-2	Data Panas Perubahan Fasa Komponen.....	LB-1
Tabel LB-3	Data Kapasitas Panas Komponen Cair (kJ/mol K).....	LB-1
Tabel LB-4	Data Panas Reaksi Pembentukan Komponen.....	LB-2
Tabel LB-5	Neraca Panas Masuk Alur 2.....	LB-3
Tabel LB-6	Neraca Panas Masuk Alur 3.....	LB-3
Tabel LB-7	Neraca Panas Keluar Alur 4.....	LB-4
Tabel LB-8	Neraca Panas Rotary Dryer (B-101).....	LB-4
Tabel LB-9	Neraca Panas Masuk Alur 16.....	LB-5
Tabel LB-10	Neraca Panas Masuk Alur 11.....	LB-5
Tabel LB-11	Neraca Panas Masuk Alur 13.....	LB-5
Tabel LB-12	Neraca Panas Keluar Alur 6.....	LB-6
Tabel LB-13	Neraca Panas pada <i>Char Combustor</i> (R-201).....	LB-6
Tabel LB-14	Neraca Panas Keluar Masuk 7.....	LB-7
Tabel LB-15	Neraca Panas Keluar Alur 8.....	LB-8
Tabel LB-16	Neraca Panas pada <i>Cyclone</i> (H-201).....	LB-8
Tabel LB-17	Neraca Panas Keluar Masuk 8.....	LB-9
Tabel LB-18	Neraca Panas Keluar Alur 14.....	LB-9
Tabel LB-19	Neraca Panas Masuk Alur 5.....	LB-10
Tabel LB-20	Neraca Panas pada <i>Gaisfier</i> (R-202).....	LB-10
Tabel LB-21	Neraca Panas Keluar Alur 15.....	LB-11
Tabel LB-22	Neraca Panas Keluar Alur 16.....	LB-11
Tabel LB-23	Neraca Panas pada <i>Cyclone</i> (H-202).....	LB-11
Tabel LB-24	Neraca Panas Keluar Alur 17.....	LB-12
Tabel LB-25	Neraca Panas Keluar Alur 19.....	LB-12
Tabel LB-26	Neraca Panas Keluar Alur 18.....	LB-13
Tabel LB-27	Neraca Panas pada <i>Reformer</i> (R-203).....	LB-14
Tabel LB-28	Neraca Panas Keluar Alur 20.....	LB-15
Tabel LB-29	Neraca Energi pada Waste Heat Boiler (E-201).....	LB-16
Tabel LB-30	Neraca Panas Keluar Alur 21.....	LB-17
Tabel LB-31	Neraca Panas Keluar Alur 24.....	LB-17
Tabel LB-32	Neraca Panas Keluar Alur 22.....	LB-18
Tabel LB-33	Neraca Energi Pada <i>Scrubber</i> (D-301).....	LB-18

Tabel LB-34	Neraca Panas Masuk Alur 23	LB-19
Tabel LB-35	Neraca Panas Keluar Alur 25	LB-19
Tabel LB-36	Neraca Energi pada Cooler (E-301)	LB-20
Tabel LB-37	Neraca Panas keluar Alur 26	LB-21
Tabel LB-38	Neraca Panas Keluar Alur 27	LB-21
Tabel LB-39	Neraca Energi pada Knock Out Drum (D-302).....	LB-22
Tabel LB-40	Neraca Panas Keluar Alur 28	LB-22
Tabel LB-41	Neraca Panas Keluar Alur 29	LB-23
Tabel LB-42	Neraca Energi pada Pressure Swing Adsorber (D-401)	LB-23
Tabel LD-1	Perhitungan Entalpi dalam Penentuan Tinggi Menara Pendingin.....	LD-53
Tabel LE-1	Perincian Harga Bangunan	LE-2
Tabel LE-2	Harga Indeks <i>Marshall</i> dan <i>Swift</i>	LE-3
Tabel LE-3	Estimasi Harga Peralatan Proses	LE-6
Tabel LE-4	Estimasi Harga Peralatan Utilitas	LE-7
Tabel LE-5	Biaya Sarana Transportasi.....	LE-10
Tabel LE-6	Perincian Gaji	LE-14
Tabel LE-7	Perincian Biaya Kas.....	LE-16
Tabel LE-8	Perincian Modal Kerja	LE-17
Tabel LE-9	Aturan Depresiasi Sesuai UU Republik Indonesia No. 17 Tahun 2000	LE-18
Tabel LE-10	Perhitungan Biaya Depresiasi Sesuai UU Republik Indonesia No. 17 Tahun 2000	LE-19
Tabel LE-11	Data Perhitungan BEP	LE-27
Tabel LE-12	Data Perhitungan <i>Internal Rate Return</i> (IRR).....	LE-28