

**PRA RANCANGAN PABRIK SORBITOL DARI SINGKONG MENGGUNAKAN
KATALIS RANEY NICKEL PADA PROSES HIDROGENASI KATALITIK
KAPASITAS 11.000 TON/TAHUN**



SKRIPSI

**Diajukan Untuk Memenuhi
Persyaratan Kelulusan Mata Kuliah Skripsi dan Seminar Skripsi pada Jurusan S.Tr
Teknologi Rekayasa Kimia Industri, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro**

Disusun Oleh :

Panbres Pandia

40040119650012

**PRODI S-TR TEKNOLOGI REKAYASA KIMIA INDUSTRI
DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI
SEKOLAH VOKASI
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2023**

HALAMAN PENGESAHAN

HALAMAN PEGESAHAN

**PRA RANCANGAN PABRIK SORBITOL DARI SINGKONG MENGGUNAKAN
KATALIS RANEY NICKEL PADA PROSES HIDROGENASI KATALITIK
KAPASITAS 11.000 TON/TAHUN**

SKRIPSI

**Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Terapan
Teknik**

Disusun Oleh :

Panbres Pandia

40040119650012

Disetujui dan Disahkan Sebagai Laporan Tugas Akhir (Skripsi)

Semarang, Agustus 2023

Dosen Pembimbing



Dr. Fahmi Arifan, S.T., M.Eng

NIP. 198002202005011001

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Panbres Pandia
NIM : 40040119650012
Judul Tugas Akhir/Skripsi : Pra Rancangan Pabrik Sorbitol Dari Singkong
Menggunakan Katalis Raney Nickel Pada Proses
Hidrogenasi Katalitik Kapasitas 11.000 Ton/Tahun
Fakultas/Jurusan : Sekolah Vokasi/Teknologi Rekayasa Kimia Industri

Menyatakan bahwa skripsi ini merupakan hasil karya saya dan partner atas nama Nourma Puspa Amalia/Panbres Pandia didampingi oleh Pembimbing Skripsi dan bukan hasil jiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Diponegoro sesuai aturan yang berlaku. Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Semarang, 7 Agustus 2023



Panbres Pandia

NIM. 40040119650012



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEKOLAH VOKASI
PROGRAM STUDI
TEKNOLOGI REKAYASA KIMIA INDUSTRI

Jalan Prof. Sudarto, S.H.
Tembalang, Semarang Kode Pos 50275
Tel./Faks. (024) 7471379
www.trki.vokasi.undip.ac.id
email: trki@live.undip.ac.id

HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI

Judul Skripsi : Prancangan Pabrik *Sorbitol* Dari Singkong Menggunakan Katalis Raney
Nickel Pada Proses Hydrogen Katalitik Kapasitas 11.000 Ton/Tahun

Identitas Penulis:

Nama : Panbres Pandia
NIM : 40040119650012
Fakultas : Sekolah Vokasi/S.Tr Teknologi Rekayasa Kimia Industri

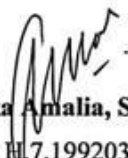
Laporan Skripsi ini telah disahkan dan disetujui pada:

Hari : *Jumat*
Tanggal : *11 Agustus 2023*

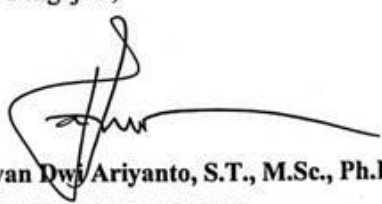
Semarang, 11 Agustus 2023

Mengetahui,
Tim Penguji

Penguji I,


Rizka Amalia, S.T., M.T.
NIP. H.7.199203122018072001

Penguji II,


Hermawan Dwi Ariyanto, S.T., M.Sc., Ph.D.
NIP. H.7.199005152021021001

RINGKASAN

Prancangan pabrik sorbitol dari singkong dengan proses hidrogenasi katalitik dengan kapasitas 11.000 ton/tahun ini dilakukan untuk memenuhi kebutuhan sorbitol dalam dan luar negeri. Pabrik ini direncanakan untuk didirikan di kawasan Cilegon, Jawa Barat pada tahun 2023 dan beroperasi pada tahun 2025. Bahan baku yang digunakan yaitu singkong yang diperoleh dari wilayah Jawa Barat dan bahan baku hidrogen diperoleh dari PT. Air Liquide Indonesia.

Sorbitol (D-Glucitol) merupakan pemanis yang tergolong sebagai gula alkohol atau polyol yang termasuk turunan dari glukosa. Sorbitol memiliki sifat tidak berbau, dapat ditemukan pada buah dan tumbuhan. Sorbitol memiliki kandungan kalori yang lebih rendah dibandingkan dengan glukosa, sehingga sorbitol dapat digunakan sebagai pemanis produk makanan dan bahan kosmetik. Sorbitol memiliki tingkat kemanisan sebesar 0,5-0,7 kali tingkat kemanisan sukrosa dengan nilai kalori sebesar 2,8 kkal/gram atau setara 10,87 kJ/gram. Sorbitol tidak menimbulkan efek toksik, tidak menyebabkan karies gigi dan dapat sebagai pengganti pemanis rendah kalori, sehingga aman untuk dikonsumsi manusia serta penderita penyakit diabetes.

Proses produksi sorbitol dengan cara mereaksikan bahan baku berupa singkong, dimana glukosa yang terdapat pada singkong dengan hidrogen. Di dalam reaktor hidrogenasi dengan bantuan katalis *Raney Nickel* untuk mempercepat reaksi. Tekanan dalam proses hidrogenasi katalitik dengan system reaktor *trickle bed* sebesar 500-2000 psig, dengan suhu sekitar 130-180°C. Laju *feed* dalam sekitar 0.5- 3.5 Vf/Hr/Vc (volume feed per jam per volume katalis).

Alat utama yang digunakan dalam proses produksi sorbitol yaitu *crusher, filter press*, tangki penyimpanan bahan baku, reaktor hidrogenasi katalitik, *rotary vacuum filter*, evaporator, *knock out drum, ion exchanger*. Alat pendukung pada proses produksi sorbitol yaitu *heat exchanger, separator flash drum, pompa, cooler*. Unit pendukung lainnya pada proses atau yang dikenal sebagai utilitas yang digunakan dalam pabrik yaitu unit penyediaan air dan pengolahan air, unit pengadaan listrik, unit pengadaan steam, unit pengadaan bahan bakar, unit pengadaan udara tekan, laboratorium, unit pengolahan limbah.

Hasil Analisa ekonomi terhadap pabrik sorbitol berupa *fixed capital investment* sebesar US\$ 57.966.321,20. *Working capital investment* sebesar US\$ 4.585.726,96. *Capital investment* sebesar US\$ 61.185.985,97. Serta biaya produksi, antara lain: manufacturing cost sebesar US\$ 27.469.034,62. *General expense* sebesar US\$ 5.294.274,47. Didapatkan total *production cost* sebesar US\$ 32.763.309,10. ROI (*Rate of Investment*) sebesar 18,54%, POT (*Pay Out Time*)

selama 4,52 tahun, BEP (*Break Even Point*) sebesar 37,32%, SDP (*Shut Down Point*) sebesar 19,47% dan IRR (*Internal Rate of Return*) sebesar 13%. Dari hasil evaluasi ekonomi pabrik sorbitol kapasitas 11.000 ton/tahun ini layak untuk didirikan.

SUMMARY

The design of the sorbitol plant from cassava flour with a catalytic hydrogenation process with a capacity of 11,000 tons/year is carried out to meet domestic and foreign sorbitol needs. This factory is planned to be established in the Cilegon area, West Java in 2023 and operational in 2026. The raw material used is cassava obtained from West Java and hydrogen raw material obtained from PT. Air Liquide Indonesia.

Sorbitol (D-Glucitol) is a sweetener that is classified as a sugar alcohol or polyol which is a derivative of glucose. Sorbitol has odorless properties, can be found in fruits and plants. Sorbitol has a lower calorie content compared to glucose, so sorbitol can be used as a sweetener for food products and cosmetic ingredients. Sorbitol has a sweetness level of 0.5-0.7 times the sweetness level of sucrose with a calorific value of 2.8 kcal/gram or the equivalent of 10.87 kJ/gram. Sorbitol does not cause toxic effects, does not cause dental caries and can be used as a substitute for low-calorie sweeteners, making it safe for human consumption and diabetics.

The process of producing sorbitol by reacting raw materials in the form of cassava flour, where the glucose contained in cassava flour with hydrogen. Inside the hydrogenation reactor with the help of a Raney Nickel catalyst to speed up the reaction. The pressure in the catalytic hydrogenation process with a trickle bed reactor system is 500-2000 psig, with a temperature of around 130-180oC. Feed rate in approx. 0.5- 3.5 Vf/Hr/Vc (feed volume per hour per volume of catalyst).

The main tools used in the sorbitol production process are crushers, filter presses, raw material storage tanks, catalytic hydrogenation reactors, rotary vacuum filters, evaporators, knock out drums, and ion exchangers. Supporting tools in the sorbitol production process are heat exchangers, flash drum separators, pumps, coolers. Other supporting units in the process or known as utilities used in the factory are water supply and water treatment units, electricity supply units, steam supply units, fuel supply units, compressed air supply units, laboratories, waste treatment units.

The results of the economic analysis of the sorbitol factory in the form of a fixed capital investment of US\$ 57,966,321.20. Working capital investment of US \$ 4,585,726.96. Capital investment of US \$ 61,185,985.97. As well as production costs, including: manufacturing cost of US\$ 27,469,034.62. General expense of US\$ 5,294,274.47. A total production cost of US\$ 32,763,309.10 was obtained. ROI (Rate of Investment) of 18.54%, POT (Pay Out Time) for 4.52 years, BEP (Break Even Point) of 37.32%, SDP (Shut Down Point) of 19.47% and IRR

(Internal Rate of Return) of 13%. From the results of an economic evaluation, the sorbitol factory with a capacity of 11,000 tons/year is feasible to build.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan hidayah-Nya, skripsi dengan judul **“Pra Rancangan Pabrik Sorbitol Dari Singkong Menggunakan Katalis Raney Nickel Pada Proses Hidrogenasi Katalitik Kapasitas 11.000 Ton/Tahun”** dapat terselesaikan dengan baik. Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari dukungan dan peran yang diberikan oleh berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis akan menyampaikan terima kasih kepada :

1. The Alpha Jesust Christ.
2. Orang tua saya, Bapak Monni Pandia dan Ibu Aslina Ginting serta kakak saya Ica pandia dan dan adek saya rani pandia yang merupakan keluarga penulis yang selalu memberikan semangat, doa, cinta, kasih sayang serta dukungan kepada penulis baik secara moral maupun material
3. Diri saya sendiri, yang telah mampu konsisten menyelesaikan skripsi ini. Terimakasih karena selalu berpikir positif ketika keadaan sempit tidak berpihak, dan selalu berusaha mempercayai diri sendiri, hingga akhirnya diri saya mampu membuktikan bahwa saya bisa mengandalkan diri sendiri.
4. Mohamad Endy Julianto, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi S-Tr Teknologi Rekayasa Kimia Industri yang telah memberikan kesempatan bagi penulis untuk melakukan penyusunan skripsi.
5. Dr. Fahmi Arifan, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah membimbing, mengarahkan, mendukung selama proses penyusunan skripsi.
6. Mohamad Endy Julianto, S.T., M.T. selaku Dosen Wali yang senantiasa memberikan nasihat dan arahan terkait perkuliahan dan persiapan ketika di dunia kerja nantinya
7. Seluruh dosen, tenaga kependidikan dan staff administrasi Program Studi S-Tr Teknologi Rekayasa Kimia Industri yang telah memberikan kelancaran selama proses perkuliahan.
8. Nourma Puspa Amalia sebagai partner skripsi yang telah berjuang bersama, memberikan semangat, meluangkan waktu, tenaga dan materi dalam penyusunan skripsi ini

9. Teman-teman Arzhimistri 2019 yang telah membantu meberikan semangat dan telah berproses bersama dengan penulis dalam kehidupan selama perkuliahan.
10. Teman teman XOXO. Timo, Erwina, Bastian, Bayu, Nomi, Utik, Epi. Terima kasih atas canda tawa yang kalian berikan, dorongan dan doa, dan keluarga baru untuk penulis selama di semarang.
11. Seseorang spesial yang menemani penulis dari mulai dan sampai selesainya skripsi ini yaitu Ivony. Terimakasih atas semangat, Dukungan, Tempat Cerita, Bercanda untuk Penulis.
12. Teman-teman Poniman Squad, Bang Goklas, Bang Bima, Dio, Bayu, Timo, Adit, Jepri, Agave, Janji, Brian, Ciko, Nael, Kia, Teguh, Bang Andre, Pram. Terima kasih atas kesenangan, canda tawa yang membahagiakan dan menjadi keluarga baru bagi penulis.
13. Teman teman pengurus PERMATA GBKP Semarang. Terima kasih telah menjadi tempat untuk berproses, bercerita, bermain bersama dan menjadi keluarga baru bagi penulis.
14. Teman Teman Galeria Aji. Terima kasih untuk segala canda tawanya, healingnya, les bahasa jawa untuk penulis

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun dari pembaca dan pihak terkait sangat diharapkan demi kesempurnaan laporan skripsi ini. Akhir kata, semoga laporan skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Semarang, 2023

Panbres Pandia

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	iii
RINGKASAN	iv
SUMMARY	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Penentuan Kapasitas Rancangan Pabrik	2
1.2.1 Proyeksi Impor	2
1.2.2 Proyeksi Ekspor	3
1.2.3 Ketersediaan Bahan Baku	5
1.2.4 Kapasitas Minimum Pabrik Sejenis	7
1.3. Penentuan Lokasi Pabrik	8
1.4. Tinjauan Proses	13
1.4.1. Sorbitol	13
1.4.2. Proses Hidrolisis Pati dari Tepung Singkong Menjadi Glukosa	14
1.4.3. Proses Pembuatan Sorbitol	15
1.4.4. Kegunaan Sorbitol	17
BAB II DESKRIPSI PROSES	20
2.1 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk	20
2.1.1 Singkong	20
2.1.2 Hidrogen	20
2.1.3 Air	21
2.1.4 Sorbitol	23
2.1.5 Katalis Raney Nickel	21
2.1.6 Enzim <i>α</i>-Amylase	22
2.1.7 Enzim Glukoamilase	23
2.2 Konsep Reaksi	23
2.2.1 Dasar Reaksi	23

2.2.2	Mekanisme Reaksi.....	24
2.2.3	Kondisi Operasi.....	25
2.2.4	Tinjauan Kinetika	26
2.2.5	Tinjauan Thermodinamika	27
2.3	Langkah Proses	28
2.4	Diagram Blok	32
2.5	Diagram Alir	33
2.6	Neraca Massa dan Neraca Panas	34
2.6.1	Neraca Massa	34
2.6.2	Diagram Alir Neraca Massa	44
2.6.3	Neraca Panas.....	45
2.6.4	Diagram Alir Neraca Panas	54
2.7	Tata Letak dan Pemetaan	55
2.7.1	<i>Layout</i> Pabrik.....	55
2.7.2	<i>Layout</i> Peralatan Proses	58
BAB III SPESIFIKASI ALAT.....		60
3.1	<i>Crusher</i>	60
3.2	<i>Filter Press</i>	61
3.3	Tangki Penyimpanan Sorbitol.....	62
3.4	Pompa.....	63
3.5	<i>Heat Exchanger</i>	63
3.6	Reaktor Hidrogenasi Katalitik	65
3.7	<i>Rotary Vacuum Filter</i>	66
BAB IV UNIT PENDUKUNG PROSES DAN LABORATORIUM.....		68
4.1	Unit Pendukung Proses.....	68
4.1.1	Unit Penyediaan Air dan Pengolahan Air	68
4.2	Unit Pengadaan Listrik.....	78
4.2.1	Listrik untuk proses.....	78
4.2.2	Listrik untuk utilitas.....	79
4.2.3	Listrik untuk pengolahan limbah	79
4.2.4	Listrik untuk bengkel dan laboratorium.....	79
4.2.5	Listrik untuk instrumentasi atau alat <i>control</i>	80
4.2.6	Listrik untuk penerangan	80
4.2.7	Listrik untuk AC	82
4.2.8	Listrik untuk peralatan kantor.....	82

4.2.9	Generator.....	83
4.2.10	Spesifikasi Generator.....	83
4.3	Unit Pengadaan <i>Steam</i>	84
4.4	Unit Pengadaan Bahan Bakar	85
4.5	Laboratorium.....	85
4.5.1	Program Kerja Laboratorium.....	86
4.5.2	Parameter Uji dan Alat-Alat Utama Laboratorium.....	88
4.6	Unit Pengolahan Limbah	89
4.6.1	Pengolahan Limbah Cair	89
4.6.2	Pengolahan Limbah Gas	91
4.6.3	Pengolahan Limbah Padat	91
4.7	Kesehatan Keselamatan Kerja dan Lingkungan Hidup	92
4.8	Instrumentasi	92
BAB V	MANAJEMEN PERUSAHAAN	93
5.1	Bentuk Perusahaan.....	93
5.2	Struktur Organisasi.....	94
5.3	Tugas dan Wewenang	95
5.4	Kebutuhan Karyawan.....	99
5.4.1	Kebutuhan Karyawan	99
5.4.2	Jenis Tenaga Kerja	101
5.4.3	Jam Kerja Karyawan	101
5.5	Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji	102
5.5.1	Penggolongan Jabatan dan Keahlian	102
5.5.2	Jumlah Karyawan dan Gaji	103
5.6	Kesejahteraan Sosial Karyawan	104
5.7	<i>Corporate Social Responsibility (CSR)</i>	108
BAB VI	<i>TROUBLESHOOTING</i>	109
6.1	<i>Troubleshooting</i> pada Unit Penyimpanan.....	109
6.2	<i>Troubleshooting</i> pada Unit Pemindahan	111
6.3	<i>Troubleshooting</i> pada Unit Reaksi	112
6.4	<i>Troubleshooting</i> pada Unit Pemisah.....	114
6.5	<i>Troubleshooting</i> pada Unit Penukar Panas.....	116
BAB VII	ANALISA EKONOMI	118
7.1	Penaksiran Harga Peralatan	118
7.2	Dasar Perhitungan.....	122

7.2.1	Kapasitas Produksi	122
7.2.2	Kebutuhan Bahan Baku dan Produk	122
7.3	Perhitungan Biaya	122
7.3.1	<i>Capital Investment</i>	122
7.3.2	<i>Manufacturing Cost</i>	131
7.3.3	<i>General Expense</i>	137
7.4	Analisis Kelayakan	139
7.4.1	Profit (Keuntungan)	139
7.4.2	<i>Percent Profit on Sales (POS)</i>	140
7.4.3	<i>Return of Investment (ROI)</i>	140
7.4.4	<i>Pay Out Time (POT)</i>	140
7.4.5	<i>Internal Rate of Return (IRR)</i>	141
7.4.6	<i>Break Event Point (BEP)</i>	141
7.4.7	<i>Shut Down Point (SDP)</i>	142
7.5	Hasil Perhitungan	143
DAFTAR PUSTAKA		145

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Data Impor Ekspor Sorbitol di Indonesia dan Pertumbuhannya	3
Tabel 1. 2 Data Kebutuhan Sorbitol di Indonesia	4
Tabel 1. 3 Pabrik Penghasil Sorbitol di Indonesia.....	5
Tabel 1. 4 Data Permintaan Tahunan Sorbitol di Indonesia.....	7
Tabel 1. 5 Perusahaan yang membutuhkan Sorbitol.....	10
Tabel 1. 6 Perbedaan Sorbitol Powder dan Sorbitol Cair.....	14
Tabel 2. 1 Data Entalpi Reaksi Standard pada 298K	27
Tabel 2. 2 Harga ΔG °F masing-masing komponen pada suhu 298K	27
Tabel 2. 3 Neraca Massa pada <i>Crusher</i>	34
Tabel 2. 4 Neraca Massa pada Tangki Penampungan	35
Tabel 2. 5 Neraca Massa pada <i>Filter Press</i>	35
Tabel 2. 6 Neraca Massa pada Reaktor Liquefikasi.....	36
Tabel 2. 7 Neraca Massa pada Reaktor Sakarifikasi.....	37
Tabel 2. 8 Neraca Massa pada <i>Rotary Vacuum Filter</i>	38
Tabel 2. 9 Neraca Massa pada Reaktor Hidrogenasi Katalitik	39
Tabel 2. 10 Neraca Massa pada <i>Knock Out Drum</i>	40
Tabel 2. 11 Neraca Massa pada <i>Rotary Vacuum Filter</i>	40
Tabel 2. 12 Neraca Massa pada <i>Ion Exchanger</i>	41
Tabel 2. 13 Neraca Massa pada Evaporator	42
Tabel 2. 14 Neraca Massa <i>Overall</i>	43
Tabel 2. 15 Neraca Panas pada Reaktor Liquefikasi	45
Tabel 2. 16 Neraca Panas pada <i>Cooler Heat Exchanger</i>	46
Tabel 2. 17 Neraca Panas pada Reaktor Sakarifikasi.....	46
Tabel 2. 18 Neraca Panas pada <i>Heat Exchanger</i>	47
Tabel 2. 19 Neraca Panas pada <i>Heat Exchanger</i>	48
Tabel 2. 20 Neraca Panas pada Reaktor Hidrogenasi Katalitik	48
Tabel 2. 21 Neraca Panas pada <i>Knock Out Drum</i>	49
Tabel 2. 22 Neraca Panas pada <i>Cooler Heat Exchanger</i>	50
Tabel 2. 23 Neraca Panas pada Evaporator.....	51
Tabel 2. 24 Neraca Panas pada <i>Cooler Heat Exchanger</i>	51
Tabel 2. 25 Neraca Panas <i>Overall</i>	52
Tabel 2. 26 Perincian Penggunaan Tanah	57
Tabel 2. 27 Perincian Alat yang digunakan	59
Tabel 4. 1 Kebutuhan Air Proses	73
Tabel 4. 2 Kebutuhan Air Pendingin.....	74
Tabel 4. 3 Parameter yang harus diperhatikan dari Air Boiler	76
Tabel 4. 4 kebutuhan air umpan boiler	76
Tabel 4. 5 kebutuhan air umpan boiler	78
Tabel 4. 6 Listrik untuk utilitas	79
Tabel 4. 7 Kebutuhan Lumen <i>Outdoor</i>	80
Tabel 4. 8 Kebutuhan Lumen <i>Outdoor</i>	81
Tabel 4. 9 Kebutuhan AC <i>Outdoor</i>	82
Tabel 4. 10 Kebutuhan listrik untuk peralatan kantor.....	83
Tabel 4. 11 Kebutuhan panas pada alat	84
Tabel 4. 12 Keuntungan dan kerugian pada <i>Outdoor</i> boiler	84
Tabel 4. 13 Program kerja laboratorium.....	86

Tabel 4. 14 Parameter uji dengan alat.....	88
Tabel 5. 1 Jumlah kebutuhan karyawan	99
Tabel 5. 2 Tabel shift kerja karyawan.....	102
Tabel 5. 3 Pendidikan karyawan.....	103
Tabel 5. 4 Gaji karyawan	103
Tabel 6. 1 <i>Troubleshooting</i> unit penyimpanan	109
Tabel 6. 2 <i>Troubleshooting</i> unit pemindahan	111
Tabel 6. 3 <i>Troubleshooting</i> unit reaksi.....	112
Tabel 6. 4 <i>Troubleshooting</i> unit pemisah	114
Tabel 6. 5 <i>Troubleshooting</i> unit penukar panas	116
Tabel 7. 1 <i>Chemical Engineering Plant Cost Index</i>	119
Tabel 7. 2 Harga peralatan.....	120
Tabel 7. 3 Biaya kebutuhan bahan baku	122
Tabel 7. 4 Hasil produksi sorbitol	122
Tabel 7. 5 <i>Physical Plant Cost (PPC)</i>	126
Tabel 7. 6 <i>Fixed Capital Investment (FCI)</i>	128
Tabel 7. 7 <i>Working Capital Investment</i>	131
Tabel 7. 8 <i>Total Capital Investment</i>	131
Tabel 7. 9 Biaya bahan baku (<i>Raw Material</i>)	132
Tabel 7. 10 <i>Labor cost</i>	132
Tabel 7. 11 <i>Supervisory Expense</i>	133
Tabel 7. 12 <i>Direct Manufacturing Cost</i>	134
Tabel 7. 13 <i>Indirect Manufacturing Cost</i>	136
Tabel 7. 14 <i>Fixed Manufacturing Cost</i>	137
Tabel 7. 15 <i>Total Manufacturing Cost</i>	137
Tabel 7. 16 <i>General Expense</i>	139
Tabel 7. 17 Hasil evaluasi kelayakan.....	143
Tabel L.1. 1 Neraca Massa Pada <i>Crusher</i>	148
Tabel L.1. 2 Neraca Massa pada Tangki Penampungan.....	149
Tabel L.1. 3 Neraca Massa pada Filter Press.....	150
Tabel L.1. 4 Neraca Massa pada Reaktor Liquifikasi	152
Tabel L.1. 5 Neraca Massa pada Reaktor Sakarifikasi.....	153
Tabel L.1. 6 Neraca Massa pada <i>Rotary Vacuum Filter</i>	154
Tabel L.1. 7 Neraca Massa pada Reaktor Hidrogenasi Katalitik	156
Tabel L.1. 8 Neraca Massa pada <i>Knock Out Drum</i>	158
Tabel L.1. 9 Neraca Massa pada <i>Rotary Vacuum Filter-02</i>	159
Tabel L.1. 10 Neraca Massa pada Ion Exchanger	160
Tabel L.1. 11 Komponen Bahan Masuk	161
Tabel L.1. 12 Neraca Massa pada Evaporator	162
Tabel L. 2. 1 Kapasitas Panas Gas	164
Tabel L. 2. 2 Kapasitas Panas Cairan	165
Tabel L. 2. 3 Perhitungan <i>Enthalpy</i> Reaktan	167
Tabel L. 2. 4 Perhitungan <i>Enthalpy</i> Produk	167
Tabel L. 2. 5 Neraca Panas pada Reaktor Sakarifikasi	168
Tabel L. 2. 6 Perhitungan Q5	168
Tabel L. 2. 7 Neraca Panas pada <i>Cooler</i>	169
Tabel L. 2. 8 Perhitungan Q7	171

Tabel L. 2. 9 Neraca Panas pada Reaktor Sakarifikasi	171
Tabel L. 2. 10 Perhitungan Q9.....	172
Tabel L. 2. 11 Neraca Panas pada <i>Heat Exchanger-02</i>	172
Tabel L. 2. 12 Perhitungan Q9.....	173
Tabel L. 2. 13 Perhitungan Q11	174
Tabel L. 2. 14 Neraca Panas pada <i>Heat Exchanger-03</i>	174
Tabel L. 2. 15 Perhitungan ΔH° 298.15.....	175
Tabel L. 2. 16 Perhitungan ΔH Produk.....	175
Tabel L. 2. 17 Neraca Panas Reaktor Hidrogenasi Katalitik	176
Tabel L. 2. 18 Perhitungan Q16.....	177
Tabel L. 2. 19 Neraca Panas pada <i>Knock Out Drum</i>	177
Tabel L. 2. 20 Perhitungan Q19	178
Tabel L. 2. 21 Neraca Panas pada <i>Cooler HE-04</i>	178
Tabel L. 2. 22 Perhitungan ΔQ Produk Q21	179
Tabel L. 2. 23 Neraca Panas pada Evaporator.....	180
Tabel L. 2. 24 Perhitungan Q28.....	181
Tabel L. 2. 25 Neraca Panas pada <i>Cooler HE-05</i>	181
Tabel L. 3. 1 Sistem Pemipaan.....	190
Tabel L. 3. 2 LMTD	193
Tabel L. 3. 3 Perhitungan Komponen pada Qb	201
Tabel L. 3. 4 Perhitungan Komponen di Qf.....	202
Tabel L. 3. 5 Percobaan mencari id dengan <i>goal seek</i>	209
Tabel L. 4. 1 CEPCI.....	217
Tabel L. 4. 2 Hasil produksi	219
Tabel L. 4. 3 Harga peralatan.....	219
Tabel L. 4. 4 <i>Purchased Equipment Cost</i>	221
Tabel L. 4. 5 Biaya bangunan	224
Tabel L. 4. 6 Luas tanah.....	224
Tabel L. 4. 7 Physical Plant Cost (PPC)	226
Tabel L. 4. 8 Fixed Capital Investment (FCI)	227
Tabel L. 4. 9 Working Capital Investment (WCI).....	230
Tabel L. 4. 10 Total Capital Investment (TCI).....	230
Tabel L. 4. 11 Biaya bahan baku	230
Tabel L. 4. 12 Biaya labor	231
Tabel L. 4. 13 Biaya supervisi.....	231
Tabel L. 4. 14 <i>Direct Manufacturing Cost</i>	232
Tabel L. 4. 15 <i>Indirect Manufacturing Cost</i>	234
Tabel L. 4. 16 <i>Fixed Manufacturing Cost</i>	236
Tabel L. 4. 17 <i>Total Manufacturing Cost</i>	236
Tabel L. 4. 18 <i>Management Salaries</i>	236
Tabel L. 4. 19 <i>General Expense</i>	238
Tabel L. 4. 20 Hasil evaluasi kelayakan pabrik.....	243

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Grafik Data Impor Sorbitol	2
Gambar 1. 2 Grafik Data Ekspor Sorbitol	3
Gambar 1. 3 Lokasi Pabrik Sorbitol	12
Gambar 1. 4 Struktur Kimia Sorbitol	13
Gambar 2. 1 Diagram Blok	32
Gambar 2. 2 Diagram Alir	33
Gambar 2. 3 Aliran neraca massa pada <i>Crusher</i>	34
Gambar 2. 4 Aliran neraca massa pada Filter Press	35
Gambar 2. 5 Aliran neraca massa pada Reaktor Liquifikasi	36
Gambar 2. 6 Aliran neraca massa pada Reaktor Sakarifikasi	37
Gambar 2. 7 Aliran neraca massa pada <i>Rotary Vacuum Filter</i>	37
Gambar 2. 8 Aliran neraca massa pada Reaktor Hidrogenasi Katalitik	38
Gambar 2. 9 Aliran neraca massa pada <i>Knock Out Drum</i>	39
Gambar 2. 10 Aliran neraca massa pada <i>Rotary Vacuum Filter</i>	40
Gambar 2. 11 Aliran neraca massa Ion Exchanger	41
Gambar 2. 12 Aliran neraca massa Evaporator	42
Gambar 2. 13 Diagram Alir Neraca Mass	44
Gambar 2. 14 Aliran neraca panas Reaktor Liquifikasi	45
Gambar 2. 15 Aliran neraca panas <i>Cooler Heat Exchanger</i>	45
Gambar 2. 16 Aliran neraca panas Reaktor Sakarifikasi	46
Gambar 2. 17 Aliran neraca panas <i>Heat Exchanger</i>	47
Gambar 2. 18 Aliran neraca panas <i>Heat Exchanger</i>	47
Gambar 2. 19 Aliran panas Reaktor Hidrogenasi Katalitik	48
Gambar 2. 20 Aliran neraca panas <i>Knock Out Drum</i>	49
Gambar 2. 21 Aliran panas pada <i>Cooler Heat Exchanger</i>	50
Gambar 2. 22 Aliran panas pada Evaporator	50
Gambar 2. 23 Aliran panas <i>Cooler Heat Exchanger</i>	51
Gambar 2. 24 Neraca Panas <i>Overall</i>	54
Gambar 2. 25 <i>Layout</i> Pabrik	55
Gambar 2. 26 Tata Letak Peralatan Proses	58
Gambar 3. 1 <i>Jaw Crusher</i>	60
Gambar 3. 2 Filter Press	61
Gambar 3. 3 Tangki Penyimpanan Sorbitol	62
Gambar 3. 4 Pompa	63
Gambar 3. 5 <i>Heat Exchanger</i>	63
Gambar 3. 6 Reaktor Hidrogenasi Katalitik	65
Gambar 4. 1 Sistem Aliran tertutup (<i>Recirculation</i>)	74
Gambar 4. 2 Diagram Pengelolaan Limbah Cair menggunakan IPAL	89
Gambar 5. 1 Struktur Organisasi	94
Gambar 7. 1 Grafik CEPCI	120
Gambar 7. 2 Analisa kelayakan	143
Gambar L.1. 1 Diagram Blok Pembuatan Sorbitol	147
Gambar L.1. 2 Aliran neraca massa pada <i>Crusher</i>	148
Gambar L.1. 3 Aliran neraca massa pada Tangki Penampungan	149
Gambar L.1. 4 Aliran neraca massa pada Filter Press	150
Gambar L.1. 5 Aliran neraca massa pada Reaktor Liquifikasi	151

Gambar L.1. 6 Aliran neraca massa pada Reaktor Sakarifikasi	152
Gambar L.1. 7 Aliran neraca massa <i>Rotary Vacuum Filter</i>	154
Gambar L. 2. 1 Aliran neraca panas Reaktor Liquifikasi	165
Gambar L. 2. 2 Aliran neraca panas pada <i>Cooler</i>	168
Gambar L. 2. 3 Aliran neraca panas pada Reaktor Sakarifikasi	169
Gambar L. 2. 4 Aliran neraca panas pada <i>Heat Exchanger-02</i>	172
Gambar L. 2. 5 Aliran neraca panas pada <i>Heat Exchanger-03</i>	173
Gambar L. 2. 6 Aliran neraca panas pada Reaktor Hidrogenasi Katalitik	174
Gambar L. 2. 7 Aliran neraca panas pada <i>Knock Out Drum</i>	176
Gambar L. 2. 8 Aliran neraca panas pada <i>Cooler HE-04</i>	177
Gambar L. 2. 9 Aliran neraca panas pada Evaporator	178
Gambar L. 2. 10 Aliran neraca panas pada <i>Cooler HE-05</i>	180

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN I PERHITUNGAN NERACA MASSA	147
LAMPIRAN II PERHITUNGAN NERACA PANAS	163
LAMPIRAN III PERHITUNGAN SPESIFIKASI ALAT	182
LAMPIRAN IV PERHITUNGAN ANALISA EKONOMI	216