

**PRA PERANCANGAN PABRIK SORBITOL DARI PATI JAGUNG MENGGUNAKAN  
KATALIS *RANEY NICKEL* PADA PROSES HIDROGENASI KATALITIK KAPASITAS  
25.000 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:**

**Fatma Sekar Putri Dewanty**

**40040118650008**

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

**2022**

**PRA PERANCANGAN PABRIK SORBITOL DARI PATI JAGUNG  
MENGUNAKAN KATALIS *RANEY NICKEL* PADA PROSES HIDROGENASI  
KATALITIK KAPASITAS 25.000 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:**

**Fatma Sekar Putri Dewanty**

**40040118650008**

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

**2022**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**PRA PERANCANGAN PABRIK SORBITOL DARI PATI JAGUNG  
MENGUNAKAN KATALIS *RANEY NICKEL* PADA PROSES HIDROGENASI  
KATALITIK KAPASITAS 25.000 TON/TAHUN**

**SKRIPSI**

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

**Disusun Oleh:**

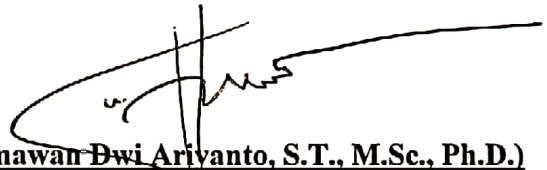
**Fatma Sekar Putri Dewanty**

**40040118650008**

**Disetujui dan Disahkan Sebagai Laporan Tugas Akhir (Skripsi)**

**Semarang, 16 Desember 2022**

**Dosen Pembimbing**



**(Hermawan Dwi Ariyanto, S.T., M.Sc., Ph.D.)**

**NIP. H.7. 199005152021021001**

**HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS**

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fatma Sekar Putri Dewanty  
NIM : 40040118650008  
Judul Tugas Akhir/Skripsi : Pra Perancangan Pabrik Sorbitol Dari Pati Jagung  
Menggunakan Katalis *Raney Nickel* Pada Proses Hidrogenasi  
Katalitik Kapasitas 25.000 Ton/Tahun  
Fakultas/Jurusan : Sekolah Vokasi/ Teknologi Rekayasa Kimia Industri

Menyatakan bahwa skripsi ini merupakan hasil karya saya dan partner atas nama Anindita Nur Aisyah didampingi Pembimbing 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, 16 Desember 2022



Fatma Sekar Putri Dewanty

NIM. 40040118650008

## RINGKASAN

Prarancangan pabrik sorbitol dari tepung jagung dengan proses hidrogenasi katalitik dengan kapasitas 25.000 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 adalah tepung jagung yang diperoleh dari PT Tereos FKS Indonesia, dan bahan baku hidrogen diperoleh dari PT. Air Liquide Indonesia.

Pabrik sorbitol merupakan pabrik dengan tingkat resiko yang rendah. Hal ini karena sorbitol memiliki sifat cukup stabil, tidak reaktif, mampu bertahan dalam suhu tinggi, tidak beracun, tidak mudah terbakar, serta tidak mudah meledak. Reaksi pembentukan sorbitol dari tepung jagung melalui dua mekanisme yaitu reaksi hidrolisis pati dan hidrogenasi katalitik. Mekanisme reaksi hidrolisis pati merupakan pembuatan glukosa dari pati dengan katalisator berupa enzim. Enzim yang digunakan yaitu enzim glukoamilase dan enzim amilase. Sedangkan untuk mekanisme hidrogenasi katalitik yaitu proses dengan cara mereaksikan glukosa dengan hidrogen di dalam reaktor hidrogenasi dengan bantuan katalis *raney nickel* untuk mempercepat reaksi. Pada reaksi hidrogenasi katalitik dipilih sistem reaktor *trickle bed* dengan kondisi operasi 145°C dan tekanan 88,12 atm untuk menghasilkan sorbitol. Konversi reaksi hidrolisis enzimatik pati dapat membentuk glukosa sebesar 90–95% dan konversi reaksi antara glukosa dan hidrogen membentuk sorbitol dalam fase cair yaitu 99,99%.

Alat-alat utama yang digunakan yaitu reaktor likuifikasi, reaktor sakarifikasi, reaktor *trickle bed*, *rotary vacuum filter*, *knocked out drum*, *heat exchanger*, evaporator, pompa dan *mixing tank*. Unit penunjang proses yaitu unit penyediaan air, pengolahan air, air pendingin, umpan boiler, unit pengadaan listrik, steam, bahan bakar, udara tekan, dan pengolahan limbah.

Hasil analisa ekonomi terhadap pabrik sorbitol berupa *fixed capital investment* sebesar US\$ 63.575.964,50. *Working capital investment* sebesar US\$ 6.850.449,21. *Capital investment* sebesar US\$ 81.870.087,32. Serta biaya produksi, antara lain: *manufacturing cost* sebesar US\$ 37.574.114,90. *General expense* sebesar US\$ 13.669.921,45. Didapatkan *total production cost* sebesar US\$ 51.244.036,36. ROI (*Rate of Investment*) sebesar 16,07%, POT (*Pay Out Time*) selama 5,08 tahun, BEP (*Break Even Poin*) sebesar 45,58%, SDP (*Shut Down Point*) sebesar 27,69% dan IRR (*Internal Rate of Return*) sebesar 62%. Dari hasil evaluasi ekonomi pabrik sorbitol kapasitas 25.000 ton/tahun ini layak untuk didirikan.

## SUMMARY

*The design of the sorbitol plant from corn flour with a catalytic hydrogenation process with a capacity of 25,000 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 2025. The raw material used is corn flour obtained from PT Tereos FKS Indonesia, and hydrogen raw materials obtained from PT. Air Liquide Indonesia.*

*Sorbitol factory is a factory with a low level of risk. This is because sorbitol is quite stable, non-reactive, able to withstand high temperatures, non-toxic, non-flammable, and non-explosive. The reaction of the formation of sorbitol from corn flour through two mechanisms, namely the reaction of starch hydrolysis and catalytic hydrogenation. The mechanism of the starch hydrolysis reaction is the manufacture of glucose from starch with an enzyme as a catalyst. The enzymes used are glucoamylase and amylase enzymes. Meanwhile, the catalytic hydrogenation mechanism is a process by reacting glucose with hydrogen in a hydrogenation reactor with the help of a Raney Nickel catalyst to speed up the reaction. In the catalytic hydrogenation reaction, a trickle bed reactor system was chosen with operating conditions of 145°C and 88.12 atm pressure to produce sorbitol. The conversion of starch enzymatic hydrolysis reactions to form glucose is 90%–95% and the conversion reaction between glucose and hydrogen to form sorbitol in the liquid phase is 99.99%.*

*The main tools used vizliquefaction reactors, saccharification reactors, trickle bed reactors, rotary vacuum filters, knocked out drums, heat exchangers, evaporators, pumps and mixing tanks. Process support units, namely water supply units, water treatment, cooling water, boiler feed, electricity supply units, steam, fuel, compressed air, and waste treatment.*

*The results of the economic analysis of the sorbitol factory in the form of a fixed capital investment of US\$ 63,575,964.50. Working capital investment of US\$ 6,850,449.21. Capital investment of US\$ 81,870,087.32. As well as production costs, including: Manufacturing costs of US\$ 37,574,114.90. General expense US\$ 13,669,921.45. Obtained a total production cost of US \$51,244,036.36. ROI (Rate of Investment) of 16.07%, POT (Pay Out Time) for 5.08 years, BEP (Break Even Points) of 45.58%, SDP (Shut Down Point) of 27.69% and IRR (Internal Rate of Return) of 62%. From the results of an economic evaluation, the sorbitol factory with a capacity of 25,000 tons/year is feasible to build.*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena atas berkat, rahmat serta hidayah-Nya, skripsi dengan judul “Pra Perancangan Pabrik Sorbitol dari Pati Jagung menggunakan Katalis *Raney Nickel* pada Proses Hidrogenasi Katalitik Kapasitas 25.000 Ton/Tahun” dapat terselesaikan dengan baik. Penyusunan laporan skripsi ini tidak lepas dari dukungan dan peran yang diberikan oleh berbagai pihak, maka dari itu pada kesempatan ini penulis akan menyampaikan terima kasih kepada:

1. 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
2. Hermawan Dwi Ariyanto, S.T., M.Sc., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah membimbing, mengarahkan, mendukung secara material dan moral selama proses penyusunan laporan skripsi.
3. Heny Kusumayanti, S.T., M.T. selaku Dosen Wali yang senantiasa memberikan nasihat dan arahan mengenai perkuliahan dan persiapan di dunia kerja nantinya.
4. Seluruh dosen, tenaga kependidikan dan staff administrasi Program Studi S-Tr Teknologi Rekayasa Kimia Industri yang telah memberikan kelancaran selama menjalani perkuliahan.
5. Orang tua dan keluarga penulis yang selalu memberikan semangat, doa, cinta, kasih sayang serta dukungan kepada penulis baik secara moral maupun material.
6. Anindita sebagai rekan tim skripsi yang berjuang bersama, memberikan semangat, meluangkan waktu, tenaga dan materi dalam penyusunan skripsi ini.
7. Teman – Teman Chelios 2018 yang telah membantu memberi semangat dan telah berproses bersama dengan penulis dalam kehidupan selama perkuliahan.

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, 16 Desember 2022

Fatma Sekar Putri Dewanty

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS .....</b>	<b>iv</b>
<b>RINGKASAN .....</b>	<b>v</b>
<b>SUMMARY.....</b>	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xviii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>xx</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Penentuan Kapasitas Rancangan Pabrik .....	2
1.2.1. Proyeksi <i>Impor</i> .....	2
1.2.2. Proyeksi <i>Ekspor</i> .....	3
1.2.3. Ketersediaan Bahan Baku .....	4
1.2.4. Kapasitas Minimum Pabrik Sejenis .....	6
1.3. Penentuan Lokasi Pabrik.....	7
1.4. Tinjauan Proses .....	11
1.4.1. Sorbitol.....	11
1.4.2. Proses Hidrolisis Pati Menjadi Glukosa .....	13
1.4.3. Proses Pembuatan Sorbitol .....	15
1.4.4. Kegunaan Sorbitol .....	18
<b>BAB II DESKRIPSI PROSES .....</b>	<b>19</b>
2.1. Spesifikasi Bahan Baku dan Produk .....	19
2.1.1. Tepung Jagung .....	19



2.1.2.	Hidrogen .....	19
2.1.3.	Air .....	20
2.1.4.	Sorbitol.....	20
2.1.5.	Katalis <i>Raney Nickel</i> .....	21
2.1.6.	Enzim $\alpha$ - <i>Amylase</i> .....	22
2.1.7.	Enzim <i>Glukoamylase</i> .....	22
2.2.	Konsep Reaksi.....	22
2.2.1.	Dasar Reaksi .....	22
2.2.2.	Mekanisme Reaksi .....	23
2.2.3.	Kondisi Operasi .....	24
2.2.4.	Tinjauan Kinetika.....	25
2.2.5.	Tinjauan Thermodinamika.....	26
2.3.	Langkah Proses .....	27
2.4.	Diagram Blok .....	30
2.5.	Diagram Alir .....	32
2.6.	Neraca Massa dan Neraca Panas .....	33
2.6.1	Neraca Massa .....	33
2.6.2	Diagram Alir Neraca Massa.....	41
2.6.3	Neraca Panas .....	42
2.6.4.	Diagram Alir Neraca Panas .....	49
2.7.	Tata Letak dan Pemetaan .....	50
2.7.1.	<i>Layout</i> Pabrik .....	50
2.7.2	<i>Layout</i> Peralatan Proses .....	53
<b>BAB III SPESIFIKASI ALAT.....</b>		<b>55</b>
3.1	Tangki Penyimpanan Sorbitol.....	55
3.2	Pompa.....	56
3.3	<i>Heat Exchanger</i> .....	56

3.4	Reaktor Hidrogenasi Katalitik.....	57
3.5	<i>Rotary Vacuum Filter</i> .....	58
<b>BAB IV UNIT PENDUKUNG PROSES DAN LABORATORIUM.....</b>		<b>59</b>
4.1.	Unit Pendukung Proses .....	59
4.1.1.	Unit Penyediaan Air dan Pengolahan Air .....	59
4.2.	Unit Pengadaan Listrik.....	68
4.2.1.	Listrik untuk proses.....	68
4.2.2.	Listrik untuk utilitas .....	69
4.2.3.	Listrik untuk Pengolahan Limbah.....	69
4.2.4.	Listrik untuk Bengkel dan Laboratorium.....	69
4.2.5.	Listrik untuk Instrumentasi/Alat Kontrol.....	69
4.2.6.	Listrik untuk Penerangan .....	69
4.2.7.	Listrik untuk AC .....	71
4.2.8.	Listrik untuk Peralatan Kantor.....	72
4.2.9.	Generator.....	72
4.2.10.	Spesifikasi Generator .....	73
4.3.	Unit Pengadaan <i>Steam</i> .....	73
4.4.	Unit Pengadaan Bahan Bakar.....	74
4.5.	Unit Pengadaan Udara Tekan.....	75
4.6.	Laboratorium.....	75
4.6.1.	Program Kerja Laboratorim.....	75
4.6.2.	Parameter Uji dan Alat-Alat Utama Laboratorium.....	77
4.7.	Unit Pengolahan Limbah.....	78
4.7.1.	Pengolahan Limbah Cair.....	78
4.7.2.	Pengolahan Limbah Gas .....	79
4.7.3.	Pengolahan Limbah Padat.....	80

4.8.	Kesehatan Keselamatan Kerja dan Lingkungan Hidup.....	80
4.9.	Instrumentasi .....	81
<b>BAB V MANAJEMEN PERUSAHAAN .....</b>		<b>82</b>
5.1.	Bentuk Perusahaan .....	82
5.2.	Struktur Organisasi.....	83
5.3.	Tugas dan Wewenang .....	86
5.4.	Kebutuhan Karyawan.....	89
5.4.1	Kebutuhan Karyawan.....	89
5.4.2.	Jenis Tenaga Kerja.....	91
5.4.3	Jam Kerja Karyawan.....	92
5.5.	Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji .....	93
5.5.1	Penggolongan Jabatan dan Keahlian .....	93
5.5.2	Jumlah Karyawan dan Gaji.....	94
5.6.	Kesejahteraan Sosial Karyawan .....	95
5.7.	<i>Corporate Social Responsibility (CSR)</i> .....	95
<b>BAB VI TROUBLESHOOTING.....</b>		<b>97</b>
6.1	<i>Troubleshooting</i> pada Unit Penyimpanan .....	97
6.2	<i>Troubleshooting</i> pada Unit Pemindahan .....	99
6.3	<i>Troubleshooting</i> pada Unit Reaksi.....	101
6.4	<i>Troubleshooting</i> pada Unit Pemisah .....	103
6.5	<i>Troubleshooting</i> pada Unit Penukar Panas .....	104
<b>BAB VII ANALISA EKONOMI .....</b>		<b>106</b>
7.1.	Penaksiran Harga Peralatan.....	106
7.2	Dasar Perhitungan .....	109
7.2.1	Kapasitas Produksi.....	109
7.2.2	Kebutuhan Bahan Baku dan Produk .....	110
7.3	Perhitungan Biaya .....	110

7.3.1	<i>Capital Investment</i> .....	110
7.3.2	<i>Manufacturing Cost</i> .....	118
7.3.3	<i>General Expense</i> .....	123
7.4	Analisis Kelayakan.....	125
7.4.1	<i>Profit (Keuntungan)</i> .....	125
7.4.2	<i>Percent Profit on Sales (POS)</i> .....	125
7.4.3	<i>Return of Investment (ROI)</i> .....	126
7.4.4	<i>Pay Out Time (POT)</i> .....	126
7.4.5	<i>Internal Rate of Return (IRR)</i> .....	126
7.4.6	<i>Break Event Point (BEP)</i> .....	127
7.4.7	<i>Shut Down Point (SDP)</i> .....	128
7.5	Hasil Perhitungan .....	129
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....		<b>130</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1.1</b> Data Impor Ekspor Sorbitol di Indonesia dan Pertumbuhannya .....	3
<b>Tabel 1.2</b> Perusahaan Produsen Sorbitol di Indonesia .....	7
<b>Tabel 1.3</b> Data Kebutuhan Sorbitol di Indonesia .....	7
<b>Tabel 1.4</b> Perusahaan Yang Membutuhkan Sorbitol di Indonesia .....	9
<b>Tabel 1.5</b> Perbedaan Sorbitol <i>Powder</i> dan Sorbitol Cair .....	13
<b>Tabel 1.6</b> Perbandingan Proses Hidrolisis Asam dan Hidrolisis Enzim .....	15
<b>Tabel 1.7</b> Perbandingan Proses Pembuatan Sorbitol .....	17
<b>Tabel 2.1</b> <i>Run Project</i> Pembuatan Sorbitol .....	23
<b>Tabel 2.2</b> Data Entalpi Reaksi Standard pada 298 K .....	26
<b>Tabel 2.3</b> Harga $\Delta G^{\circ}f$ Masing-Masing Komponen pada Suhu 298 K .....	26
<b>Tabel 2.4</b> Neraca Massa pada <i>Mixer Tank</i> (MT-01) .....	33
<b>Tabel 2.5</b> Neraca Massa pada Reaktor Sakarifikasi (R-02) .....	34
<b>Tabel 2.6</b> Neraca Massa pada <i>Rotary Vacuum Filter</i> (RVF-01) .....	35
<b>Tabel 2.7</b> Neraca Massa pada Reaktor Hidrogenasi Katalitik (R-03) .....	36
<b>Tabel 2.8</b> Neraca Massa pada <i>Knock Out Drum</i> (S-01) .....	37
<b>Tabel 2.9</b> Neraca Massa pada <i>Rotary Vacuum Filter</i> (RVF-02) .....	38
<b>Tabel 2.10</b> Neraca Massa pada <i>Ion Exchanger</i> (IE-01) .....	39
<b>Tabel 2.11</b> Neraca Massa pada Evaporator (EV-01) .....	40
<b>Tabel 2.12</b> Neraca Panas pada Reaktor Likuifikasi (R-01) .....	42
<b>Tabel 2.13</b> Neraca Panas pada <i>Cooler</i> (HE-01) .....	42
<b>Tabel 2.14</b> Neraca Panas pada Reaktor Sakarifikasi (R-02) .....	43
<b>Tabel 2.15</b> Neraca Panas pada <i>Heat Exchanger</i> (HE-02) .....	44
<b>Tabel 2.16</b> Neraca Panas pada <i>Heat Exchanger</i> (HE-03) .....	44
<b>Tabel 2.17</b> Neraca Panas pada Reaktor Hidrogenasi Katalitik (R-03) .....	45
<b>Tabel 2.18</b> Neraca Panas pada <i>Knock Out Drum</i> (S-01) .....	46
<b>Tabel 2.19</b> Neraca Panas pada <i>Cooler</i> (HE-04) .....	47
<b>Tabel 2.20</b> Neraca Panas pada Evaporator (EV-01) .....	48
<b>Tabel 2.21</b> Neraca Panas pada <i>Cooler</i> (HE-05) .....	48
<b>Tabel 2.22</b> Perincian Penggunaan Tanah .....	52
<b>Tabel 2.23</b> Perincian Alat yang digunakan .....	54
<b>Tabel 4.1</b> Kebutuhan Air Proses .....	63
<b>Tabel 4.2</b> Kebutuhan Air untuk Pendingin .....	65

<b>Tabel 4.3</b> Persyaratan Mutu Air Umpan <i>Boiler</i> .....	66
<b>Tabel 4.4</b> Kebutuhan Air Umpan <i>Boiler</i> .....	66
<b>Tabel 4.5</b> Kebutuhan Listrik untuk Proses .....	68
<b>Tabel 4.6</b> Kebutuhan Listrik untuk Utilitas .....	69
<b>Tabel 4.7</b> Kebutuhan Lumen .....	70
<b>Tabel 4.8</b> Kebutuhan AC .....	71
<b>Tabel 4.9</b> Hasil Perhitungan Kebutuhan Listrik .....	72
<b>Tabel 4.10</b> Kebutuhan <i>Steam</i> .....	73
<b>Tabel 4.11</b> Keuntungan dan Kerugian <i>Boiler</i> Tipe Pipa Api .....	74
<b>Tabel 4.12</b> Program Kerja Laboratorium Analisa .....	76
<b>Tabel 4.13</b> Parameter Uji dan Alat .....	77
<b>Tabel 5.1</b> Rincian Jumlah Karyawan .....	90
<b>Tabel 5.2</b> Jadwal Kerja <i>Shift</i> Tiap Regu .....	93
<b>Tabel 5.3</b> Jabatan dan Keahlian .....	94
<b>Tabel 5.4</b> Gaji Karyawan .....	95
<b>Tabel 6.1</b> <i>Troubleshooting</i> pada Unit Penyimpanan .....	98
<b>Tabel 6.2</b> <i>Troubleshooting</i> pada Unit Pemindahan .....	100
<b>Tabel 6.3</b> <i>Troubleshooting</i> pada Unit Reaksi .....	102
<b>Tabel 6.4</b> <i>Troubleshooting</i> pada Unit Pemisah .....	104
<b>Tabel 6.5</b> <i>Troubleshooting</i> pada Unit Penukar Panas .....	105
<b>Tabel 7.1</b> <i>Chemical Engineering Plan Cost Index</i> .....	108
<b>Tabel 7.2</b> Daftar Harga Alat .....	109
<b>Tabel 7.3</b> Biaya Pembelian Bahan Baku .....	111
<b>Tabel 7.4</b> Hasil Produksi Sorbitol .....	111
<b>Tabel 7.5</b> <i>Physical Plant Cost (PPC)</i> .....	115
<b>Tabel 7.6</b> <i>Fixed Capital Investment (FCI)</i> .....	116
<b>Tabel 7.7</b> <i>Total Working Capital Investment (WCI)</i> .....	119
<b>Tabel 7.8</b> <i>Total Capital Investment (TCI)</i> .....	119
<b>Tabel 7.9</b> Biaya Pembelian Bahan Baku .....	120
<b>Tabel 7.10</b> Biaya <i>Labor</i> .....	120
<b>Tabel 7.11</b> Biaya Supervisi .....	120
<b>Tabel 7.12</b> <i>Total Direct Manufacturing Cost</i> .....	121
<b>Tabel 7.13</b> <i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i> .....	122
<b>Tabel 7.14</b> <i>Fix Manufacturing Cost (FMC)</i> .....	124

<b>Tabel 7.15</b> Total <i>Manufacturing Cost</i> (TMC) .....	124
<b>Tabel 7.16</b> <i>General Expense</i> (GE) .....	126
<b>Tabel 7.17</b> Evaluasi Kelayakan Pabrik .....	130
<b>Tabel L1.1</b> Neraca Massa pada <i>Mixing Tank</i> (MT-01) .....	139
<b>Tabel L1.2</b> Neraca Massa pada Reaktor Sakarifikasi (R-02) .....	140
<b>Tabel L1.3</b> Neraca Massa pada <i>Rotary Vacuum Filter</i> (RVF-01) .....	142
<b>Tabel L1.4</b> Neraca Massa pada Reaktor Hidrogenasi Katalitik (R-03) .....	144
<b>Tabel L1.5</b> Neraca Massa pada <i>Knock Out Drum</i> (S-01) .....	146
<b>Tabel L1.6</b> Neraca Massa pada <i>Rotary Vacuum Filter</i> (RVF-02) .....	147
<b>Tabel L1.7</b> Neraca Massa pada <i>Ion Exchanger</i> (IE-01) .....	149
<b>Tabel L1.8</b> Neraca Massa pada Evaporator (EV-01) .....	150
<b>Tabel L2.1</b> Kapasitas Panas Gas .....	152
<b>Tabel L2.2</b> Kapasitas Panas Cairan .....	153
<b>Tabel L2.3</b> Perhitungan <i>Enthalpy</i> Reaktan .....	155
<b>Tabel L2.4</b> Perhitungan <i>Enthalpy</i> Produk .....	155
<b>Tabel L2.5</b> Neraca Panas Reaktor Likuifikasi (R-01) .....	156
<b>Tabel L2.6</b> Perhitungan $Q_5$ .....	156
<b>Tabel L2.7</b> Neraca Panas <i>Cooler</i> (HE-01) .....	157
<b>Tabel L2.8</b> Perhitungan $Q_7$ .....	159
<b>Tabel L2.9</b> Neraca Panas Reaktor Sakarifikasi (R-02) .....	160
<b>Tabel L2.10</b> Perhitungan $Q_9$ .....	160
<b>Tabel L2.11</b> Neraca Panas <i>Heat Exchanger</i> (HE-02) .....	161
<b>Tabel L2.12</b> Perhitungan $Q_9$ .....	162
<b>Tabel L2.13</b> Perhitungan $Q_{11}$ .....	162
<b>Tabel L2.14</b> Neraca Panas <i>Heat Exchanger</i> (HE-03) .....	162
<b>Tabel L2.15</b> Perhitungan $\Delta H^{\circ}_{298}$ .....	164
<b>Tabel L2.16</b> Perhitungan $\Delta Q$ Produk .....	164
<b>Tabel L2.17</b> Neraca Panas Reaktor Hidrogenasi (R-03) .....	165
<b>Tabel L2.18</b> Perhitungan $Q_{16}$ .....	166
<b>Tabel L2.19</b> Neraca Panas <i>Knock Out Drum</i> (S-01) .....	166
<b>Tabel L2.20</b> Perhitungan $Q_{19}$ .....	167
<b>Tabel L2.21</b> Neraca Panas <i>Cooler</i> (HE-04) .....	167
<b>Tabel L2.22</b> Perhitungan $\Delta Q$ Produk ( $Q_{21}$ ) .....	168

<b>Tabel L2.23</b> Neraca Panas Evaporator (EV-01) .....	169
<b>Tabel L2.24</b> Perhitungan $Q_{23}$ .....	170
<b>Tabel L2.25</b> Neraca Panas <i>Cooler</i> (HE-05) .....	171
<b>Tabel L3.1</b> Densitas Campuran Bahan Masuk .....	173
<b>Tabel L3.2</b> Densitas Campuran Bahan Bakar .....	174
<b>Tabel L3.3</b> Percobaan dengan <i>Goal Seek</i> .....	179
<b>Tabel L4.1</b> <i>Chemical Engineering Plan Cost Index</i> .....	190
<b>Tabel L4.2</b> Hasil Produksi .....	192
<b>Tabel L4.3</b> Harga Peralatan dari Tahun 2014 .....	192
<b>Tabel L4.4</b> <i>Purchased Equipment Cost</i> Dalam Negeri .....	194
<b>Tabel L4.5</b> Biaya Bangunan .....	196
<b>Tabel L4.6</b> Luas Area .....	197
<b>Tabel L4.7</b> <i>Physical Plant Cost</i> (PPC) .....	198
<b>Tabel L4.8</b> <i>Fixed Capital Investment</i> (FCI) .....	200
<b>Tabel L4.9</b> <i>Total Working Capital Investment</i> (WCI) .....	202
<b>Tabel L4.10</b> <i>Total Capital Investment</i> (TCI) .....	203
<b>Tabel L4.11</b> Biaya Pembelian Bahan Baku .....	203
<b>Tabel L4.12</b> Biaya <i>Labor</i> .....	203
<b>Tabel L4.13</b> Biaya Supervisi .....	204
<b>Tabel L4.14</b> <i>Total Direct Manufacturing Cost</i> .....	205
<b>Tabel L4.15</b> <i>Indirect Manufacturing Cost</i> (IMC) .....	207
<b>Tabel L4.16</b> <i>Fix Manufacturing Cost</i> (FMC) .....	208
<b>Tabel L4.17</b> <i>Total Manufacturing Cost</i> (TMC) .....	208
<b>Tabel L4.18</b> <i>Management Salaries</i> .....	208
<b>Tabel L4.19</b> <i>General Expense</i> (GE) .....	210



## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.1</b> Grafik Data <i>Impor</i> Sorbitol .....	2
<b>Gambar 1.2</b> Grafik Data <i>Ekspor</i> Sorbitol .....	3
<b>Gambar 1.3</b> Struktur Molekul Sorbitol .....	12
<b>Gambar 2.1</b> Diagram Blok .....	30
<b>Gambar 2.2</b> Diagram Alir .....	32
<b>Gambar 2.3</b> Aliran Neraca Massa pada <i>Mixing Tank</i> (MT-01) .....	33
<b>Gambar 2.4</b> Aliran Neraca Massa pada Reaktor Sakarifikasi (R-02) .....	34
<b>Gambar 2.5</b> Aliran Neraca Massa pada <i>Rotary Vacuum Filter</i> (RVF-01) .....	35
<b>Gambar 2.6</b> Aliran Neraca Massa pada Reaktor Hidrogenasi Katalitik (R-03) .....	36
<b>Gambar 2.7</b> Aliran Neraca Massa pada <i>Knock Out Drum</i> (S-01) .....	37
<b>Gambar 2.8</b> Aliran Neraca Massa pada <i>Rotary Vacuum Filter</i> (RVF-02) .....	38
<b>Gambar 2.9</b> Aliran Neraca Massa pada <i>Ion Exchanger</i> (IE-01) .....	38
<b>Gambar 2.10</b> Aliran Neraca Massa pada Evaporator (EV-01) .....	39
<b>Gambar 2.11</b> Diagram Alir Neraca Massa .....	41
<b>Gambar 2.12</b> Aliran Neraca Panas pada Reaktor Likuifikasi (R-01) .....	42
<b>Gambar 2.13</b> Aliran Neraca Panas pada <i>Cooler</i> (HE-01) .....	42
<b>Gambar 2.14</b> Aliran Neraca Panas pada Reaktor Sakarifikasi (R-02) .....	43
<b>Gambar 2.15</b> Aliran Neraca Panas pada <i>Heat Exchanger</i> (HE-02) .....	43
<b>Gambar 2.16</b> Aliran Neraca Panas pada <i>Heat Exchanger</i> (HE-03) .....	44
<b>Gambar 2.17</b> Aliran Neraca Panas pada Reaktor Hidrogenasi Katalitik (R-03) .....	45
<b>Gambar 2.18</b> Aliran Neraca Panas pada <i>Knock Out Drum</i> (S-01) .....	46
<b>Gambar 2.19</b> Aliran Neraca Panas pada <i>Cooler</i> (HE-04) .....	46
<b>Gambar 2.20</b> Aliran Neraca Panas pada Evaporator (EV-01) .....	47

<b>Gambar 2.21</b> Aliran Neraca Panas pada <i>Cooler</i> (HE-05) .....	48
<b>Gambar 2.22</b> Diagram Alir Neraca Panas .....	49
<b>Gambar 2.23</b> Desain <i>Layout</i> Pabrik .....	50
<b>Gambar 2.24</b> Tata Letak Peralatan Proses .....	53
<b>Gambar 3.1</b> Tangki Penyimpanan Sorbitol .....	55
<b>Gambar 3.2</b> Pompa .....	56
<b>Gambar 3.3</b> <i>Heat Exchanger</i> .....	56
<b>Gambar 3.4</b> Reaktor <i>Trickle Bed</i> .....	57
<b>Gambar 4.1</b> Sistem Aliran Tertutup ( <i>Recirculation</i> ) .....	64
<b>Gambar 4.2</b> Diagram Pengelolaan Limbah Cair menggunakan IPAL .....	79
<b>Gambar 5.1</b> Struktur Organisasi Perusahaan .....	86
<b>Gambar 7.1</b> Grafik <i>Chemical Engineering Plan Cost Index</i> .....	109
<b>Gambar 7.2</b> Analisa Kelayakan Ekonomi .....	129
<b>Gambar L1.1</b> Diagram Blok .....	135
<b>Gambar L1.2</b> Aliran Neraca Massa pada <i>Mixing Tank</i> (MT-01) .....	137
<b>Gambar L1.3</b> Aliran Neraca Massa pada Reaktor Sakarifikasi (R-02) .....	139
<b>Gambar L1.4</b> Aliran Neraca Massa pada <i>Rotary Vacuum Filter</i> (RVF-01) .....	141
<b>Gambar L1.5</b> Aliran Neraca Massa pada Reaktor Hidrogenasi Katalitik (R-03) .....	142
<b>Gambar L1.6</b> Aliran Neraca Massa pada <i>Knock Out Drum</i> (S-01) .....	145
<b>Gambar L1.7</b> Aliran Neraca Massa pada <i>Rotary Vacuum</i> (RVF-02) .....	146
<b>Gambar L1.8</b> Aliran Neraca Massa pada <i>Ion Exchanger</i> (IE-01) .....	147
<b>Gambar L1.9</b> Aliran Neraca Massa pada Evaporator (EV-01) .....	149
<b>Gambar L2.1</b> Aliran Neraca Panas pada Reaktor Likuifikasi (R-01) .....	153
<b>Gambar L2.2</b> Aliran Neraca Panas pada <i>Cooler</i> (HE-01) .....	156

<b>Gambar L2.3</b> Aliran Neraca Panas pada Reaktor Sakarifikasi (R-02) .....	157
<b>Gambar L2.4</b> Aliran Neraca Panas pada <i>Heat Exchanger</i> (HE-02) .....	160
<b>Gambar L2.5</b> Aliran Neraca Panas pada <i>Hear Exchanger</i> (HE-03) .....	161
<b>Gambar L2.6</b> Aliran Neraca Panas pada Reaktor Hidrogenasi Katalitik (R-03) .....	163
<b>Gambar L2.7</b> Aliran Neraca Panas pada <i>Knock Out Drum</i> (S-01) .....	165
<b>Gambar L2.8</b> Aliran Neraca Panas pada <i>Cooler</i> (HE-04) .....	166
<b>Gambar L2.9</b> Aliran Neraca Panas pada Evaporator (EV-01) .....	168
<b>Gambar L2.10</b> Aliran Neraca Panas pada <i>Cooler</i> (HE-05) .....	170
<b>Gambar L4.1</b> Grafik Hubungan Tahun dengan <i>Plant Cost Index</i> .....	191
<b>Gambar L4.2</b> Analisa Kelayakan Ekonomi .....	213

**DAFTAR LAMPIRAN**

<b>LAMPIRAN I. PERHITUNGAN NERACA MASSA .....</b>	<b>134</b>
<b>LAMPIRAN II. PERHITUNGAN NERACA PANAS .....</b>	<b>150</b>
<b>LAMPIRAN III. PERHITUNGAN SPESIFIKASI ALAT .....</b>	<b>171</b>
<b>LAMPIRAN IV. PERHITUNGAN ANALISA EKONOMI .....</b>	<b>188</b>