

**PRARANCANGAN PABRIK *HIGH FRUCTOSE SYRUP (HFS)*
DARI TEPUNG TAPIOKA
KAPASITAS PRODUKSI 100.000 TON/TAHUN**



TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan Meraih Gelar Sarjana Teknik
Strata 1 pada Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Disusun Oleh :

Yeny Indra Nuritasari

D500 14 0001

Dosen Pembimbing :

- 1. Eni Budiyati, S.T., M.Eng**
- 2. Rois Fatoni, S.T., M.Sc., Ph.D**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIAFAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
SURAKARTA**

2016

HALAMAN PENGESAHAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA

Nama : Yeny Indra Nuritasari
NIM : D500140001
Judul Tugas Akhir : Prarancangan Pabrik *High Fructose Syrup* (HFS) dari Tepung Tapioka Kapasitas Produksi 100.000 Ton/Tahun
Dosen Pembimbing : 1. Eni Budiyati, S.T., M.Eng
2. Rois Fatoni, S.T., M.Sc., Ph.D

Surakarta , Oktober 2016

Menyetujui,

Pembimbing I



Eni Budiyati, S.T., M.Eng
NIK. 991

Pembimbing II



Rois Fatoni, S.T., M.Sc., Ph.D
NIK. 892

Mengetahui,

Dekan
Fakultas Teknik



Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D
NIK. 682

Ketua Program Studi
Teknik Kimia



Rois Fatoni, S.T., M.Sc., Ph.D
NIK. 892

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Yeny Indra Nuritasari

NIM : D500140001

Program Studi : S-1 Teknik Kimia

Judul Tugas Akhir : Prarancangan Pabrik *High Fructose Syrup* (HFS) dari Tepung Tapioka Kapasitas Produksi 100.000 Ton/Tahun

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya buat ini, adalah hasil karya saya sendiri, kecuali kutipan-kutipan dan ringkasan-ringkasan yang dirujuk dari sumbernya.

Surakarta, Oktober 2016



Penulis

MOTTO

Hai orang-orang yang beriman, jadikanlah sabar dan sholatmu sebagai penolongmu,
sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar
(QS. Al Baqarah :153)

Sesuatu yang belum dikerjakan seringkali tampak mustahil, kita baru yakin kalau kita
telah berhasil melakukannya dengan baik.
(Evelyn Underhill)

Musuh yang paling berbahaya didunia ini adalah penakut dan bimbang. Teman yang
paling setia hanyalah keberanian dan keyakinan dan teguh.
(Andrew Jackson)

Motivasilah diri sendiri untuk terus belajar dan berilmu, karena kita yang akan
menjaga harta, namun ilmu yang akan menjaga kita.
(penulis)

Ya Tuhanku, lapangkanlah untuk ku dadaku, dan mudahkanlah untukku urusanku,
dan lepaskanlah kekakuan dari lidahku, supaya mereka mengerti perkataanku.
(QS. Thaha:25-28)

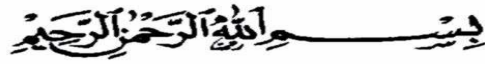
PERSEMBAHAN

Segala puji syukur selalu tercurah kepadaMu ya Allah, atas segala nikmat dan karuniaMu sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Tugas Akhir ini saya persembahkan untuk :

- ❖ Orang tua yang selalu memberikan kasih sayang, motivasi dan doa yang selalu tercurah, sehingga dalam keadaan sesulit apapun aku tetap semangat dan tidak pernah menyerah. Semoga selalu dalam perlindungan Allah SWT.
- ❖ Keluarga besarku yang selalu memberikan nasehat-nasehat dan semangat, terimakasih, semoga kalian selalu dalam cinta kasih Allah SWT.
- ❖ Sahabat-sahabatku anak transfer mbak vera, mbak ifa, hasri dll. Trimakasih selama ini kalian mampu menjadi motivator untuk ku lebih semangat untuk segera lulus. Serta bantuan-bantuan yang tidak akan mampu membalasnya, semoga Allah yang membalas kebaikan kalian.
- ❖ Calon suami ku Gendhi Andrenas terimakasih buat selama ini, selalu mendoakan, mendukung, dan memotivasi ku.
- ❖ Teman-teman mahasiswa Teknik Kimia UMS, baik yang seangkatan, adek kelas, maupun kakak kelas, kalian sungguh luar biasa. Dan terimakasih telah memberikan ku lingkungan keluarga yang membuatku nyaman. Sukses selalu buat kalian.

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr. Wb

Alhamdulillah, Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, berkah, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini, dengan judul “Prarancangan Pabrik *High Fructose Syrup* dari Tepung Tapioka dengan kapasitas 100.000 ton/tahun”. Tugas akhir ini disusun guna memenuhi persyaratan memperoleh gelar sarjana di Program Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta

Dalam penyusunan tugas akhir ini tentunya tidak lepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan penghargaan dan terimakasih yang tak terhingga kepada:

1. Bapak Rois Fatoni, S.T., M.Sc., Ph.D. selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Ibu Eni Budiyati, S.T., M.Eng. selaku Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, dan masukan selama penyusunan tugas akhir ini hingga selesai.
3. Bapak Rois Fatoni, S.T., M.Sc., Ph.D. selaku Pembimbing II yang telah berkenan meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan dan pengarahan serta masukan dalam menyelesaikan tugas akhir ini hingga selesai.
4. Bapak/Ibu Dosen Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, yang telah memberikan ilmu pembelajaran dan bimbingan selama perkuliahan di Teknik Kimia.
5. Bapak, Ibu dan adik yang selalu memberikan doa, dukungan serta motivasi yang tiada henti, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

6. Gendhi Andrenas yang selalu memberi saya dukungan dan motivasi tiada henti.
7. Teman-teman seperjuangan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, terima kasih atas bantuan, dukungan dan motivasinya selama penyusunan tugas akhir ini, sukses selalu untuk kalian semua.
8. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu, yang telah banyak membantu penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Harapan penulis semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi para pembacanya. Penulis menyadari bahwa penulisan tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, segala kritik dan saran yang membangun akan sangat membantu demi kesempurnaan tugas akhir ini. Akhir kata, saya selaku penulis mengucapkan banyak terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Surakarta, Oktober 2016

Penulis

INTI SARI

Pabrik *High Fructose Syrup* dirancang dengan kapasitas 100.000 ton/tahun. Bahan baku yang digunakan adalah Tepung Tapioka. Pabrik ini direncanakan didirikan di daerah Lampung, pada tahun 2016 dan mulai beroperasi pada tahun 2019. *High Fructose Syrup* banyak digunakan dalam industri makanan, seperti kembang gula, pengalengan buah-buahan, *jelly*, industri pembuatan es krim, industri minuman, siklamat, sakarin, dan industri pangan lainnya sebagai pengganti gula tebu (sukrosa).

High Fructose Syrup dibuat melalui proses hidrolisa dengan menggunakan katalis enzim. Enzim akan memecah molekul pati sagu dan mengubahnya menjadi glukosa. Kemudian glukosa diubah menjadi fruktosa melalui proses isomerisasi dengan enzim glukoisomerase pada kisaran suhu 40-60°C dan tekanan 1 atm dalam reaktor alir tangki berpengaduk (RATB). Isomerisasi 50% akan menghasilkan sirup fruktosa 42%. Kebutuhan bahan baku Tepung Tapioka sebanyak 80.409,369 ton/tahun, CaCl₂ sebanyak 25,074 ton/tahun, α -amylase sebanyak 52,183 ton/tahun, Glukoamilase sebanyak 1,753 ton/tahun, HCl sebanyak 3,347, MgSO₄ sebanyak 12,445, NaOH sebanyak 0,0016 ton/tahun, Glukoisomerase 10,241 ton/tahun, *Polystyrene phosponate* sebanyak 0,0048 dan *epoxy polyamine* sebanyak 1,6203 ton/tahun.

Hasil analisa ekonomi terhadap prarancangan pabrik *High Fructose Syrup* diperoleh *total capital investment* (TCI) sebesar Rp 808.328.560.707,00 dan total biaya produksi (*Production Cost*) sebesar Rp 1.206.567.763.200,00. Dari analisa kelayakan diperoleh hasil *return on investment* (ROI) sebelum pajak 34,81% dan setelah pajak 24,37%. *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak 2,23 tahun dan setelah pajak 2,91 tahun. *Break Even Point* (BEP) 42,82%, *Shut Down Point* (SDP) 21,47% dan *Discounted Cash Flow* (DCF) sebesar 32,22%. Berdasarkan hasil evaluasi di atas, maka Pabrik *High Fructose Syrup* dengan kapasitas 100.000 ton/tahun dinilai layak didirikan karena memenuhi standar persyaratan pendirian suatu pabrik.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iii
MOTTO	iv
PERSEMBAHAN.....	v
KATA PENGANTAR	vi
INTISARI.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR GRAFIK.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	
1.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik.....	1
1.2. Kapasitas Pabrik.....	4
1.3. Lokasi Pabrik.....	6
1.3.1. Ketersediaan bahan baku.....	7
1.3.2. Sarana transportasi	7
1.3.3. Tenaga kerja.....	7
1.3.4. Penyedia utilitas	7
1.4. Tinjauan Pustaka	8
1.4.1. Macam-macam proses.....	8
1.4.2. Kegunaan produk	10
1.4.3. Sifat bahan baku dan produk.....	11
1.4.4. Tinjauan proses secara umum	14

BAB II DESKRIPSI PROSES	
2.1. Spesifikasi Bahan Baku, Bahan Pendukung dan Produk	17
2.1.1. Spesifikasi bahan baku.....	17
2.1.2. Spesifikasi bahan pendukung.....	17
2.1.3. Spesifikasi produk.....	19
2.2. Konsep Reaksi	20
2.2.1. Dasar reaksi.....	20
2.2.2. Mekanisme reaksi.....	21
2.2.3. Tinjauan termodinamika	24
2.2.4. Tinjauan kinetika.....	27
2.3. Tahapan Proses.....	31
2.3.1. Tahap pembentukan sirup glukosa.....	31
2.3.2. Tahap isomerisasi sirup glukosa menjadi sirup fruktosa	33
2.3.3. Tahap penyelesaian	34
2.3.4. Pengemasan	35
2.4. Neraca Massa dan Neraca Panas	35
2.4.1. Neraca massa	35
2.4.1.1. Neraca massa alat.....	36
2.4.1.2. Neraca massa total.....	48
2.4.2. Neraca panas	49
2.4.2.1. Neraca panas alat.....	49
2.5. Tata Letak Pabrik dan Peralatan.....	59
2.5.1. Tata letak pabrik.....	59
2.5.2. Tata letak peralatan	61
BAB III SPESIFIKASI PERALATAN PROSES.....	
3.1. Reaktor	63
3.2. <i>Mixer</i>	65

3.3.	Tangki Penampung Bahan Baku	68
3.4.	Tangki Penampung Sementara	72
3.5.	<i>Rotary Vacuum Filter</i>	75
3.6.	<i>Filter</i>	76
3.7.	Evaporator	76
3.8.	Gudang	77
3.9.	<i>Belt Conveyor</i>	77
3.10.	<i>Screw Conveyor</i>	78
3.11.	<i>Jet Cooker</i>	78
3.12.	<i>Heat Exchanger</i>	78
3.13.	Tangki Karbonasi	79
3.14.	<i>Steam Jet Ejector</i>	80
3.15.	<i>Barometric Condensor</i>	81
3.16.	<i>Hot Well</i>	81
3.17.	Kation Exchanger	82
3.18.	Anion Exchanger	82
3.19.	Pompa	83
BAB IV UNIT UTILITAS DAN LABORATORIUM		
4.1.	Unit Utilitas	87
4.1.1.	Unit pengadaan air	88
4.1.1.1.	Air pendingin	88
4.1.1.2.	Air umpan boiler	89
4.1.1.3.	Air konsumsi umum dan sanitasi	91
4.1.1.4.	Air proses	92
4.1.2.	Unit pengadaan <i>steam</i>	92
4.1.3.	Unit pengadaan tekan	93
4.1.4.	Unit pengadaan listrik	93

4.1.4.1.	Listrik untuk keperluan proses	94
4.1.4.2.	Listrik untuk utilitas	95
4.1.4.3.	Listrik untuk kebutuhan laboratorium.....	96
4.1.4.4.	Listrik untuk instrumentasi	96
4.1.5.	Unit pengadaan bahan bakar	96
4.1.6.	Unit pengolahan limbah	98
4.1.6.1.	Pengalahan limbah padat.....	98
4.1.6.2.	Pengolahan limbah gas.....	98
4.1.6.3.	Pengolahan limbah cair	98
4.2.	Laboratorium	99
4.2.1.	Program kerja laboratorium	99
4.2.2.	Keselamatan dan kesehatan kerja.....	100
BAB V MANAJEMEN PERUSAHAAN.....		
5.1.	Bentuk Perusahaan	102
5.2.	Struktur Organisasi.....	103
5.2.1.	Pimpinan	105
5.2.2.	Staf	106
5.3.	Tugas dan Wewenang	106
5.3.1.	Pemegang saham.....	106
5.3.2.	Dewan komisaris.....	106
5.3.3.	Dewan direksi.....	107
5.3.4.	Staf ahli	108
5.3.5.	Kepala bagian.....	108
5.3.5.1.	Kepala bagian teknik dan produksi	108
5.3.5.2.	Kepala bagian umum.....	109
5.3.5.3.	Kepala bagian administrasi dan keuangan	110
5.3.6.	Kepala seksi	111

5.4.	Pembagian Kerja Karyawan	111
5.4.1.	Karyawan <i>non shift</i>	111
5.4.2.	Karyawan <i>shift</i>	112
5.5.	Status Karyawan dan Pengupahan	113
5.6.	Penggolongan Karyawan.....	113
5.7.	Kesejahteraan Sosial Karyawan	114
BAB VI ANALISA EKONOMI.....		
6.1.	<i>Capital Investment</i>	120
6.2.	<i>Manufacturing cost</i>	120
6.3.	<i>General Expensises</i>	121
6.4.	Analisa Kelayakan.....	121
6.4.1.	<i>Percent Return On Investment</i>	121
6.4.2.	<i>Pay Out Time</i>	122
6.4.3.	<i>Break Even Point</i>	122
6.4.4.	<i>Shut Down Point</i>	122
6.4.5.	<i>Discounted Cash Flow</i>	123
BAB VII KESIMPULAN		130

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Tingkat kemanisan pada larutan pemanis	2
Tabel 1.2	Data Kebutuhan Impor Fruktosa.....	4
Tabel 1.3	Data pabrik yang sudah beroperasi	5
Tabel 1.4	Perbandingan beberapa proses hidrolisis pati	10
Tabel 2.1	Neraca Massa T. Pengecer	36
Tabel 2.2	Neraca Massa <i>Mixer</i> I	36
Tabel 2.3	Neraca Massa <i>Jet Cooker</i>	37
Tabel 2.4	Neraca Massa Reaktor Likuifikasi	37
Tabel 2.5	Neraca Massa <i>Mixer</i> II	38
Tabel 2.6	Neraca Massa Reaktor Sakarifikasi	39
Tabel 2.7	Neraca Massa <i>Rotary Vacuum Filter</i>	40
Tabel 2.8	Neraca Massa Evaporator I	41
Tabel 2.9	Neraca Massa <i>Mixer</i> III.....	42
Tabel 2.10	Neraca Massa Reaktor Isomerisasi	43
Tabel 2.11	Neraca Massa <i>Mixer</i> IV	44
Tabel 2.12	Neraca Massa Tangki Karbonisasi.....	45
Tabel 2.13	Neraca Massa <i>Filter Press</i>	46
Tabel 2.14	Neraca Massa Katior Exchanger	47
Tabel 2.15	Neraca Massa Anion Exchanger	47
Tabel 2.16	Neraca Massa Evaporator 2	48
Tabel 2.17	Neraca Massa Total.....	48
Tabel 2.18	Neraca Panas <i>Jet Cooker</i>	49
Tabel 2.19	Neraca Panas <i>Cooler</i>	49
Tabel 2.20	Neraca Panas Reaktor Likuifikasi.....	50
Tabel 2.21	Neraca Panas <i>Cooler</i>	50
Tabel 2.22	Neraca Panas Reaktor Sakarifikasi	51
Tabel 2.23	Neraca Panas <i>Rotary Vacuum Filter</i>	52
Tabel 2.24	Neraca Panas Evaporator I	53
Tabel 2.25	Neraca Panas <i>Barometric Condensat</i>	53
Tabel 2.26	Neraca Panas <i>Steam Jet Ejector</i>	54
Tabel 2.27	Neraca Panas Reaktor Isomerisasi	54
Tabel 2.28	Neraca Panas <i>Heater</i>	55
Tabel 2.29	Neraca Panas Evaporator 2	55

Tabel 2.30 Neraca Panas <i>Barometric Condensat</i>	55
Tabel 2.31 Neraca Panas <i>Steam Jet Ejector</i>	56
Tabel 3.1 Spesifikasi Evaporator 1	76
Tabel 3.2 Spesifikasi Evaporator 2	77
Tabel 3.3 Spesifikasi <i>Steam Jet Ejector</i>	80
Tabel 3.4 Spesifikasi <i>Barometric Condensat</i>	81
Tabel 3.5 <i>Hot Well</i>	81
Tabel 3.6 Pompa.....	83
Tabel 4.1 Kebutuhan Air Pendingin.....	88
Tabel 4.2 Kebutuhan Air Proses	92
Tabel 4.3 Kebutuhan Steam	92
Tabel 4.4 Konsumsi Listrik untuk Keperluan Proses.....	94
Tabel 4.5 Konsumsi Listrik untuk Unit Utilitas.....	95
Tabel 5.1 Jadwal Pembagian <i>Shift</i>	112
Tabel 5.2 Penggolongan, Gaji, dan Jumlah Karyawan	114
Tabel 6.1 Indek harga pada tahun 2002-2019.....	118
Tabel 6.2 Total <i>fixed capital investment</i>	124
Tabel 6.3 <i>Working Capital</i>	124
Tabel 6.4 <i>Manufacturing Cost</i>	125
Tabel 6.5 <i>General Expenses</i>	125
Tabel 6.6 <i>Fixed Cost</i>	127
Tabel 6.7 <i>Variable Cost</i>	127
Tabel 6.8 <i>Regulated Cost</i>	127

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Lokasi pendirian pabrik HFS.....	6
Gambar 1.2	Pelabuhan Bakauheni	7
Gambar 1.3	Sungai Way Sekampung.....	8
Gambar 2.1	Diagram alir kualitatif	57
Gambar 2.2	Diagram alir kuantitatif	58
Gambar 2.3	Tata letak pabrik	60
Gambar 2.4	Tata letak peralatan.....	62

DAFTAR GRAFIK

Grafik 6.1	Hubungan antara tahun dengan indeks harga	119
Grafik 6.2	Grafik analisa kelayakan pabrik High Fructose Syrup	129