

LAPORAN TUGAS AKHIR
PRARANCANGAN PABRIK
FURFURAL DARI TANDAN KOSONG KELAPA
SAWIT DENGAN PROSES *ESCHERWYSS*
KAPASITAS 10.000 TON PER TAHUN



Oleh :

WARSINI

D 500 010 139

Dosen Pembimbing :
Ir. Rochmadi, S.U., Ph.D
Malik Musthofa, S.T.

JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
SURAKARTA
2007

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji dan syukur penyusun panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan taufiq serta hidayah-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan naskah tugas akhir dengan judul Prarancangan Pabrik Furfural dari Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Proses *Escher Wyss* Kapasitas 10.000 ton per tahun.

Tugas akhir prarancangan pabrik ini merupakan salah satu syarat yang wajib diselesaikan oleh setiap mahasiswa guna mencapai gelar kesarjanaannya di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dalam penyusunan naskah ini penyusun telah banyak menerima bantuan, petunjuk dan bimbingan yang sangat bermanfaat dari berbagai pihak. Oleh sebab itu pada kesempatan ini penyusun mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. H. Haryanto, M.S., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia.
2. Bapak Ir. Rochmadi S.U., Ph.D selaku Pembimbing I yang telah banyak memberikan bimbingan sehingga makalah tugas akhir ini dapat terselesaikan.
3. Bapak Malik Musthofa, S.T., selaku Pembimbing II yang telah membimbing penyusun hingga terselesaikannya naskah tugas akhir ini.
4. Ayah dan Ibu, yang tidak lupa selalu mendoakan dan memberi dorongan. Terimakasih untuk cinta dan kasih sayang yang kalian berikan selama ini, dan juga untuk hati dan harta yang telah terkuras untukku. Akankah aku mampu membalasnya.....semoga.....
5. Kakak dan adikku terimakasih untuk supportnya.....
6. PartnerQ, "inUnG" Thank`s untuk kebersamaannya selama ini.....LuluS nDa...
7. Tuan Muda "Yaurie", Semoga harapanmu tuk mendirikan Pabrik WelCome tercapai..... Amien.
8. Kak Ides, Mbak Arin, Maimanah, Mpok Atik, Mbak Ita, Mbak Ana, Mbak Anis, Mpok Emon, Mba' Umi, Heni, Yunita, Dwi, Desi, Septi, Dono OlGa, Ermanto, Ukik..... thank`s telah mewarnai hari-hariku.
9. Mr. Henggo dan Keluarga, makasih telah menganggapku seperti keluarga sendiri.

10. KaEnd & Family.....makasiiiiih buanyaak.....”HiDuP PEMBANTU!!”
11. Teman2belajarku (wHe_Whe, AstriD, SoGi, YeNti, CintyA, RinDy, TrimBiL, dEtRik, Suci, LiA, yuSRI, YuLia, PaM2, Te\$\$Y, M’Rahma, M’Nur) Sarjana Nda.....
12. Ida Jeng.....Ky, YuDa, enCus, NiA, YuSan, SinYo; ”Lemburan Yuk? hhYuuuk.....”
13. AlmamaterQ Tekim 2001. (Special Thank’s To : Class Che and Dihin.....)
14. Kepada semua pihak yang telah membantu penyusun, yang tidak dapat disebutkan satu persatu, terima kasih semoga Allah membalas budi baik kalian semua.

Tidak ada kebenaran yang mutlak dari manusia, kebenaran yang mutlak datang dari Allah SWT. Maka penyusun menyadari banyak kekurangan baik secara kualitas maupun aspek lainnya, walaupun penyusun telah berusaha secara optimal untuk memberikan yang terbaik dalam menyelesaikan naskah ini. Namun kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan demi kesempurnaan naskah ini. Akhirnya penyusun berdo’a dan berharap semoga naskah ini dapat bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan penyusun pada khususnya.

Surakarta, Maret 2007

Penyusun

DAFTAR ISI

	Hal
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
INTISARI.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR LAMBANG	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Kapasitas Perancangan Pabrik	3
1.3. Lokasi Pabrik.....	5
1.4. Tinjauan Pustaka	6
1.4.1. Macam-macam Proses	6
1.4.2. Kegunaan Produk	8
1.4.3. Sifat Fisika dan Sifat Kimia Bahan Baku dan Produk	9
1.4.4. Tinjauan Proses Secara Umum	11
BAB II. DESKRIPSI PROSES	13
2.1. Spesifikasi Bahan Baku dan Produk	13
2.1.1. Spesifikasi Bahan Baku	13
2.1.2. Katalis	13
2.1.3. Spesifikasi Produk.....	14
2.1.4. Spesifikasi Produk Samping	14
2.2. Konsep Proses	14
2.2.1. Dasar Reaksi.....	15
2.2.2. Pemakaian Katalis.....	15
2.2.3 Mekanisme Reaksi.....	15
2.2.4. Fase Reaksi	15

2.2.5. Kondisi Operasi.....	16
2.2.6. Tinjauan Kinetika.....	16
2.2.7 Tinjauan Termodinamika	17
2.2.7 Perbandingan Mol Reaktan	18
2.3. Diagram Alir Proses	18
2.3.1. Tahap Handling dan Pentiapan Bahan Baku.....	19
2.3.2. Tahap Hidrolisa dan Dehidrasi.....	19
2.3.3. Tahap Pemisahan Hasil dan Pemurnian.....	20
2.4. Diagram Alir Neraca Massa dan Panas.....	21
2.4.1. Neraca Massa	21
2.3.2. Neraca Panas	31
2.5. <i>Lay Out</i> Pabrik dan Peralatan	35
2.5.1. <i>Lay Out</i> Pabrik	35
2.5.2. <i>Lay Out</i> Peralatan.....	39
BAB III. SPESIFIKASI PERALATAN PROSES	42
BAB IV. UNIT PENDUKUNG PROSES DAN LABORATORIUM	66
4.1. Unit Pendukung Proses (Utilitas).....	66
4.1.1. Unit Pengadaan Air (<i>Water Supply Section</i>).....	66
4.1.2. Unit Pengadaan <i>Steam</i>	80
4.1.3. Unit Pembangkit Tenaga Listrik	81
4.1.4. Unit Pengadaan Bahan Bakar.....	84
4.1.5. Unit Pengadaan Udara Tekan.....	85
4.2. Laboratorium	87
BAB V. MANAJEMEN PERUSAHAAN.....	92
5.1. Bentuk Perusahaan.....	92
5.2. Struktur Organisasi	93
5.3. Tugas dan Wewenang	94
5.3.1 Pemegang Saham	94
5.3.2 Dewan Komisaris	95
5.3.3 Dewan Direksi.....	95
5.3.4 Staff Ahli.....	96

5.3.5 Penelitian dan Pengembangan (Litbang)	96
5.3.6 Kepala Bagian	97
5.4. Pembagian Jam Kerja Karyawan	100
5.5. Status Karyawan dan Sistem Upah	102
5.6. Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji.....	103
5.6.1 Penggolongan Jabatan.....	103
5.6.2 Jumlah Karyawan dan Gaji.....	104
5.7. Kesejahteraan Karyawan.....	106
5.8. Manajemen Produksi.....	106
BAB VI. ANALISIS EKONOMI	109
6.1. <i>Total Fixed Capital Investment</i>	115
6.2. <i>Working Capital</i>	116
6.3. <i>Manufacturing Cost</i>	117
6.4. <i>General Expenses</i>	118
6.5. Analisis Ekonomi	118
KESIMPULAN	124
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR LAMBANG

T	: Temperatur, °C
D	: Diameter, m
H	: Tinggi, m
P	: Tekanan, psia
μ	: Viskositas, cP
ρ	: Densitas, kg/m ³
Q _s	: Kebutuhan <i>Steam</i> , kg
M _s	: Massa <i>Steam</i> , kg
A	: Luas bidang penampang, ft ²
V _t	: Volume tangki, m ³
Q _f	: Kecepatan/laju air <i>volumetric</i> , m ³ /jam
t	: Waktu, jam
m	: Massa, kg
F _v	: Laju alir, m ³ /jam
P	: <i>Power</i> motor, Hp
Sg	: <i>Spesific gravity</i>
x	: Konversi, %
T _C	: Titik kritis, °C
T _B	: Titik didih, °C
H _v	: Panas penguapan, joule/mol
V _s	: Volume <i>shell</i> , m ³
V _h	: Volume <i>head</i> , m ³
V _t	: Volume total, m ³
D _{opt}	: Diameter optimal, m
ID	: <i>Inside</i> diameter, in
OD	: <i>Outside</i> diameter, in
N _{Re}	: Bilangan Reynold
F	: <i>Normal heating value</i> , Btu/lb
E	: Efisiensi pengelasan
f	: <i>Allowable stress</i> , Psia

r	: Jari-jari <i>dish</i> , in
icr	: Jari-jari sudut dalam, in
W	: Faktor intensifikasi tegangan untuk jenis <i>head</i> .
DI	: Diameter pengaduk, m
W	: Tinggi pengaduk, m
B	: Lebar <i>baffle</i> , m
L	: Lebar pengaduk, m
N	: Kecepatan putaran, rpm
U_D	: Koefisien perpindahan panas menyeluruh setelah ada zat pengotor pada HE, Btu/jam ft ² °F
U_C	: Koefisien perpindahan panas menyeluruh pada awal HE dipakai, Btu/jam ft ² °F
R_d	: Faktor pengotor, Btu/jam ft ² °F
η	: Efisiensi, %
W_f	: Total <i>head</i> , in
p	: Panjang, m
l	: Lebar, m
t_s	: Tebal <i>shell</i> , in
t_h	: Tebal <i>head</i> , in
k	: Konduktivitas termal, Btu/jam ft ² °F/ft
c	: Panas spesifik, Btu/lb °F
j_H	: <i>Heat transfer factor</i>
h_i	: <i>Inside film coefficient</i> , Btu/jam ft ² °F
h_o	: <i>Outside film coefficient</i> , Btu/jam ft ² °F
$LMTD$	: <i>Log mean temperatur different</i> , °F
K	: Konstanta kinetika reaksi, / menit
N_t	: Jumlah tube
B_s	: <i>Baffle spacing</i> , in
P_T	: <i>Tube Pitch</i> , in

DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 1.1. Kebutuhan Furfural di Indonesia Berdasarkan Data Impor	2
Tabel 1.2. Kapasitas produksi pabrik furfural yang telah berdiri	4
Tabel 1.3. Macam-macam Proses dalam Pembuatan Furfural	8
Tabel 2.1. Komponen yang ada di tiap arus	21
Tabel 2.2. Neraca Massa Reaktor (R-01).....	25
Tabel 2.3. Neraca Massa Separator (Sp-01)	26
Tabel 2.4. Neraca Massa <i>Filter Press</i> (F-01)	27
Tabel 2.5. Neraca Massa Tangki Penampung.....	28
Tabel 2.6. Neraca Massa Menara Distilasi-01 (MD-01).....	28
Tabel 2.7. Neraca Massa Menara Distilasi-02 (MD-02).....	29
Tabel 2.8. Neraca Massa Total Proses <i>Batch</i>	29
Tabel 2.9. Neraca Massa Total Proses Kontinyu.....	30
Tabel 2.10. Neraca Panas Reaktor-01 (R-01).....	31
Tabel 2.11. Neraca Panas Separator (Sp-01).....	32
Tabel 2.12. Neraca Panas <i>Filter Press</i> (F-01)	33
Tabel 2.13. Neraca Panas Tangki Penampung	33
Tabel 2.14. Neraca Panas Menara Distilasi-01 (MD-01)	34
Tabel 2.15. Neraca Panas Menara Distilasi-02 (MD-02)	34
Tabel 2.16. Luas Bangunan Pabrik.....	37
Tabel 4.1. Karakteristik Air Bersih.....	67
Tabel 4.2. Kebutuhan Air Untuk Perumahan dan Perkantoran	67
Tabel 4.3. Kebutuhan Air Untuk <i>Steam</i> yang diperlukan.....	68
Tabel 4.4. Kebutuhan Air Pendingin yang diperlukan	69
Tabel 4.5. Kebutuhan Air Proses yang diperlukan.....	70
Tabel 4.6. Kebutuhan Listrik Untuk Keperluan Proses.....	82
Tabel 4.7. Kebutuhan Listrik Untuk Keperluan Utilitas.....	83
Tabel 4.8. Udara Tekan dan Penggunaannya	86
Tabel 4.9. Parameter Standar Baku Air	90

Tabel 5.1.	Jadwal Kerja Karyawan Masing-masing Regu.....	101
Tabel 5.2.	Penggolongan Jabatan dalam suatu Perusahaan.....	103
Tabel 5.3.	Jumlah Karyawan sesuai dengan Jabatan dan Gaji.....	104
Tabel 5.4.	Pembagian Karyawan Proses Tiap Shift.....	105
Tabel 5.5.	Perincian Golongan.....	105
Tabel 6.1.	<i>Cost Index Chemical Plant</i>	110
Tabel 6.2.	<i>Total Fixed Capital Investment</i>	115
Tabel 6.3.	<i>Working Capital</i>	116
Tabel 6.4.	<i>Manufacturing Cost</i>	117
Tabel 6.5.	<i>General Expenses</i>	118
Tabel 6.6.	<i>Fixed Cost</i>	120
Tabel 6.7.	<i>Variable Cost</i>	120
Tabel 6.8.	<i>Regulated Cost</i>	121

DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 1.1. Grafik Hubungan antara Tahun versus Kebutuhan Furfural	3
Gambar 2.1. Diagram Alir Proses.....	21
Gambar 2.2. Diagram Alir Kualitatif	22
Gambar 2.3. Diagram Alir Kuantatif	23
Gambar 2.4. PEFD	24
Gambar 2.5. <i>Lay Out</i> Pabrik	38
Gambar 2.6. <i>Lay Out</i> Peralatan	41
Gambar 4.1. Diagram Proses Pengolahan Air Sungai	70
Gambar 4.2. Unit Penyediaan Udara Tekan	85
Gambar 5.1. Struktur Organisasi Perusahaan	108
Gambar 6.1. Hubungan Tahun Versus <i>Cost Index</i>	111
Gambar 6.2. Grafik Analisis Ekonomi	123

DAFTAR LAMBANG

T	: Temperatur, °C
D	: Diameter, m
H	: Tinggi, m
P	: Tekanan, psia
μ	: Viskositas, cP
ρ	: Densitas, kg/m ³
Q _S	: Kebutuhan <i>Steam</i> , kg
M _S	: Massa <i>Steam</i> , kg
A	: Luas bidang penampang, ft ²
V _t	: Volume tangki, m ³
Q _f	: Kecepatan/laju air <i>volumetric</i> , m ³ /jam
t	: Waktu, jam
m	: Massa, kg
F _V	: Laju alir, m ³ /jam
π	: Jari-jari, in
P	: <i>Power</i> motor, Hp
S _g	: <i>Spesific gravity</i>
x	: Konversi, %
T _C	: Titik kritis, °C
T _B	: Titik didih, °C
H _V	: Panas penguapan, joule/mol
V _S	: Volume <i>shell</i> , m ³
V _h	: Volume <i>head</i> , m ³
V _t	: Volume total, m ³
D _{opt}	: Diameter optimal, m
ID	: <i>Inside</i> diameter, in
OD	: <i>Outside</i> diameter, in
N _{Re}	: Bilangan Reynold
F	: <i>Normal heating value</i> , Btu/lb
E	: Efisiensi pengelasan

f	: Allowable stress, Psia
r_c	: Jari-jari <i>dish</i> , in
r_{cr}	: Jari-jari sudut dalam, in
W	: Faktor intensifikasi tegangan untuk jenis <i>head</i> .
D_I	: Diameter pengaduk, m
W	: Tinggi pengaduk, m
B	: Lebar <i>baffle</i> , m
L	: Lebar pengaduk, m
N	: Kecepatan putaran, rpm
U_D	: Koefisien perpindahan panas menyeluruh setelah ada zat pengotor pada HE, Btu/jam ft ² °F
U_C	: Koefisien perpindahan panas menyeluruh pada awal HE dipakai, Btu/jam ft ² °F
R_d	: Faktor pengotor, Btu/jam ft ² °F
η	: Efisiensi, %
W_f	: Total <i>head</i> , in
p	: Panjang, m
l	: Lebar, m
t_s	: Tebal <i>shell</i> , in
t_h	: Tebal <i>head</i> , in
k	: Konduktivitas termal, Btu/jam ft ² °F/ft
c	: Panas spesifik, Btu/lb °F
j_H	: Heat transfer factor
h_i	: Inside film coefficient, Btu/jam ft ² °F
h_o	: Outside film coefficient, Btu/jam ft ² °F
LMTD	: Log mean temperatur different, °F
K	: Konstanta kinetika reaksi, / menit
N_t	: Jumlah tube
B_s	: Baffle spacing, in
P_T	: Tube Pitch, in

Intisari

Pada era kemajuan teknologi dalam berbagai bidang pembangunan yang berjalan pesat, maka diperlukan beberapa macam sarana dan prasarana untuk era persaingan bebas. Salah satu prospek pembangunan masa depan adalah membangun pabrik yang mempunyai daya saing dengan produk-produk luar negeri. Salah satunya dengan mendirikan pabrik Furfural dengan bahan baku Tandan kosong kelapa sawit dan Asam Asetat dengan kapasitas 10.000 ton per tahun direncanakan beroperasi selama 330 hari per tahun.

Proses pembuatan Furfural dilakukan dalam reaktor *batch* dengan kondisi operasi pada suhu 32°C - 190°C dan tekanan 12 atm. Pada reaktor ini reaksi berlangsung pada fase padat-cair, *irreversible*, endotermis, *adiabatic*, *non isothermal*. Pabrik ini digolongkan pabrik beresiko rendah hal ini didasarkan atas pertimbangan bahan baku yang mudah didapat dan persaingan pasar.

Kebutuhan Tandan kosong kelapa sawit untuk pabrik ini sebanyak 50.868,9144 kg per *batch* dan Asam Asetat sebanyak 272,6280 kg per *batch*. Produk berupa furfural sebanyak 1.262,6263 kg per jam. Utilitas meliputi penyediaan air sebesar 128.000 kg/jam yang diperoleh dari air sungai, penyediaan *steam* sebesar 21.349,6914 kg per jam yang diperoleh dari *boiler* dengan bahan bakar *fuel oil* sebesar 39.316,4957 liter per hari, kebutuhan udara tekan sebesar 150 m^3 per jam, kebutuhan listrik diperoleh dari PLN dan dua buah *generator set* sebesar 3.000 kW sebagai cadangan, bahan bakar sebanyak $57,2020\text{ m}^3/\text{jam}$. Pabrik ini didirikan di Palembang, Sumatera Selatan dengan luas tanah 60.000 m^2 dan jumlah karyawan 116 orang.

Pabrik Furfural menggunakan modal tetap sebesar Rp 173.198.523.192,33 dan modal kerja sebesar Rp 32.078.180.992,75. Dari analisis ekonomi terhadap pabrik ini menunjukkan keuntungan sebelum pajak Rp 51.642.034.031,51 per tahun setelah dipotong pajak 30 % keuntungan mencapai Rp 36.149.423.822,06 per tahun. *Percent Return On Investment* (ROI) sebelum pajak 29,89 % dan setelah pajak 20,92%. *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak selama 2,51 tahun dan setelah pajak 3,23 tahun. *Break Even Point* (BEP) sebesar 40,39 %, *Shut Down Point* (SDP) sebesar 16,68 % dan *Discounted Cash Flow* (DCF) sebesar 26,29 %. Dari data analisis kelayakan di atas disimpulkan, bahwa pabrik ini menguntungkan dan layak untuk didirikan.