

MAKALAH PENDADARAN
PRARANCANGAN PABRIK
FURFURAL DARI TANDAN KOSONG KELAPA
SAWIT DENGAN PROSES *ESCHER WYSS*
KAPASITAS 5.000 TON PER TAHUN



Oleh :

Siti Nurjannah

D 500 010 134

Dosen Pembimbing :

Ir. Rochmadi, S.U.,Ph.D

Malik Musthofa, S.T.

JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
SURAKARTA

2007

HALAMAN PENGESAHAN

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK KIMIA**

NAMA : Siti Nurjannah
NIM : D 500 010 134
JUDUL TPP : Prarancangan Pabrik Furfural dari Tandan Kosong Kelapa
Sawit Dengan Proses Escher Wyss Kapasitas 5.000 Ton
Per Tahun
DOSEN PEMBIMBING : 1. Ir. Rochmadi, S.U., Ph.D
2. Malik Musthofa, S.T.

Surakarta, Februari 2007

Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II

Ir. Rochmadi, S.U., Ph.D
NIP. 130.935.067

Malik Musthofa, S.T.
NIK.100 990

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 5.000 ton/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 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. Ke2 kakakku (masEko-mbaNing) makasih atas dukungan dan doane.....Mba Lya mksh jg....
6. My partner WARSINI, mksh dah jd partner terbaikku & smoga cpt dpt krj...."AYOOOO.....MERANTAU"
7. YAURIE "situanmuda", thanks a lot yach.....mugo2 dak tambah nggapleki!!
8. Cah2 eX-DB (IRMA,ANA.IPUNG,TIKA,ANDRO',LANA,ATIK)&Na2ng miss U guys.....
9. Cah2 DB "M'Nopi,siCantiq,Cemplux,Mey,Pu3,Arie,NuyuL,SiTl,Trie,Diyan" tambah QQ'e mba Nopi makasih banyak 'tas kebersamaannya, Caaayooo.....

10. KaEnd & Family.....makasiiiiih buanyaak.....”HDP PEMBANTU!!”
11. Teman2belajarku (Whe2, fEra, LenDut, YeNti, CintyA, RinDy, TriMbiL, dEtRik, Suci, LiA, yuSRI, YuLia, PAM2, M’AguS, M’Rahma, M’Nur) BADALAAAAH.....ST Nda.....
12. Ida Jeng.....KOL, enCus, NiA, YuSan, SinYo, YuDa; ”Lembur Yuk? Yuuuk”
13. IsWahyudi, makaciiih yoO.....ngrepotin terus! AYO....KM BISA....
14. Cah2 TeKim 2001 yg dak bs disebutin atu-atu.....”akhire aku iso lulus”
(spesial tuk: Yayuk, siJekek, Umar, Sucenk, Ziimo, Bambang, Diyon)
15. Dan semua pihak yang telah membantu penyusun yang tidak bisa disebutkan satu persatu

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, Februari 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 Pendirian Pabrik.....	1
1.2. Penentuan Kapasitas Rancangan Pabrik	1
1.3. Penentuan Lokasi Pabrik.....	3
1.4. Tinjauan Pustaka	5
1.4.1. Gypsum	5
1.4.2. Macam - Macam Proses Pembuatan Gypsum	6
1.4.2.1 Pembuatan Gypsum dari batu-Batuan Gypsum.....	6
1.4.2.2 Pembuatan Gypsum dari Batu Kapur	7
1.4.2.3 Pembuatan Gypsum dari CaCl_2 dan H_2SO_4	7
1.4.2.4. Pembuatan Gypsum dari asam Sulfat dan Batuan Fosfat .	8
1.4.3. Kegunaan Produk.....	9
1.4.4. Sifat Fisik dan Kimia Bahan baku dan produk	10
1.4.5. Tinjauan Proses Secara Umum	13
BAB II. DESKRIPSI PROSES	15
2.1. Spesifikasi Bahan Baku dan Produk	15
2.1.1. Spesifikasi Bahan Baku	15
2.1.2. Spesifikasi Produk.....	15
2.2. Konsep Proses	16
2.2.1. Dasar Reaksi.....	16

2.2.2. Mekanisme Reaksi	16
2.2.3 Kondisi Operasi	17
2.2.4. Tinjauan Thermodinamika	17
2.2.5. Tinjauan Kinetika Reaksi	19
2.2.6. Langkah Proses	22
2.2.7 Diagram Alir Proses	25
2.3. Neraca Massa dan Neraca Panas	29
2.3.1. Neraca Massa	30
2.3.2. Neraca Panas	33
2.4. Tata Letak Pabrik dan Peralatan	38
2.5.1. Tata Letak Pabrik	38
2.5.2. Tata Letak Peralatan.....	43
BAB III. SPESIFIKASI PERALATAN PROSES	44
BAB IV. UNIT PENDUKUNG PROSES DAN LABORATORIUM	64
4.1. Unit Pendukung Proses (Utilitas).....	64
4.1.1. Unit Pengadaan Air (<i>Water Suplly Section</i>).....	64
4.1.2. Unit Pengadaan <i>Steam</i>	79
4.1.3. Unit Pembangkit Tenaga Listrik	79
4.1.4. Unit Pengadaan Udara Tekan.....	82
4.1.5. Unit Pengadaan Bahan Bakar.....	82
4.2. Laboratorium	83
4.2.1. Tugas Pokok Laboratorium.....	83
4.2.2. Program Kerja Laboratorium	84
4.2.3. Alat-alat Utama Laboratorium	85
BAB V. MANAJEMEN PERUSAHAAN.....	91
5.1. Bentuk Perusahaan.....	91
5.2. Struktur Organisasi	92
5.2.1 Pemegang Saham	93
5.2.2 Dewan Komisaris	93
5.2.3 Direktur	93
2.5.4 Kepala bagian.....	94

5.2.5 Kepala Seksi dan Karyawan.....	95
5.3. Kesejahteraan karyawan.....	97
5.3.1 Cuti tahunan	97
5.3.2 Hari Lubur Nasional.....	97
5.3.3 Kerja lembur (Overtime).....	97
5.3.4 Sistem Gaji Karyawan.....	97
5.3.5 Jam kerja Karyawan.....	98
5.3.6 Pakaian kerja	100
5.3.7 Pengobatan	100
5.3.8 ASTEK.....	100
5.3.9 Kesejahteraan sosial Karyawan.....	100
5.4 Perencanaan Produksi	100
5.5. Pengendalian Produksi	101
BAB VI. ANALISIS EKONOMI	104
6.1. <i>Total Capital Investment</i>	109
6.2. <i>Working Capital</i>	110
6.3. <i>Manufacturing Cost</i>	111
6.4. <i>General Expenses</i>	111
6.5. Analisis Keuntungan	111
KESIMPULAN.....	117
DAFTAR PUSTAKA	

DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 1.1. Data Perkembangan Gypsum di Indonesia.....	2
Tabel 1.2. Perbandingan peoses berdasarkan aspek teknis dan ekonomi.....	9
Tabel 2.1. ΔH_f 298 (kkal/mol) Setiap Komponen	17
Table 2.2. ΔG_f 298 (kkal/mol) Setiap Komponen	18
Tabel 2.3. Tabel Alir Massa.....	29
Tabel 2.4. Neraca Massa Penghancur.....	30
Tabel 2.5. Neraca Massa Reaktor (R-01)	30
Tabel 2.6. Neraca Massa Reaktor (R-02).....	31
Tabel 2.7. Neraca Massa Filter (RDF-01).....	31
Tabel 2.8. Neraca Massa Evaporator (Ev-01).....	32
Tabel 2.9. Neraca Massa <i>Rotary Dryer</i> (RD-01)	33
Tabel 2.10. Neraca Panas Reaktor (R-01)	33
Tabel 2.11. Neraca Panas Reaktor (R-02)	34
Tabel 2.12. Neraca Panas Filter (RDF-01)	35
Tabel 2.13. Neraca Panas Evaporator (Ev-01)	35
Tabel 2.14. Neraca Panas <i>Rotary Dryer</i> (RD-01).....	36
Tabel 2.15. Neraca Panas <i>Heat Exchanger</i> (HE-01)	36
Tabel 2.16. Neraca Panas <i>Heat Exchanger</i> (HE-01)	37
Tabel 2.17. Neraca Panas <i>Cooler</i> (Co-01).....	37
Tabel 2.18. Neraca Panas <i>Mixer</i> (Mx-01)	38
Tabel 2.19. Neraca Panas <i>Mixer</i> (Mx-02)	39
Tabel 2.20. Neraca Panas <i>Mixer</i> (Mx-03)	39
Tabel 2.21. Luas Bangunan Pabrik.....	40
Tabel 4.1. Karakteristik Air Bersih.....	65
Tabel 4.2. Konsumsi Listrik Untuk Keperluan Proses	80
Tabel 4.3. Konsumsi Listrik Untuk Utilitas.....	81
Tabel 5.1. Sistem pembagian Kerja.....	99
Tabel 6.1. <i>Cost Index Chemical Plant</i>	105

Tabel 6.2.	<i>Total Fixed Capital Investment</i>	109
Tabel 6.3.	<i>Working Capital</i>	110
Tabel 6.4.	<i>Manufacturing Cost</i>	111
Tabel 6.5.	<i>General Expenses</i>	111
Tabel 6.6.	<i>Fixed Cost</i>	113
Tabel 6.7.	<i>Variable Cost</i>	113
Tabel 6.8.	<i>Regulated Cost</i>	114

DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 2.1. Diagram Alir Kualitatif	26
Gambar 2.2. Diagram Alir Kuantitatif	27
Gambar 2.3. PEFD	28
Gambar 2.4. Diagram Alir Neraca Massa.....	29
Gambar 2.5. Tata Letak Pabrik	41
Gambar 2.6. Tata Letak Peralatan.....	43
Gambar 4.1. Diagram Proses Pengolahan Air Laut.....	68
Gambar 5.1. Struktur Organisasi Perusahaan.....	104
Gambar 6.1. Hubungan Tahun Versus <i>Cost Index</i>	105
Gambar 6.2. Grafik Analisis Ekonomi.....	117
Gambar 6.2. Hubungan Antara <i>Time Line</i> Dengan <i>Cash Line</i>	118

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
rc	: 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
η	: Efisiensi
W _f	: Total <i>head</i> , in
p	: Panjang, m
l	: Lebar, m
ts	: Tebal <i>shell</i> , in
th	: Tebal <i>head</i> , in
k	: Konduktivitas termal, Btu/jam ft ² °F/ft
c	: Panas spesifik, Btu/lb °F
jH	: <i>Heat transfer factor</i>
hi	: <i>Inside film coefficient</i> , Btu/jam ft ² °F
ho	: <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

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 air dengan kapasitas 5.000 ton per tahun yang 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 25.434,4572 kg per *batch*, air sebanyak 80852,6137 kg per *batch* dan asam asetat sebanyak 136,3139 kg per *batch*. Produk berupa furfural sebanyak 631,3132 kg per jam. Utilitas meliputi penyediaan air sebesar 72.000 kg per jam yang diperoleh dari air sungai, penyediaan *steam* sebesar 11.407,5393 kg per jam yang diperoleh dari *boiler* dengan bahan bakar *fuel oil* sebesar 709,9114 liter per jam, kebutuhan udara tekan sebesar 150 m³ per jam, kebutuhan listrik diperoleh dari PLN dan dua buah *generator set* sebesar 1.000 kW sebagai cadangan, bahan bakar sebanyak 19,0673 m³ per jam. Pabrik ini didirikan di Palembang, Sumatera Selatan dengan luas tanah 60.000 m² dan jumlah karyawan 116 orang.

Pabrik Furfural menggunakan modal tetap sebesar Rp 131.992.068.704,2 dan modal kerja sebesar Rp 18.813.007.724,76. Dari analisis ekonomi terhadap pabrik ini menunjukkan keuntungan sebelum pajak Rp 18.102.729.256,15 per tahun setelah dipotong pajak 30 % keuntungan mencapai Rp 12.671.910.479,31 per tahun. *Percent Return On Investment* (ROI) sebelum pajak 13,715 % dan setelah pajak 9,601%. *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak selama 4,217 tahun dan setelah pajak 5,102 tahun. *Break Even Point* (BEP) sebesar 54,005 %, *Shut Down Point* (SDP) sebesar 14,797 % dan *Discounted Cash Flow* (DCF) sebesar 24,246 %. Dari data analisis kelayakan di atas disimpulkan, bahwa pabrik ini menguntungkan dan layak untuk didirikan.