

LAPORAN TUGAS PRARANCANGAN PABRIK

PRARANCANGAN PABRIK

PROPILEN GLIKOL DENGAN PROSES HIDRASI

MENGGUNAKAN KATALIS ASAM

KAPASITAS 35.000 TON/TAHUN



Oleh :

Susanti Widyaning Tyas

D 500 060 012

Dosen Pembimbing :

M.Mujiburohman, S.T., M.T., Ph.D

Agung Sugiharto, S.T., M.Eng.

JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

SURAKARTA

2011

HALAMAN PENGESAHAN

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

NAMA : Susanti Widyaning Tyas
NIM : D 500 060 012
JUDUL TPP : Prarancangan Pabrik Propilen Glikol Dengan Proses
Hidrasi Menggunakan Katalis Asam Kapasitas
35.000 Ton/Tahun.
DOSEN PEMBIMBING : 1. M. Mujiburrohman, S.T., M.T., Ph.D.
2. Agung Sugiharto, S.T., M.Eng.

Surakarta, Maret 2011

Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II

M. Mujiburohman, S.T.,M.T., Ph.D.
NIK. 794

Agung Sugiharto, S.T., M.Eng.
NIK.984

Mengetahui,

An. Dekan,

Ketua Jurusan

Ir. Agus Riyanto, M.T.
NIK. 483

Ir. H. Haryanto A.R., M.S.
NIP. 196307051990031002

PERNYATAAN ORIGINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Susanti Widyaning Tyas

NIM : D 500 060 012

Judul TPP : Prarancangan Pabrik Propilen Glikol Dengan Proses Hidrasi
Menggunakan Katalis Asam Kapasitas 35.000
Ton/Tahun. Tanggal Sidang : 15 Maret 2011

Tanggal Lulus : 15 Maret 2011

menyatakan bahwa tulisan ini adalah merupakan hasil karya saya sendiri. Segala kutipan dalam bentuk apa pun telah mengikuti kaidah, etika yang berlaku. Mengenai isi dan tulisan adalah merupakan tanggung jawab Penulis, bukan Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya dan dengan penuh kesadaran.

Surakarta, Maret 2011

(Susanti Widyaning Tyas)

INTISARI

Pabrik propilen glikol dengan bahan baku propilen oksida, air dan metanol sebagai *diluent* dengan kapasitas 35.000 ton per tahun direncanakan beroperasi selama 330 hari per tahun. Proses pembuatan propilen glikol dilakukan dengan proses hidrasi dengan perbandingan mol propilen oksida : air : metanol : = 43,04 lbmol : 802,8 lbmol : 71,87 lbmol. Reaksi dilakukan dalam Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) dengan katalis asam sulfat yang bekerja secara kontinyu, yang berlangsung pada fase cair-cair, *irreversible*, eksotermis, isothermal pada suhu 32°C dan tekanan 1 atm.

Kebutuhan propilen oksida untuk pabrik ini sebanyak 2.688,7693 kg/jam, kebutuhan air 9.221,6326 kg/jam, dan kebutuhan metanol sebanyak 2.464,5388 kg/jam. Produk berupa propilen glikol sebanyak 3.789,4907 kg/jam. Utilitas pendukung proses meliputi penyediaan air sebesar 16.976,6400 kg/jam yang diperoleh dari air sungai, penyediaan *saturated steam* sebesar 3.421,5677 kg/jam yang diperoleh dari *boiler* dengan bahan bakar solar. kebutuhan udara tekan sebesar 500 kg/jam, kebutuhan listrik diperoleh dari PLN dan sebuah *generator set* sebesar 1000 kW sebagai cadangan, bahan bakar sebanyak 32,8911 m³/jam Pabrik ini didirikan di kawasan industri Gresik, Jawa Timur dengan luas tanah 17.030 m² dan jumlah karyawan 109 orang.

Pabrik propilen glikol ini menggunakan modal tetap sebesar Rp.163.692.247.730,00 dan modal kerja sebesar Rp.96.838.589.278,00. Dari analisis ekonomi terhadap pabrik ini menunjukkan keuntungan sebelum pajak Rp.88.527.796.077,00 per tahun setelah dipotong pajak 50% keuntungan mencapai Rp.44.263.898.038,00 per tahun. *Percent Return On Investment* (ROI) sebelum pajak 54,08% dan setelah pajak 27,04%. *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak selama 1,5 tahun dan setelah pajak 2,69 tahun. *Break Even Point* (BEP) sebesar 40,65 %, *Shut Down Point* (SDP) sebesar 26,43%, *Discounted Cash Flow* (DCF) terhitung sebesar 28,120%. Dari data analisis kelayakan di atas disimpulkan, bahwa pabrik ini menguntungkan dan layak untuk didirikan.

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmaanirrohim

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah, puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat hidayah dan petunjuknya-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan tugas akhir prarancangan pabrik kimia ini dengan baik. Tak lupa sholawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW, keluarga, sahabat dan seluruh pengikutnya.

Tugas Prarancangan Pabrik Kimia merupakan tugas akhir yang harus diselesaikan oleh setiap mahasiswa Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta sebagai prasyarat untuk menyelesaikan jenjang studi sarjana. Dengan tugas ini diharapkan kemampuan penalaran dan penerapan teori-teori yang telah diperoleh selama kuliah dapat berkembang dan dapat dipahami dengan baik.

Judul Tugas Akhir ini adalah **Prarancangan Pabrik Propilen Glikol Dengan Proses Hidrasi Menggunakan Katalis Asam Kapasitas 35.000 ton/tahun.**

Adanya prarancangan pabrik ini diharapkan dapat memperkaya alternatif industri masa depan bagi Indonesia.

Penyelesaian penyusunan laporan tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan dan bimbingan serta dorongan dari berbagai pihak. Melalui laporan ini penyusun ingin mengucapkan terima kasih yang tiada terhingga, terutama kepada :

1. Bapak Ir. H. Haryanto AR, M.S., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Surakarta
2. Bapak M. Mujiburrohmah, S.T., M.T., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing I
3. Bapak Agung Sugiharto, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing II
4. Bapak dan Ibu dosen Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Surakarta atas segala bimbingan dan arahnya
5. Keluarga yang selalu mendoakan dan memberi semangat serta dukungan

6. Teman-teman Teknik Kimia UMS yang selalu memberikan dorongan dan motivasi.

Tak ada gading yang tak retak, penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan tugas akhir ini masih banyak terdapat kekurangan dan kesalahan, untuk itu penulis mengharapkan saran dan kritik membangun demi kesempurnaan laporan ini. Dan semoga laporan ini bermanfaat bagi semua pihak. Akhir kata penulis mohon maaf apabila ada salah kata, dan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Surakarta, Maret 2011

Penyusun

MOTTO

Ud'uunii astajib lakum....

"Berdoalah kepada Ku, niscaya akan Ku perkenankan bagimu"

(Al-Mu'min : 60)

=====00=====

Kita sering terpesona dengan fatamorgana

Sehingga kita sering lupa

Siapa kita, dimana kita, dan apa tujuan kita

=====00=====

Vision without execution is daydream

Execution without vision is a nightmare

=====00=====

Seorang muslimah adalah sosok yang pahan tentang Dinnya, mengerti

terhadap kehidupannya,

Bukan sosok yang terasing dari kehidupan dan agama. Mereka akan tetap

hidup di zamannya, tetapi tidak melepaskan diri dari agamanya.

=====00=====

Jilbab itu menutupi keindahan kita

Bukan menutupi pemikiran kita.

PFRSFM BAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Karya kecil dan sederhana ini Q persembahkan khusus untuk:

My Allah.....

*yang senantiasa memberikan cinta dan kasih sayang Nya kepada
Q...*

*yang masih memberi Q kesempatan untuk bernafas dan menikmati
indahny ciptaan Nya....*

*Sehingga, aku mengerti apa makna cinta dan kasih sayang yang
sesungguhnya.....*

Papah dan Ibuk Q tercinta.....

Jrimakasih telah menjadi orang tua yang paling bijak untuk Q..

*Jrimakasih untuk ilmu kesederhanaan dan semua ilmu
kehidupan yang selama ini diajarkan kepada Q... Semoga mampu
menjadi bekal ku untuk menapaki kehidupan yang lebih keras
nantinya.....*

Untuk ibuk Q.....

*Jrimakasih untuk kesabarannya, semua doanya yang tak pernah
henti dipanjatkan disetiap malam untuk keberhasilan Q.....
yang tak pernah bosan untuk membangunkan dan mengingatkan Q
untuk Qiyamul Fail....*

Yang selalu bertanya "kapan wisudane...???"

Untuk papah Q.....

*Jrimakasih untuk setiap doa dan tetesan keringatnya, berangkat
subuh, pulang mpe maghrib dan terkadang jg mpe larut malam,
kejar2an dengan bus biar g terlambat nyampe kantor.....*

*Semua itu dilakukan hanya karena ingin melihat anakmu tetap
belajar dan merasakan indahny menjadi seorang "Mahasiswa"*

Dan kini..... "Aku sudah jadi sarjana pah...buk...."

Jeh Nita.....

Terimakasih untuk motivasinya saat merasa terkucil karena ngerjain JA.... Trimakasih sudah merelakan "si kecil_acer" mu untuk Q jadikan korban kebuasan Jugas Akhir Q.... Semoga mendapatkan berkah nantinya....

→ "Semoga kelak kita sekeluarga dipertemukan di Jannah Nya, bersama orang2 mukmin yang lain dalam keadaan bersuka cita...." (Aminn ya Robb,,,,,) ←

Jak lupa..... Untuk orang2 yang telah menyakiti Q, Merendahkan Q, Meremehkan Q, Mendzolimi Q, dan orang2 yang telah membuat Q meneteskan air mata.....

trimakasih untuk semua rasa yang kalian berikan, hingga Q lebih memahami arti menghargai dan mengasihi sesama manusia...

*Kalian adalah motivasi terbesar Q setelah keluarga Q....
Semoga Allah mengampuni dosa2 kita semua. Amin.....*

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
INTISARI	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMBANG	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Kapasitas Perancangan Pabrik	1
1.3. Lokasi Pabrik	3
1.4. Tinjauan Pustaka	5
1.4.1. Macam-macam Proses	5
1.4.2. Kegunaan Produk	6
1.4.3. Sifat Fisika dan Sifat Kimia Bahan Baku dan Produk	7
BAB II DISKRIPSI PROSES	
2.1. Spesifikasi Bahan Baku, Bahan Pembantu dan Produk	12
2.2. Konsep Proses	12
2.2.1. Kondisi Operasi	13
2.2.2. Mekanisme Reaksi	14
2.2.3. Tinjauan Kinetika	13
2.2.4. Tinjauan Termodinamika	14
2.3. Diagram Alir Proses	16
2.3.1. Langkah Proses	16
2.3.2. Diagram Alir Kualitatif	18

2.3.3. Diagram Alir Kuantitatif	19
2.4. Neraca Massa dan Neraca Panas	20
2.4.1. Neraca Massa	20
2.4.2. Neraca Panas	24
2.5. <i>Lay Out</i> Pabrik dan Peralatan	28
2.5.1. <i>Lay Out</i> Pabrik	28
2.5.2. <i>Lay Out</i> Peralatan	32
 BAB III SPESIFIKASI PERALATAN PROSES	 35
 BAB IV UNIT PENDUKUNG PROSES DAN LABORATORIUM	
4.1. Unit Penyediaan Air dan Pengolahan Air	66
4.1.1. Unit Penyediaan Air	66
4.1.2. Penggunaan Air	66
4.1.3. Kebutuhan Air	69
4.1.4. Unit Pengolahan Air	72
4.1.5. Spesifikasi Alat Utilitas	76
4.2. Unit Pengadaan Tenaga Listrik	77
4.2.1. Generator	77
4.2.2. Unit Pengadaan Bahan Bakar	78
4.3. Unit Pengolahan Limbah	79
4.4. Laboratorium	79
4.4.1. Program Kerja Laboratorium	80
4.5. Keselamatan dan Kesehatan Kerja	81
 BAB V MANAJEMEN PERUSAHAAN	
5.1. Bentuk Perusahaan	83
5.2. Struktur Organisasi	84
5.2.1. Pemegang Saham	85
5.2.2. Dewan komisaris	85
5.2.3. Direktur	86

5.2.4. Kepala Bagian	87
5.2.5. Karyawan	88
5.2.6. Sekretaris	90
5.2.7. Staf Ahli	90
5.3. Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji	90
5.3.1 Sistem Kepegawaian	90
5.3.2 Pembagian Jam Kerja Karyawan	91
5.3.3 Sistem Gaji	93
5.4 Kesejahteraan Karyawan	96
5.5. Manajemen Produksi	97
5.5.1. Perencanaan Produksi	98
5.5.2. Pengendalian Proses	99
BAB VI ANALISIS EKONOMI	102
BAB VII KESIMPULAN	114
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Diagram alir kualitatif	18
Gambar 2.2. Diagram alir kuantitatif	19
Gambar 2.3. Tata letak pabrik	31
Gambar 2.4. Tata letak alat proses	34
Gambar 4.1. Unit pengolahan air utilitas	72
Gambar 5.1. Struktur organisasi	101
Gambar 6.1. Grafik hubungan tahun dengan <i>cost index</i>	103
Gambar 6.2. Grafik analisis ekonomi	113

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 <i>heat exchanger</i> , ft ²
V_t	: Volume tangki, m ³
Q_f	: Kecepatan alir volumetrik, m ³ /jam
t	: Waktu, jam
m	: Massa, kg
F_v	: Laju alir umpan reaktor, m ³ /jam
P	: <i>Power</i> motor, hp
S_g	: <i>Specific 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 diameter</i> , in
OD	: <i>Outside diameter</i> , in
NRe	: Bilangan Reynold
F	: <i>Normal heating value</i> , Btu/lb
E	: Efisiensi pengelasan

f	: Allowable stress, psia
r	: Jari-jari, 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
UD	: Koefisien perpindahan panas menyeluruh setelah ada zat pengotor pada HE, Btu/jam ft ² °F
UC	: Koefisien perpindahan panas menyeluruh pada awal HE dipakai, Btu/jam ft ² °F
Rd	: Faktor pengotor
η	: Efisiensi motor
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
Nt	: Jumlah <i>tube</i>
B	: <i>Baffle spacing</i> , in
PT	: <i>Tube Pitch</i> , in

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1.1. Kebutuhan impor propilen glikol (1994-2000)	2
Table 1.2. Produsen propilen glikol	2
Tabel 2.1. Harga ΔG°_f masing-masing komponen	14
Tabel 2.2. Harga ΔH°_f masing-masing komponen	15
Tabel 2.8. Neraca massa di sekitar <i>Mixer</i>	21
Tabel 2.4. Neraca massa di sekitar Reaktor 1	21
Tabel 2.5. Neraca massa di sekitar Reaktor 2	21
Tabel 2.6. Neraca massa di sekitar <i>Netralizer</i>	22
Tabel 2.7. Neraca massa di sekitar <i>Rotary Drum Filter</i>	22
Tabel 2.8. Neraca massa di sekitar <i>Separator</i>	23
Tabel 2.9. Neraca massa di sekitar Menara Distilasi	23
Tabel 2.10. Neraca massa di sekitar <i>Evaporator</i>	23
Tabel 2.11. Neraca panas di sekitar <i>Mixer</i>	25
Tabel 2.12. Neraca panas di sekitar Reaktor 1	25
Tabel 2.13. Neraca panas di sekitar Reaktor 2	26
Tabel 2.14. Neraca panas di sekitar <i>Netralizer</i>	26
Tabel 2.15. Neraca panas di sekitar <i>Rotary Drum Filter</i>	27
Tabel 2.16. Neraca panas di sekitar <i>Separator</i>	27
Tabel 2.17. Neraca panas di sekitar Menara Distilasi	28
Tabel 2.18. Neraca panas di sekitar <i>Evaporator</i>	28
Tabel 2.19. Luas bangunan pabrik	30
Tabel 3.1. Spesifikasi <i>Accumulator</i> 1 (Acc-01)	35
Tabel 3.2. Spesifikasi <i>Accumulator</i> 2 (Ac-02)	36
Tabel 3.3 Spesifikasi <i>Cooler</i> 1 (Co-01)	37
Tabel 3.4. Spesifikasi <i>Cooler</i> 2 (Co-02)	38
Tabel 3.5. Spesifikasi <i>Cooler</i> 3 (Co-03)	39
Tabel 3.6. Spesifikasi <i>Cooler</i> 4 (Co-04)	40

Tabel 3.7. Spesifikasi <i>Cooler</i> 5 (Co-05)	41
Tabel 3.8. Spesifikasi <i>Condensor</i> 1 (Cd-01)	42
Tabel 3.9. Spesifikasi <i>Condensor</i> 2 (Cd-02)	43
Tabel 3.10. Spesifikasi <i>Condensor</i> 3 (Cd-03)	44
Tabel 3.11. Spesifikasi <i>Evaporator</i> (E)	45
Tabel 3.12. Spesifikasi <i>Heat Exchanger</i> 1 (HE01)	46
Tabel 3.16. Spesifikasi Menara Distilasi (MD)	47
Tabel 3.17. Spesifikasi <i>Mixer</i> (M)	48
Tabel 3.18. Spesifikasi <i>Netralizer</i> (N)	49
Tabel 3.40. Spesifikasi Reaktor 1 (R-01)	50
Tabel 3.41. Spesifikasi Reaktor 2 (R-02)	51
Tabel 3.40. Spesifikasi <i>Reboiler</i> (Rb)	52
Tabel 3.41. Spesifikasi <i>Rotary Drum Filter</i> (RDF)	53
Tabel 3.42. Spesifikasi <i>Separator</i> (S)	54
Tabel 3.43. Spesifikasi Tangki 1 (T-01)	55
Tabel 3.44. Spesifikasi Tangki 2 (T-02)	56
Tabel 3.45. Spesifikasi Tangki 3 (T-03)	57
Tabel 3.46. Spesifikasi Tangki 4 (T-04)	58
Tabel 3.47. Spesifikasi Tangki 5 (T-05)	59
Tabel 3.19. Spesifikasi pompa proses	60
Tabel 4.1. Parameter standar baku air	68
Tabel 4.2. Kebutuhan air pendingin	69
Tabel 4.3. Kebutuhan air proses	69
Tabel 4.4. Daftar kebutuhan <i>steam</i> jenuh	70
Tabel 4.5. Kebutuhan air untuk perkantoran dan pabrik	70
Tabel 4.6. Total kebutuhan air	71
Tabel 4.7. Alat utama utilitas	76
Tabel 4.8. Spesifikasi pompa utilitas	78
Tabel 5.1. Pembagian <i>shift</i> karyawan	92
Tabel 5.2. Tugas dan keahlian	95
Tabel 6.1. <i>Cost index chemical plant</i>	103

Tabel 6.2. <i>Total fixed capital investment</i>	107
Tabel 6.3. <i>Working capital</i>	107
Tabel 6.4. <i>Manufacturing cost</i>	108
Tabel 6.5. <i>General expanses</i>	108
Tabel 6.6. <i>Fixed cost</i>	111
Tabel 6.7. <i>Variable cost</i>	111
Tabel 6.8. <i>Regulated cost</i>	111