

**LAPORAN TUGAS PRARANCANGAN PABRIK**

**PRARANCANGAN PABRIK**

**PROPILEN GLIKOL DENGAN PROSES HIDRASI**

**MENGGUNAKAN KATALIS ASAM**

**KAPASITAS 30.000 TON/TAHUN**



Oleh:

Rizqi Pratiwi Gustaf

D 500 060 015

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 : Rizqi Pratiwi Gustaf  
NIM : D 500 060 015  
JUDUL TPP : Prarancangan Pabrik Propilen Glikol Dengan Proses  
Hidrasi Menggunakan Katalis Asam Kapasitas  
30.000 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

## INTISARI

Pabrik propilen glikol dengan bahan baku propilen oksida, air dan metanol sebagai *diluent* dengan kapasitas 30.000 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 kondisi 60°C dan tekanan 1 atm.

Pembuatan propilen glikol ini dimulai dengan tahap persiapan bahan baku yang berupa air, propilen oksida dan metanol. Ketiga bahan tersebut di campur di dalam *mixer* kemudian dialirkan ke Reaktor untuk direaksikan dan ditambahkan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> sebagai katalis sampai konversi mencapai 95,5%. Tahap berikutnya adalah netralisasi untuk menetralkan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dengan cara menambahkan NaOH, tahap ini dilakukan di *Netralizer*. Tahap selanjutnya adalah pemisahan padatan yang terbentuk dan filtratnya yang dilakukan Rotary Drum Filter. Filtrat yang dihasilkan dimurnikan sampai kemurniannya mencapai 99,95%. Tahap ini dilakukan di *Separator*, Menara Distilasi dan *Evaporator*. Kebutuhan propilen oksida untuk pabrik ini sebanyak 2.294,8720 kg/jam, kebutuhan air 7.870,6888 kg/jam, dan kebutuhan metanol sebanyak 2.103,8720 kg/jam. Produk berupa propilen glikol sebanyak 3.789,4907 kg/jam. Utilitas pendukung proses meliputi penyediaan air sebesar 14.597,5220 kg/jam yang diperoleh dari air sungai, penyediaan *saturated steam* sebesar 680,3508 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 29,9965 m<sup>3</sup>/jam Pabrik ini didirikan di kawasan industri Gresik, Jawa Timur dengan luas tanah 17.030 m<sup>2</sup> dan jumlah karyawan 109 orang.

Pabrik propilen glikol ini menggunakan modal tetap sebesar Rp.163.306.341.230,00 dan modal kerja sebesar Rp.83.816.089.093,00. Dari analisis ekonomi terhadap pabrik ini menunjukkan keuntungan sebelum pajak Rp.76.236.778.326,00 per tahun setelah dipotong pajak 50 % keuntungan mencapai Rp.38.118.389.163,00 per tahun. *Percent Return On Investment (ROI)* sebelum pajak 46,68 % dan setelah pajak 23,34 %. *Pay Out Time (POT)* sebelum pajak selama 1,95 tahun dan setelah pajak 2,99 tahun. *Break Even Point (BEP)* sebesar 40,89 %, *Shut Down Point (SDP)* sebesar 25,09 %, *Discounted Cash Flow (DCF)* terhitung sebesar 28,07 %. Dari data analisis kelayakan di atas disimpulkan, bahwa pabrik ini menguntungkan dan layak untuk didirikan.

## KATA PENGANTAR

*Bismillahirrahmaanirrohim*

*Assalamu'alaiikum Wr. Wb.*

Alhamdulillah, puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat hidayah dan petunjuk-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 30.000 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. Mujiburohman, 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. Bapak, Ibu dan keluarga yang selalu mendoakan dan memberi semangat serta dukungan
6. Partnerku Susan, terima kasih atas kebersamaan dan pengertiannya selama ini

7. Teman-teman Teknik Kimia UMS, khususnya Teknik Kimia 2006 yang selalu memberikan dorongan dan motivasi
8. Semua pihak yang turut membantu dalam penyusunan laporan ini.

Penyusun 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.

*Wassalamu'alaikum Wr. Wb.*

Surakarta, Maret 2011

Penyusun

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
INTISARI .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR LAMBANG .....	x
DAFTAR TABEL .....	xii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
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
<b>BAB II DISKRIPSI PROSES</b>	
2.1. Spesifikasi Bahan Baku dan Produk .....	12
2.1.1. Spesifikasi Bahan Baku .....	12
2.1.2. Spesifikasi Bahan Pembantu .....	12
2.1.3. Spesifikasi Produk .....	13
2.2. Konsep Proses .....	13
2.2.1. Kondisi Operasi .....	13
2.2.2. Mekanisme Reaksi .....	14
2.2.3. Tinjauan Kinetika .....	14
2.2.4. Tinjauan Termodinamika .....	15

2.3. Diagram Alir Proses .....	18
2.3.1. Langkah Proses .....	17
2.3.2. Diagram Alir Kualitatif .....	19
2.3.3. Diagram Alir Kuantitatif .....	20
2.4. Neraca Massa dan Neraca Panas .....	21
2.4.1. Neraca Massa .....	21
2.4.2. Neraca Panas .....	24
2.5. <i>Lay Out</i> Pabrik dan Peralatan .....	27
2.5.1. <i>Lay Out</i> Pabrik .....	27
2.5.2. <i>Lay Out</i> Peralatan .....	30
<b>BAB III SPESIFIKASI PERALATAN PROSES .....</b>	<b>32</b>
<b>BAB IV UNIT PENDUKUNG PROSES DAN LABORATORIUM</b>	
4.1. Unit Penyediaan Air dan Pengolahan Air .....	57
4.1.1. Unit Penyediaan Air .....	57
4.1.2. Penggunaan Air .....	62
4.1.3. Kebutuhan Air .....	63
4.1.4. Unit Pengolahan Air .....	68
4.1.5. Spesifikasi Alat Utilitas .....	71
4.2. Unit Pengadaan Tenaga Listrik .....	75
4.2.1. Generator .....	75
4.2.2. Unit Pengadaan Bahan Bakar .....	78
4.3. Unit Pengolahan Limbah .....	79
4.4. Laboratorium .....	80
4.4.1. Program Kerja Laboratorium .....	85
4.5. Keselamatan dan Kesehatan Kerja .....	87
<b>BAB V MANAJEMEN PERUSAHAAN</b>	
5.1. Bentuk Perusahaan .....	89
5.2. Struktur Organisasi .....	90

5.2.1. Pemegang Saham .....	91
5.2.2. Dewan komisaris .....	91
5.2.3. Direktur .....	92
5.2.4. Kepala Bagian .....	93
5.2.5. Karyawan .....	94
5.2.6. Sekretaris .....	86
5.2.7. Staf Ahli .....	86
5.3. Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji .....	87
5.3.1 Sistem Kepegawaian .....	87
5.3.2 Pembagian Jam Kerja Karyawan .....	88
5.3.3 Sistem Gaji .....	89
5.4 Kesejahteraan Karyawan .....	91
5.5. Manajemen Produksi .....	92
5.5.1. Perencanaan Produksi .....	92
5.5.2. Pengendalian Proses .....	93
BAB VI ANALISIS EKONOMI .....	99
BAB VII KESIMPULAN .....	111
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Diagram alir kualitatif .....	18
Gambar 2.2. Diagram alir kuantitatif .....	19
Gambar 2.3. Diagram alir.....	20
Gambar 2.4. Tata letak pabrik .....	29
Gambar 2.5. Tata letak alat proses .....	31
Gambar 4.1. Unit pengolahan air utilitas .....	74
Gambar 5.1. Struktur organisasi .....	106
Gambar 6.1. Grafik hubungan tahun dengan <i>cost index</i> .....	108
Gambar 6.2. Grafik analisis ekonomi .....	117

## DAFTAR LAMBANG

$T$	: Temperatur, °C
$D$	: Diameter, m
$H$	: Tinggi, m
$P$	: Tekanan, psia
$\mu$	: Viskositas, cp
$\rho$	: Densitas, kg/m <sup>3</sup>
$Q_s$	: Kebutuhan <i>steam</i> , kg
$M_s$	: Massa <i>steam</i> , kg
$A$	: Luas bidang penampang <i>heat exchanger</i> , ft <sup>2</sup>
$V_t$	: Volume tangki, m <sup>3</sup>
$Q_f$	: Kecepatan alir volumetrik, m <sup>3</sup> /jam
$t$	: Waktu, jam
$m$	: Massa, kg
$F_v$	: Laju alir umpan reaktor, m <sup>3</sup> /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 <sup>3</sup>
$V_h$	: Volume <i>head</i> , m <sup>3</sup>
$V_t$	: Volume total, m <sup>3</sup>
$D_{opt}$	: 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 <sup>2</sup> °F
$UC$	: Koefisien perpindahan panas menyeluruh pada awal HE dipakai, Btu/jam ft <sup>2</sup> °F
$Rd$	: Faktor pengotor
$\eta$	: 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 <sup>2</sup> °F/ft
$c$	: Panas spesifik, Btu/lb °F
$jH$	: <i>Heat transfer factor</i>
$hi$	: <i>Inside film coefficient</i> , Btu/jam ft <sup>2</sup> °F
$ho$	: <i>Outside film coefficient</i> , Btu/jam ft <sup>2</sup> °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 $\Delta G^{\circ}_f$ masing-masing komponen .....	15
Tabel 2.2. Harga $\Delta H^{\circ}_f$ masing-masing komponen .....	16
Tabel 2.3. 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 .....	22
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 massa total .....	24
Tabel 2.12. Neraca panas di sekitar <i>Mixer</i> .....	24
Tabel 2.13. Neraca panas di sekitar Reaktor 1 .....	24
Tabel 2.14. Neraca panas di sekitar Reaktor 2 .....	24
Tabel 2.15. Neraca panas di sekitar <i>Netralizer</i> .....	25
Tabel 2.16. Neraca panas di sekitar <i>Rotary Drum Filter</i> .....	25
Tabel 2.16. Neraca panas di sekitar <i>Separator</i> .....	26
Tabel 2.17. Neraca panas di sekitar Menara Distilasi .....	26
Tabel 2.18. Neraca panas di sekitar <i>Evaporator</i> .....	26
Tabel 2.19. Neraca panas total .....	27
Tabel 2.20. Luas bangunan pabrik .....	28
Tabel 3.1. Spesifikasi <i>Accumulator</i> 1 (Ac-01) .....	32
Tabel 3.2. Spesifikasi <i>Accumulator</i> 2 (Ac-02) .....	32
Tabel 3.3 Spesifikasi <i>Cooler</i> 1 (Co-01) .....	33
Tabel 3.4. Spesifikasi <i>Cooler</i> 2 (Co-02) .....	34

Tabel 3.5. Spesifikasi <i>Cooler</i> 3 (Co-03) .....	35
Tabel 3.6. Spesifikasi <i>Cooler</i> 4 (Co-04) .....	36
Tabel 3.7. Spesifikasi <i>Cooler</i> 5 (Co-05) .....	36
Tabel 3.8. Spesifikasi <i>Condensor</i> 1 (Cd-01) .....	37
Tabel 3.9. Spesifikasi <i>Condensor</i> 2 (Cd-02) .....	38
Tabel 3.10. Spesifikasi <i>Condensor</i> 3 (Cd-03) .....	39
Tabel 3.11. Spesifikasi <i>Evaporator</i> (E) .....	40
Tabel 3.12. Spesifikasi <i>Heat Exchanger</i> 1 (HE01) .....	40
Tabel 3.13. Spesifikasi Menara Distilasi (MD) .....	44
Tabel 3.14. Spesifikasi <i>Mixer</i> (M) .....	44
Tabel 3.15. Spesifikasi <i>Netralizer</i> (N) .....	45
Tabel 3.16. Spesifikasi Reaktor 1 (R-01) .....	46
Tabel 3.17. Spesifikasi Reaktor 2 (R-02) .....	47
Tabel 3.18. Spesifikasi <i>Reboiler</i> (Rb) .....	48
Tabel 3.19. Spesifikasi <i>Rotary Drum Filter</i> (RDF) .....	49
Tabel 3.20. Spesifikasi <i>Separator</i> (S) .....	50
Tabel 3.21. Spesifikasi Tangki 1 (T-01) .....	51
Tabel 3.22. Spesifikasi Tangki 2 (T-01) .....	52
Tabel 3.23. Spesifikasi Tangki 3 (T-01) .....	53
Tabel 3.24. Spesifikasi Tangki 4 (T-01) .....	54
Tabel 3.25. Spesifikasi Tangki 5 (T-01) .....	55
Tabel 3.26. Spesifikasi pompa proses .....	57
Tabel 4.1. Parameter standar baku air .....	65
Tabel 4.2. Kebutuhan air pendingin .....	66
Tabel 4.3. Kebutuhan air proses .....	66
Tabel 4.4. Daftar kebutuhan <i>steam</i> jenuh .....	67
Tabel 4.5. Kebutuhan air untuk perkantoran dan pabrik .....	68
Tabel 4.6. Total kebutuhan air .....	69
Tabel 4.7. Alat utama utilitas .....	72
Tabel 4.8. Spesifikasi pompa utilitas .....	73

Tabel 5.1. Pembagian <i>shift</i> karyawan .....	76
Tabel 5.2. Tugas dan keahlian .....	77
Tabel 6.1. <i>Cost index chemical plant</i> .....	92
Tabel 6.2. <i>Total fixed capital investment</i> .....	94
Tabel 6.3. <i>Working capital</i> .....	95
Tabel 6.4. <i>Manufacturing cost</i> .....	96
Tabel 6.5. <i>General expanses</i> .....	97
Tabel 6.6. <i>Fixed cost</i> .....	97
Tabel 6.7. <i>Variable cost</i> .....	98
Tabel 6.8. <i>Regulated cost</i> .....	99