

ABSTRAK

Nama	1. Fikry Ramdani Pangestu/1141820018 2. Retno Wulandari/1141820042
Nama Pembimbing	1. Prof. Dr. Ir. Joelianingsih, M.T. 2. Dr. Ir. Ratnawati, M.Eng. Sc., I.P.M
Program Studi	Teknik Kimia
Judul	Pra-Rancangan Pabrik Propilen Glikol dengan Kapasitas 50.000 Ton/Tahun

Propilen glikol adalah suatu senyawa yang banyak digunakan sebagai pengawet dan pelarut dalam industri makanan, bahan baku resin *polyester* tak jenuh, bahan pelembut dan pelembab pada industri kosmetik, campuran obat, sebagai *plastizier* dan *antifreeze*, setara sebagai bahan aditif dalam industri pembuatan cat. Berdasarkan aplikasinya propilen glikol memiliki peranan yang cukup penting dalam menunjang kehidupan sehari-hari. Sampai saat ini, untuk memenuhi kebutuhan tersebut Indonesia harus mengimpor dari luar negeri. Hal tersebut menunjukkan peluang untuk mendirikan pabrik propilen glikol. Dengan adanya pabrik propilen glikol ini diharapkan dapat membuka lapangan kerja baru dan meningkatkan devisa negara.

Pabrik propilen glikol ini dirancang dengan kapasitas 50.000 ton/tahun. Pendirian pabrik direncanakan berlokasi di Kawasan Industri Jababeka 1, Kabupaten Bekasi, Jawa Barat. Proses produksi pada pabrik ini berlangsung secara kontinyu.

Bahan baku utama yang digunakan yaitu gliserol dan gas hidrogen. Proses produksi diawali dengan mengumpankan gliserol dan gas hidrogen ke dalam reaktor pada suhu 225°C. Pada tahap ini gliserol terdekomposisi menjadi asetol dan air. Kemudian dengan bantuan katalis kombinasi tembaga dan kromium, gas hydrogen dan asetol akan bereaksi menjadi propilen glikol dan air. Propilen glikol dan air keluar dari reaktor bersama sisa gas hidrogen yang tidak bereaksi menuju kondensor selanjutnya dipisahkan fase gas dan *liquid* dengan separator. Sisa gas

hidrogen akan *direcycle* kembali ke reaktor. Propilen glikol dan air kemudian masuk ke dalam kolom destilasi untuk selanjutnya dipisahkan dan produk dialirkan ke tangki penyimpanan produk.

Kebutuhan air sebagai salah satu unit utilitas dalam pabrik ini berasal dari air Kawasan Industri Jababeka 1 dengan kebutuhan 50,53 m³/jam untuk kebutuhan total air dalam pabrik. Kebutuhan listrik berasal dari PT Cikarang Listrindo dan Bekasi Power mencapai 2721,30 kWh/hari serta kebutuhan bahan bakar solar berasal dari PT Pertamina sebesar 437,40 liter/hari.

Perusahaan ini berbadan hukum Perseroan Terbatas (PT) yang dipimpin oleh seorang direktur utama dengan jumlah karyawan 120 orang. Berdasarkan analisis ekonomi yang telah dilakukan, diperoleh:

- | | |
|--|--------------------------|
| 1. <i>Total Capital Investment</i> | = Rp1.374.994.027.294,23 |
| 2. Pinjaman bank | = Rp.440.000.000.000,. |
| Suku bunga | = 8,06% |
| Periode pinjaman | = 10 tahun |
| 3. <i>Break Even Point</i> tahun pertama | = 50,92% |
| 4. <i>Minimum Payment Periode</i> | = 5 tahun 3 bulan 4 hari |
| 5. <i>Internal Retun Ratio</i> | = 25,01% |

Maka dapat disimpulkan bahwa pabrik propilen glikol ini layak untuk didirikan.

ABSTRACT

Name	1. Fikry Ramdani Pangestu/1141820018 2. Retno Wulandari/1141820042
Thesis Advisor	1. Prof. Dr. Ir. Joelianingsih, M.T. 2. Dr. Ir. Ratnawati, M.Eng. Sc., I.P.M
Department	Teknik Kimia
Title	Pre-design of Propylene Glycol Plant with A Capacity of 50.000 Tons/Year

Propylene glycol is a compound widely used as a preservative and solvent in the food industry, raw material for unsaturated polyester resins, softeners and moisturizers in the cosmetic industry, medicinal mixtures, as plastiziers and antifreezes, equivalent as additives in the paint manufacturing industry. Based on its application, propylene glycol has a fairly important role in supporting daily life. Until now, to meet these needs, Indonesia has to import from abroad. This indicates an opportunity to establish a propylene glycol plant. With this propylene glycol plant, it is hoped that it can open up new jobs and increase the country's foreign exchange.

This propylene glycol plant is designed with a capacity of 50,000 tons / year. The establishment of the factory is planned to be located in Jababeka Industrial Estate 1, Bekasi Regency, West Java. The production process at this plant takes place continuously.

The main raw materials used are glycerol and hydrogen gas. The production process begins with feeding glycerol and hydrogen gas into the reactor. Glycerol and hydrogen gas react to propylene glycol and water. Propylene glycol and water exit the reactor along with the remaining hydrogen gas that does not react towards the condenser and then separated the gas and liquid phases with a separator. The remaining hydrogen gas will be recycled back to the reactor. Propylene glycol and water then enter into the distillation column to be further separated and the product flowed into the product storage tank.

The need for water as one of the utility units in this pbarik comes from the water of Jababeka Industrial Estate 1 with a integrity of 50.53 m³ / hour for the total water needs in the factory. Electricity needs come from PT Cikarang Listrindo and Bekasi Power reaching 2721,30 kWh / day and diesel fuel needs come from PT Pertamina amounting to 437,40 liters / day.

This company is incorporated as a Limited Liability Company (PT) led by a president director with 120 employees. Based on the economic analysis that has been carried out, it is obtained:

- | | |
|--|---------------------------|
| 1. Total Capital Investment | = Rp1.374.994.027.294,23 |
| 2. Bank loan | = Rp.440.000.000.000,. |
| Interest rate | = 8,06% |
| Loan period | = 10 years |
| 3. Break Even Point 1 st year | = 50,92% |
| 4. Minimum Payment Periode | = 5 years 3 months 4 days |
| 5. Internal Retun Ratio | = 25,01% |

Based on the economic analysis carried on, it can be concluded that the propylene glycol plant is feasible to build.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul “Pra-Rancangan Pabrik Propilene Glikol dengan Kapasitas 50.000 Ton/Tahun”. Pada kesempatan ini, penulis hendak menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan moril maupun materil sehingga laporan tugas akhir ini dapat selesai. Ucapan terima kasih ini penulis tujukan kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Joelianingsih, M.T selaku dosen pembimbing I Tugas Akhir Program Studi Teknik Kimia, Institut Teknologi Indonesia.
2. Ibu Dr. Ir. Ratnawati, M.Eng.Sc., I.P.M selaku dosen pembimbing II Tugas Akhir Program Studi Teknik Kimia, Institut Teknologi Indonesia
3. Bapak Dr. Ir. Wahyudin, S.T., M.Sc., I.P.M selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia, Institut Teknologi Indonesia
4. Bapak Dr. Kudrat Sunandar, S.T., M.T. selaku Koordinator Tugas Akhir Program Studi Teknik Kimia, Institut Teknologi Indonesia
5. Ibu Prof. Dr. Ir. Joelianingsih, M.T. selaku pembimbing akademik Program Studi Teknik Kimia, Institut Teknologi Indonesia
6. Bapak Agam Duma Kalista Wibowo, S.T., M.T. selaku pembimbing akademik Program Studi Teknik Kimia, Institut Teknologi Indonesia
7. Orang tua yang telah banyak membantu baik secara moril maupun materil
8. Keluarga dan teman-teman mahasiswa Teknik Kimia angkatan 2018 yang telah memberikan dukungan dan semangat selama dalam penyusunan tugas akhir

Penulis menyadari bahwa penyusunan laporan tugas akhir ini masih banyak kekurangan, untuk itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan. Penulis berharap semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Serpong, Februari 2023

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
ABSTRAK	xi
ABSTRACT	xiii
KATA PENGANTAR	xv
DAFTAR ISI	xvi
DAFTAR GAMBAR	xxiv
DAFTAR TABEL	xv
BAB 1.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Data Analisis Pasar	2
1.2.1 Data Produksi	2
1.2.2 Data Konsumsi	2
1.2.3 Data Impor	3
1.2.4 Data Ekspor.....	4
1.3 Penentuan Kapasitas Pabrik.....	4
1.4 Penentuan Lokasi.....	5
1.4.1 Faktor Primer Pemilihan Lokasi Pabrik.....	6
1.4.2 Faktor Sekunder Pemilihan Lokasi Pabrik	8
BAB 2.....	9
TEKNOLOGI PROSES	9
2.1 Teknologi yang Tersedia	9

2.1.1	Proses Gelen J. Suppes et al (Methode of Producing Lower Alcohols from Glycerol) US 0244312 A1	9
2.1.2	Proses Rebello et al (Production of Propylene Glycol from Glycerol) EP 2 540 692 A2.....	9
2.1.3	Seleksi Proses	10
2.1.4	Efisiensi Proses	10
2.1.5	Keamanan Teknologi	11
2.1.6	Biaya	11
BAB 3.....		12
RANCANGAN PROSES.....		12
3.1	Uraian Proses Propilen Glikol dengan Dua Tahap Berlangsung Secara Simultan.....	12
3.1.1	Deskripsi Proses	12
3.1.2	Diagram Alir Kuantitatif Massa.....	15
3.1.3	Diagram Alir Kuantitatif Energi	16
3.1.4	Sistem Pengendalian Proses Alat Utama	17
3.1.5	Kebutuhan Utilitas	18
3.2	Tata Letak Alat	21
3.3	Tata Letak Pabrik	21
BAB 4.....		24
SPESIFIKASI ALAT		24
4.1.	Peralatan Proses.....	24
4.1.1	Tangki Penyimpanan Gliserol T-01	24
4.1.2	Pompa Gliserol P-01	25
4.1.3	Heater H-01	25
4.1.4	Reaktor R-01	26
4.1.5	Tangki Penyimpanan Hydrogen T-02	26

4.1.6 Kompresor Hydrogen C-01	27
4.1.7 Heater H-02	27
4.1.8 Kondenser K-01	28
4.1.9 H ₂ Separator FD-01	28
4.1.10 Kompresor Hydrogen C-02	29
4.1.11 Heater H-03	29
4.1.12 Menara Destilasi MD-01	30
4.1.13 Kondenser K-02	30
4.1.14 Reboiler RB-01	31
4.1.15 Akkumulator	32
4.1.16 Cooler CL-01	32
4.1.17 Tangki Penyimpanan Produk Propilen Glikol T-03.....	33
4.2 Peralatan Utilitas.....	34
4.2.1 Tangki Utilitas TU-01	34
4.2.2 Tangki Utilitas TU-02.....	35
4.2.3 Tangki Utilitas TU-03.....	35
4.2.4 Tangki Utilitas TU-04.....	36
4.2.5 Tangki Utilitas TU-05.....	37
4.2.6 Pompa Utilitas PU-01	37
4.2.7 Pompa Utilitas PU-02	38
4.2.8 Pompa Utilitas PU-03	38
4.2.9 Pompa Utilitas PU-03	39
BAB 5.....	40
ASPEK KESELAMATAN, KESEHATAN KERJA, DAN LINGKUNGAN	40
5.1 Deskripsi Singkat	40
5.2 Pertimbangan Aspek Keselamatan Pabrik	40

5.3 Pertimbangan Aspek Kesehatan dan Keselamatan Kerja.....	45
5.4 Pertimbangan Aspek Lingkungan Pabrik.....	45
BAB 6.....	47
ANALISIS KELAYAKAN PABRIK.....	47
6.1 Manajemen Perusahaan.....	47
6.1.1 Diagram organisasi.....	47
6.1.2 Perincian Jabatan dan Penggolongan Gaji.....	49
6.2 Kelayakan Ekonomi.....	54
6.2.1 Asumsi dan Parameter.....	54
6.2.2 Fixed Capital (Modal Tetap).....	55
6.2.3 Modal kerja (working capital).....	55
6.2.4 Biaya Produksi.....	56
6.2.5 Pengeluaran Umum.....	58
6.2.6 Penjualan dan Keuntungan.....	58
6.2.7 Break Even Point.....	59
6.2.8 Analisis Ekonomi.....	60
6.2.9 Kesimpulan kelayakan pendirian pabrik.....	62
DAFTAR PUSTAKA.....	64
LAMPIRAN 1.....	66
DATA.....	66
L1.1 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk.....	66
L1.2 Sumber Literatur.....	69
LAMPIRAN 2.....	78
NERACA MASSA DAN ENERGI.....	78
L2.1 Informasi Umum.....	78
L2.1.1 Basis Perhitungan.....	78

L2.1.2	Komposisi massa bahan baku dan produk.....	78
L2.1.3	Properti Bahan	79
L2.2	Reaktor <i>Fixed Bed Reactor (R-01)</i>	80
L2.2.1	Diagram Alir Reaktor	80
L2.2.2	Neraca Mol Reaksi	80
L2.2.3	Neraca Massa Fixed Bed Reactor.....	81
L2.2.4	Neraca Energi Reaktor	81
L2.3	Mixing Tank (M-01)	82
L2.3.1	Diagram Alir Proses Pencampuran	82
L2.3.2	Neraca Massa Mixing Tank (M-01)	82
L2.3.3	Neraca Energi Mixing Tank (M-01).....	82
L2.4	Kolom Distilasi (Kode Alat).....	83
L2.4.1	Diagram Alir Proses Distilasi.....	83
L2.4.2	Spesifikasi Kemurnian Produk	84
L2.4.3	Neraca Massa Kolom Distilasi	84
L2.4.4	Neraca Energi Kolom Distilasi V-101	85
L2.5	H ₂ Separator (FD-01).....	88
L2.5.1	Diagram Alir Proses Separasi.....	88
L2.5.2	Spesifikasi Proses Separasi.....	89
L2.5.3	Neraca Massa H ₂ Separator (FD-01).....	89
L2.5.4	Neraca Energi H ₂ Separator (FD-01).....	90
L2.6	Heater (H-01)	90
L2.6.1	Diagram Alir Proses	90
L2.6.2	Spesifikasi Proses Pertukaran Panas	90
L2.6.3	Neraca Massa Heater (H-01)	90
L2.6.4	Neraca Energi Heater (H-01).....	90

L2.7 Heater (H-02)	91
L2.7.1 Diagram Alir Proses	91
L2.7.2 Spesifikasi Proses Pertukaran Panas	91
L2.7.3 Neraca Massa Heater (H-02)	92
L2.7.4 Neraca Energi Heater (H-02).....	92
L2.8 Heater (H-03)	92
L2.8.1 Diagram Alir Proses	92
L2.8.2 Spesifikasi Proses Pertukaran Panas	92
L2.8.3 Neraca Massa Heater (H-03)	93
L2.8.4 Neraca Energi Heater (H-03).....	93
L2.9 Kondensor (K-01)	94
L2.9.1 Diagram Alir Proses	94
L2.9.2 Spesifikasi Proses Pertukaran Panas	94
L2.9.3 Neraca Massa Kondensor (K-01)	94
L2.9.4 Neraca Energi Kondensor (K-01).....	94
LAMPIRAN 3	96
UTILITAS	96
L3.1 Air Umpan Boiler	96
L3.1.1 Kebutuhan Steam untuk Heater H-01.....	96
L3.1.2 Kebutuhan Steam untuk Heater H-02.....	96
L3.1.2 Kebutuhan Steam untuk Fixed Bed Reactor (R-01).....	97
L3.1.2 Kebutuhan Steam untuk Heater H-03.....	97
L3.1.2 Kebutuhan Steam untuk Reboiler (RB-01)	97
L3.1.4 Total Kebutuhan Air Umpan Boiler	98
L3.2 Air Pendingin	98
L3.2.1 Kebutuhan Air Pendingin untuk Kondenser (K-01).....	98

L3.2.2	Kebutuhan Air Pendingin untuk Kondenser Menara Destilasi (K-02)	98
L3.2.3	Kebutuhan Air Pendingin untuk Cooler C-01	99
L3.2.4	Total Kebutuhan Air Pendingin.....	99
L3.3	Kebutuhan Air Domestik	99
L3.4	Listrik.....	100
L3.4.1	Listrik Perkantoran	100
L3.4.2	Listrik Proses	100
L3.4.3	Listrik Penunjang.....	100
L3.4.4	Total Kebutuhan Listrik untuk Produksi Propilen Glikol 99% ..	101
L3.5	Bahan Bakar.....	101
L3.5.1	Kebutuhan Solar sebagai Bahan Bakar Proses pada Boiler	101
L3.5.2	Kebutuhan Bahan Bakar untuk Generator Listrik	101
LAMPIRAN 4	103
SPESIFIKASI ALAT	103
L3.1.	Tangki Penyimpanan Produk Propilen Glikol	103
L3.2.	Pompa Gliserol.....	110
L3.3.	Heater (H-03)	116
L3.4.	H ₂ Separator	123
L3.5.	Reboiler Kolom Destilasi 1	127
L3.6.	Kondenser Kolom Destilasi 1	135
L3.7.	Tangki Akumulator Kolom Distilasi 1	142
L3.8.	Tangki Utilitas	146
L3.9.	Reaktor.....	151
L3.10.	Menara Destilasi	165
LAMPIRAN 5	185

ANALISIS EKONOMI.....	185
L5.1. Ketetapan yg diambil	185
L5.2. Index harga.....	185
L5.3. Daftar Harga peralatan	187
L.5.3.1 Harga Peralatan Utama.....	188
L.5.3.2 Harga peralatan penunjang	189
L5.4. Daftar Gaji Karyawan	190
L5.5 Perhitungan Modal Investasi (TCI)	193
L5.5.1 Modal Tetap (Fixed Capital investment/FCI)	193
L5.5.2 Pengeluaran untuk Trial Run.....	195
L5.6. Modal Kerja (Working Capital).....	196
L5.7. Struktur Permodalan	197
L5.8. Ansuran Pokok Pinjaman dan Bunga Bank	198
L5.9. Biaya Bahan Baku dan Penunjang	199
L5.10. Hasil Penjualan Produk.....	202
L.5.11. Salvage Value	203
L5.12. Depresiasi.....	204
L5.13. Perhitungan Biaya Produksi Total (total production cost).....	205
L5.14. Break Even Point	213
L5.15. Laba Rugi dan Pajak	216
L5.16. Minimum Payback Period (MPP).....	217
L5.17. Internal Rate of Return.....	218
L5.18. Kelayakan Proyek	219

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Kawasan Industri Jababeka 1, Cikarang	6
Gambar 3. 1 Diagram Alir Proses Produksi Propilen Glikol	12
Gambar 3. 2 Diagram Alir Kuantitatif Massa	15
Gambar 3. 3 Skema Unit Utilitas Pabrik.....	20
Gambar 6. 1 Struktur Organisasi Perusahaan	48
Gambar 6. 2 Grafik BEP di Tahun Pertama.....	60

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Data Konsumsi Propilene Glikol di Indonesia (Nexant.com).....	2
Tabel 1. 2 Proyeksi Jumlah Konsumsi Propilen Glikol di Indonesia	3
Tabel 1. 3 Data Impor Propilen Glikol di Indonesia (Nexant.com).....	3
Tabel 1. 4 Proyeksi Jumlah Impor Propilen Glikol di Indonesia	3
Tabel 1. 5 Data Ekspor Propilen glikol di Indonesia (OEC.com).....	4
Tabel 1. 6 Selisih antara Penawaran dan Permintaan pada Tahun Pendirian Pabrik	4
Tabel 1. 7 Kapasitas Ekonomi pabrik Propilen Glikol dan Sejenisnya (Alibaba.com, 2022)	5
Tabel 3. 1 Kebutuhan Air Pabrik Propilen Glikol.....	19
Tabel 3. 2 Kebutuhan Air Pabrik Propilen Glikol.....	19
Tabel 3. 3 Kebutuhan Bahan Bakar	19
Tabel 3. 4 Kebutuhan Listrik	20
Tabel 3. 5 Tata Letak Alat Proses Pabrik Propilen Glikol	21
Tabel 3. 6 Tata Letak Alat Proses Pabrik Propilen Glikol	22
Tabel 5. 1 Identifikasi hazard bahan kimia yang digunakan.....	40
Tabel 5. 2 Identifikasi hazard peralatan proses	41
Tabel 5. 3 Identifikasi hazard tata letak pabrik dan lokasi proses	43
Tabel 5. 4 Identifikasi potensi paparan kimia & Fisis	45
Tabel 5. 5 Identifikasi hazard emisi gas yang dihasilkan.....	45
Tabel 6. 1 Perincian Jabatan dan Penggolongan Gaji	53
Tabel 6. 2 Asumsi dan Parameter untuk Analisis Kelayakan Ekonomi	54
Tabel 6. 3 Fixed Capital	55
Tabel 6. 4 Modal Kerja	56
Tabel 6. 5 Biaya Produksi	57
Tabel 6. 6 Pengeluaran Umum.....	58
Tabel 6. 7 Proyeksi Penjualan dan Keuntungan (dalam juta rupiah).....	58
Tabel 6. 8 Break Even Point (dalam juta rupiah).....	59
Tabel 6. 9 Kalkulasi Net Cash Flow at Present Value (dalam juta rupiah)	61
Tabel 6. 10 Internal Rate of Return.....	62
Tabel 6. 11 Hasil Analisis Ekonomi	63