

**PRA-RANCANGAN PABRIK PROPENA (PROPILEN) DARI LPG
DENGAN METODE DEHIDROGENASI PROPANA
BERKAPASITAS 100.000 TON/TAHUN
(Perancangan Reaktor (RE – 301))**

(Skripsi)

Oleh

**FAJAR RIZA FAHLEVI
1415041017**



**JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2021**

ABSTRAK

PRA-RANCANGAN PABRIK PROPENA (PROPILEN) DARI LPG DENGAN METODE DEHIDROGENASI PROPANA BERKAPASITAS 100.000 TON/TAHUN (Perancangan Reaktor (RE – 301))

Oleh

FAJAR RIZA FAHLEVI

Propilen merupakan salah satu produk industri kimia yang digunakan sebagai bahan baku pembuatan, polipropilen, propilen oksida, akrilonitril, butiraldehid, dan asam akrilat. Propilen dapat di produksi dengan beberapa proses yaitu 1) proses metatesis butilen dan etilen, 2) proses dehidrogenasi propana. Dalam prarancangan pabrik propilen ini dipilih proses dehidrogenasi propana. Kapasitas produksi pabrik direncanakan 100.000 ton/tahun dengan 330 hari kerja dalam 1 tahun. Lokasi pabrik direncanakan didirikan di Kawasan Industri JIPE Gresik, Kab. Gresik, Jawa Timur. Tenaga kerja yang dibutuhkan sebanyak 117 orang dengan bentuk badan usaha Perseroan Terbatas (PT) yang dipimpin oleh seorang Direktur Utama yang dibantu oleh Direktur Produksi dan Direktur Pemasaran dan Keuangan dengan struktur organisasi *line and staff*.

Dari analisis ekonomi diperoleh:

<i>Fixed Capital Investment</i>	(FCI)	= Rp. 2.903.118.967.988
<i>Working Capital Investment</i>	(WCI)	= Rp. 512.315.111.998
<i>Total Capital Investment</i>	(TCI)	= Rp. 3.415.434.079.986
<i>Break Even Point</i>	(BEP)	= 30%
<i>Shut Down Point</i>	(SDP)	= 10%
<i>Pay Out Time before taxes</i>	(POT) ^b	= 2,265 years
<i>Pay Out Time after taxes</i>	(POT) ^a	= 2,680 years
<i>Return on Investment before taxes</i>	(ROI) ^b	= 29%
<i>Return on Investment after taxes</i>	(ROI) ^a	= 23%
<i>Discounted Cash Flow</i>	(DCF)	= 30%

Mempertimbangkan rangkuman di atas, pabrik propilen ini layak untuk didirikan karena merupakan pabrik yang menguntungkan dan mempunyai prospek yang baik.

ABSTRACT

PRE-DESIGN OF PROPENE (PROPYLENE) FACTORY FROM LPG WITH PROPANE DEHYDROGENATION METHOD CAPACITY OF 100,000 TONS/YEAR (Reactor Design (RE – 301))

By

Fajar Riza Fahlevi

Propylene is one of the chemical industry products that is used as a raw material for manufacturing, polypropylene, propylene oxide, acrylonitrile, butyaldehyde, and acrylic acid. Propylene can be produced by several processes, namely 1) butylene and ethylene metathesis process, 2) propane dehydrogenation process. In the pre-design of this propylene plant, the propane dehydrogenation process was chosen. The planned production capacity of the factory is 100,000 tons/year with 330 working days in 1 year. The location of the factory is planned to be established in the JIPE Gresik Industrial Estate, Kab. Gresik, East Java. The workforce needed is 117 people in the form of a Limited Liability Company (PT) business entity led by a President Director who is assisted by the Production Director and Marketing and Finance Director with a line and staff organizational structure.

From the economic analysis obtained:

Fixed Capital Investment	(FCI) = Rp. 2,903,118,967,988
Working Capital Investment	(WCI) = Rp. 512,315,111,998
Total Capital Investment	(TCI) = Rp. 3,415,434,079.986
Break Even Point	(BEP) = 30%
Shut Down Point	(SDP) = 10%
Pay Out Time before taxes	(POT) ^b = 2,265 years
Pay Out Time after taxes	(POT) ^a = 2,680 years
Return on Investment before taxes	(ROI) ^b = 29%
Return on Investment after taxes	(ROI) ^a = 23%
Discounted Cash Flow	(DCF) = 30%

Considering the above summary, this propylene plant is feasible to establish because it is a profitable factory and has good prospects.

**PRA-RANCANGAN PABRIK PROPENA (PROPILEN) DARI LPG
DENGAN METODE DEHIDROGENASI PROPANA
BERKAPASITAS 100.000 TON/TAHUN
(Perancangan Reaktor (RE – 301))**

Oleh

**FAJAR RIZA FAHLEVI
1415041017**

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK**

Pada

**Jurusan Teknik Kimia
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2021**

Judul Skripsi : **PRA-RANCANGAN PABRIK PROPENA (PROPILEN) DARI LPG DENGAN METODE DEHIDROGENASI PROPANA BERKAPASITAS 100.000 TON/TAHUN (Perancangan Reaktor (RE-301))**

Nama Mahasiswa : **Fajar Riza Fahlevi**

No. Pokok Mahasiswa : 1415041017

Jurusan : **Teknik Kimia**

Fakultas : **Teknik**



1. **Komisi Pembimbing**

Taharuddin, S.T., M.Sc.
NIP. 197001261995121001

Yuli Darni, S.T., M.T.
NIP. 197407122000032001

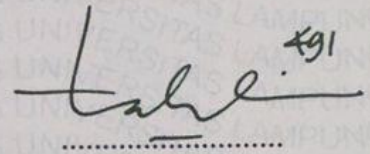
2. **Plt. Ketua Jurusan Teknik Kimia**

Dr. Ir. Ahmad Zaenudin, M.T.
NIP 197209281999031001

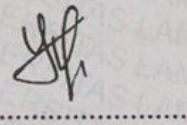
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

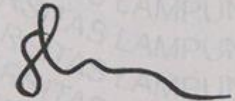
Ketua : **Taharuddin, S.T., M.Sc.**

 491
.....

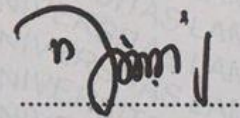
Sekretaris : **Yuli Darni, S.T., M.T.**

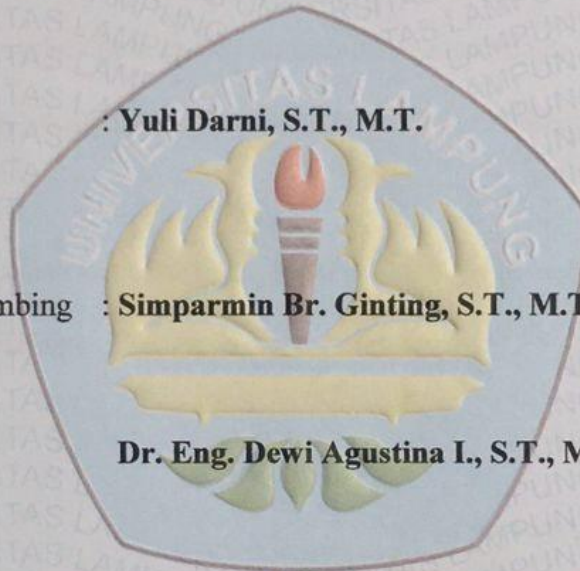

.....

Penguji
Bukan Pembimbing : **Simparmin Br. Ginting, S.T., M.T.**


.....

Dr. Eng. Dewi Agustina I., S.T., M.T.


.....



2. Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung



Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc.

NIP. 197509282001121002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 15 Desember 2021

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah dilakukan oleh orang lain dan sepanjang sepengetahuan saya juga tidak terdapat karya atas pendapat yang ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini sebagaimana diterbitkan dalam daftar pustaka. Selain itu saya menyatakan pada skripsi ini dibuat oleh saya sendiri.

Apabila pernyataan saya ini tidak benar maka saya bersedia dikenai sanksi sesuai hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, Desember 2021



Fajar Riza Fahlevi
NPM. 1415041017

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Banjarnegara, Jawa Tengah pada tanggal 15 Februari 1997 sebagai anak kedua dari empat bersaudara dari pasangan Bapak Fatchunuri dan Ibu Martinah. Pendidikan formal yang pertama kali ditempuh oleh penulis yaitu Taman Kanak-kanak (TK) di TK PGRI Serang (2002 – 2003).

Kemudian dilanjutkan dengan Sekolah Dasar (SD) di SDN 2 Kota Serang (2003 – 2009), Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMP Negeri 1 Kota Serang (2009 – 2010) dan SMP Negeri 1 Pringsewu (2010 – 2012), Sekolah Menengah Atas (SMA) di SMA Negeri 1 Gadingrejo (2012 – 2014).

Pada tahun 2014, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Lampung melalui jalur SNMPTN. Selama kuliah, penulis aktif dalam organisasi kemahasiswaan Himpunan Mahasiswa Teknik Kimia (HIMATEMIA) Fakultas Teknik Universitas Lampung sebagai anggota Departemen Media Informasi pada periode 2015 – 2016 dan Kepala Departemen Media Informasi pada periode 2016 – 2017. Pada tahun 2017 penulis melaksanakan Kerja Praktik di PT Pertamina (Persero) RU III Plaju – Sungai Gerong, Palembang dengan tugas khusus “Optimasi Diameter untuk *Line* Perpipaan dari RWC II ke *Clear Well Tank* pada RWC I Unit Utilitas Plaju”.

Kemudian penulis melaksanakan penelitian dengan “Inkorporasi Oksida Timah (SnO_2) ke dalam Silika Berpori (SBA – 15) dari Kaolin Alam Lampung sebagai Fotokatalis untuk Fotodegradasi Rhodamin B” di Laboratorium Kimia terapan Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Lampung pada bulan Maret – April 2021.

SANWACANA

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang Maha Kuasa dan Maha Pengasih, karena atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga tugas akhir dengan judul *“Pra-Rancangan Pabrik Propena (Propilen) dari LPG dengan Metode Dehidrogenasi Propana berkapasitas 100.000 ton/tahun”* ini dapat diselesaikan.

Tugas akhir ini disusun dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana (S-1) di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Lampung.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ahmad Zaenudin, S.Si., M.T. selaku Plt. Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Lampung atas dukungan dan bantuannya selama proses penyelesaian studi di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Lampung.
2. Bapak Taharuddin, S.T., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing I atas kesediaannya dalam memberikan arahan, kritik dan saran, serta ilmu yang telah diberikan selama proses penyelesaian tugas akhir.

3. Ibu Yuli Darni, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II atas dukungan, arahan, kritik dan saran, serta ilmu yang telah diberikan selama penyelesaian tugas akhir.
4. Ibu Simparmin Br Ginting, S.T., M.T. dan Ibu Dr. Eng. Dewi Agustina, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji atas kritik dan saran serta ilmu yang telah diberikan selama proses penyelesaian tugas akhir.
5. Ibu Dr. Eng. Dewi Agustina, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik atas bimbingan, dukungan dan bantuannya sehingga penulis dapat menyelesaikan studi di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Lampung.
6. Bapak Ir. Azhar, M.T., atas semua ilmu dan nasehat yang telah diberikan kepada penulis selama masa studi di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Lampung.
7. Seluruh Dosen Teknik Kimia Universitas Lampung atas semua ilmu yang telah diberikan kepada penulis
8. Orang tua tercinta, bapak dan ibu atas pengorbanan, kesabaran, dukungan, doa dan kasih sayangnya sehingga penulis sanggup menyelesaikan segala kesulitan selama proses penyelesaian studi di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Lampung
9. Kakak dan adik penulis atas dukungan dan bantuannya selama proses penyelesaian tugas akhir dan studi di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Lampung

10. Rekan Tugas Akhir, Nurul Izzati Hanifah atas profesionalitas, kerja sama, kesabaran, dukungan dan bantuan serta kritik dan sarannya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan cukup baik
11. Teman-teman seperjuangan, M. Wafi Eriza, Okta Dwi Andika, Muhammad Aswan atas dukungan dan bantuannya selama proses penyelesaian tugas akhir
12. Teman-teman angkatan 2014, Usi Nur Pamiliani, Radina Ajeng P, Dewi Fatmawati, Siti Fatimah Isfrianti, Veranika Pratiwi, Titi Suryani, Aulia Chania, Romdliah Mar'atul Husnah, Annisya Hutami, Gitri Devi Pratiwi, Annisa Ul Akhyar, Tri Wiranti, Talita Freya Lidian, Zulaikha Setya Mega Sari Pavita Salsabila, Nina Boenga, Sika Oktorina Simbolon, Fransisca Rica Sidauruk, Naftalia Br Bangun, Devi Permata Sari, Ratna Puspita Sari, Puwala Ardhana, Retno Ayu Astuti, Nadiya Damara, Nuke Agustin, Mutiara Dwi Lestari, Okta Fiyana, Intan Ayu Sari, Syafira Eka Gestya, Ghaly Ukta Pradana, M Mara Sutan Harahap, Panji Komara Whyguna, Chairul Umam, M. Salam Karim, Samuel G Alfredo, Agung Firmansyah, Aris Setiawan, Angga Kusuma Jaya, Dika Kameswara, Irvan Eko Saputra, Ridwan Santoso, M Deni Bambang Priatna atas dukungan dan bantuannya selama proses penyelesaian tugas akhir dan studi di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Lampung
13. Adik-adik angkatan 2015, Novia, Mela, dan Arif Hidayat, atas bantuannya selama proses penyelesaian tugas akhir
14. Adik-adik angkatan 2016, Sigit dan Pradit atas bantuannya selama proses penyelesaian tugas akhir

15. Segenap pihak yang telah membantu dan terlibat dalam penyusunan skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu

Bandarlampung, Desember 2021

Penulis,

Fajar Riza Fahlevi

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik.....	1
1.2. Kegunaan Produk.....	2
1.3. Ketersediaan Bahan Baku.....	2
1.4. Kapasitas Produksi.....	2
1.4.1. Data Impor.....	2
1.4.2. Data Ekspor	3
1.4.3. Data Konsumsi	4
1.4.4. Data Produksi	5
1.5. Lokasi Pabrik.....	7
BAB II DESKRIPSI PROSES	8
2.1. Jenis-jenis Proses	8
2.1.1. Metatesis Olefin.....	8
2.1.2. Dehidrogenasi Propana.....	9
2.2. Kelayakan Ekonomi.....	9
2.2.1. Metatesis Etilen dan 2-Butena.....	10
2.2.2. Dehidrogenasi Propana.....	11
2.3. Kelayakan Teknik	12
2.3.1. Metatesis Etilen dan 2-Butena.....	13
2.3.2. Dehidrogenasi Propana.....	14
2.4. Pemilihan Proses.....	15
2.4.1. Katalis.....	16
2.4.2. Kondisi Operasi	18
2.4.3. Pemilihan Reaktor	23
2.5. Uraian Proses	24
2.5.1. Tahap Persiapan Bahan Baku	24
2.5.2. Tahap Reaksi Dehidrogenasi.....	25
2.5.3. Tahap Pemurnian Produk	26

BAB III	SPESIFIKASI BAHAN BAKU DAN PRODUK.....	28
3.1.	Bahan Baku.....	28
3.2.	Bahan Pembantu	28
3.3.	Produk Utama	29
BAB IV	NERACA MASSA DAN NERACA ENERGI.....	30
4.1.	Neraca Massa.....	30
4.1.1.	<i>Mixing Point</i> (MP – 201).....	30
4.1.2.	<i>Mixing Point</i> (MP – 202).....	31
4.1.3.	<i>Reactor</i> (RE – 301).....	31
4.1.4.	<i>Membran Separator</i> (MS – 401)	32
4.1.5.	<i>Distillation Column</i> (DC – 401).....	33
4.1.6.	<i>Distillation Column</i> (DC – 402)	34
4.1.7.	<i>Split Point</i> (SP – 401)	35
4.2.	Neraca Energi	36
4.2.1.	<i>Mixing Point</i> (MP – 201).....	36
4.2.2.	<i>Vaporizer</i> (MP – 202).....	36
4.2.3.	<i>Expanding Valve</i> (EV – 201).....	36
4.2.4.	<i>Mixing Point</i> (MP – 202).....	37
4.2.5.	<i>Heater</i> (HE – 201)	37
4.2.6.	<i>Furnace</i> (FU – 201).....	37
4.2.7.	<i>Reactor</i> (RE – 301).....	38
4.2.8.	<i>Cooler</i> (CO – 301).....	39
4.2.9.	<i>Cooler</i> (CO – 302).....	39
4.2.10.	<i>Multistage Compressor</i> (CP – 301).....	39
4.2.11.	<i>Cooler</i> (CO – 303).....	40
4.2.12.	<i>Partial Condenser</i> (CD – 301)	41
4.2.13.	<i>Heater</i> (HE – 401)	41
4.2.14.	<i>Heater</i> (HE – 402)	41
4.2.15.	<i>Distillation Column</i> (DC – 401)	42
4.2.16.	<i>Cooler</i> (CO – 401).....	42
4.2.17.	<i>Expanding Valve</i> (EV – 401).....	42
4.2.18.	<i>Distillation Column</i> (DC – 402)	43
BAB V	SPESIFIKASI PERALATAN.....	44
5.1.	Peralatan Proses	44
5.1.1.	<i>LPG Storage Tank</i> (ST – 101).....	44
5.1.2.	<i>Process Pump</i> (PP – 201)	44
5.1.3.	<i>Vaporizer</i> (VP – 201)	45
5.1.4.	<i>Expanding Valve</i> (EV – 201).....	46
5.1.5.	<i>Heater</i> (HE – 201)	46
5.1.6.	<i>Furnace</i> (FU – 201).....	47
5.1.7.	<i>Blower</i> (BL – 301).....	48
5.1.8.	<i>Blower</i> (BL – 302).....	48

5.1.9.	<i>Reactor</i> (RE – 301).....	48
5.1.10.	<i>Regenerator</i> (RE – 302)	49
5.1.11.	<i>Cyclone</i> (CC – 301).....	50
5.1.12.	<i>Blower</i> (BL – 303).....	50
5.1.13.	<i>Cooler</i> (CO – 301).....	50
5.1.14.	<i>Compressor</i> (CP – 301)	51
5.1.15.	<i>Cooler</i> (CO – 302).....	52
5.1.16.	<i>Cooler</i> (CO – 303).....	52
5.1.17.	<i>Partial Condenser</i> (CD – 401)	53
5.1.18.	<i>Process Pump</i> (PP – 401)	54
5.1.19.	<i>Heater</i> (HE – 401)	54
5.1.20.	<i>Heater</i> (HE – 402)	55
5.1.21.	<i>Membrane Separator</i> (MS – 401)	55
5.1.22.	<i>Distillation Column</i> (DC – 401)	56
5.1.23.	<i>Condenser</i> (CD – 402).....	57
5.1.24.	<i>Accumulator</i> (AC – 401)	57
5.1.25.	<i>Process Pump</i> (PP – 402)	58
5.1.26.	<i>Reboiler</i> (RB – 401)	59
5.1.27.	<i>Process Pump</i> (PP – 403)	59
5.1.28.	<i>Cooler</i> (CO – 401).....	60
5.1.29.	<i>Expanding Valve</i> (EV – 401).....	60
5.1.30.	<i>Distillation Column</i> (DC – 402)	61
5.1.31.	<i>Condenser</i> (CD – 402).....	61
5.1.32.	<i>Accumulator</i> (AC – 402)	62
5.1.33.	<i>Process Pump</i> (PP – 404)	63
5.1.34.	<i>Reboiler</i> (RB – 402)	63
5.1.35.	<i>Process Pump</i> (PP – 405)	64
5.1.36.	<i>Propylene Storage Tank</i> (ST – 501).....	65
5.2.	Peralatan Utilitas.....	65
5.2.1.	Unit Pengolahan Air	65
5.2.2.	Unit Penyedia Steam	86
5.2.3.	Unit Refrigerasi	87
5.2.4.	Unit Penyedia Udara Tekan.....	89
5.2.5.	Unit Penyediaan dan Distribusi Listrik	90

BAB VI UTILITAS DAN PENGOLAHAN LIMBAH 92

6.1.	Unit Penyediaan Air.....	92
6.1.1.	Air untuk Penyediaan Umum dan Sanitasi.....	92
6.1.2.	Air Pendingin.....	94
6.1.3.	Air Umpan <i>Boiler</i>	96
6.1.4.	Air <i>Hydrant</i> /Pemadam Kebakaran	97
6.1.5.	Proses Pengolahan Air Baku	98
6.2.	Unit Penyediaan <i>Steam</i>	105
6.3.	Unit Pengadaan Bahan Bakar	106
6.4.	Unit Pembangkit Tenaga Listrik.....	106
6.5.	Unit Penyediaan Udara Instrumen.....	106
6.6.	Unit Pengolahan Limbah	107

6.7.	Instrumentasi dan Pengendalian Proses.....	107
6.8.	Laboratorium	109
BAB VII TATA LETAK PABRIK.....		110
7.1.	Lokasi Pabrik.....	110
7.1.	Tata Letak Pabrik.....	113
7.2.	Prakiraan Area Lingkungan.....	117
7.3.	Tata Letak Alat Proses.....	118
BAB VIII SISTEM MANAJEMEN DAN ORGANISASI PERUSAHAAN		121
8.1.	Project Master Schedule	121
8.2.	Bentuk Perusahaan.....	123
8.3.	Struktur Organisasi Perusahaan.....	127
8.3.1.	Tugas dan Wewenang.....	130
8.3.2.	Status Karyawan dan Sistem Penggajian.....	139
8.3.3.	Pembagian Jam Kerja Karyawan.....	140
8.3.4.	Jumlah Tenaga Kerja.....	143
8.3.5.	Kesejahteraan Karyawan.....	146
BAB IX INVESTASI DAN EVALUASI EKONOMI		152
9.1.	Manajemen Produksi	152
9.2.	Total Capital Investment (TCI).....	156
9.2.1.	Fixed Capital Investment (Modal Tetap).....	156
9.2.2.	Working Capital Investement (Modal Kerja).....	156
9.2.3.	Total Production Cost (TPC).....	157
9.3.	Analisis Ekonomi.....	159
9.3.1.	Return of Investment (ROI).....	159
9.3.2.	Pay Out Time (POT).....	160
9.3.3.	Break Even Point (BEP).....	161
9.3.4.	Shut Down Point (SDP).....	161
9.3.5.	Discounted Cash Flow (DCF)	162
9.4.	Hasil Analisis Kelayakan Ekonomi	163
9.5.	Penentuan Tingkat Risiko Pabrik	164
BAB X SIMPULAN DAN SARAN		165
10.1.	Simpulan.....	165
10.2.	Saran	165
LAMPIRAN.....		10-1

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1.1. Data Impor Propilen	3
1.2. Data ekspor propilen	4
1.3. Data Konsumsi Propilen di Indonesia	5
1.4. Data Produksi Propilen di Indonesia	5
1.5. Daftar Pabrik Propilen di Asia	6
2.1. Daftar Harga dan Berat Molekul Bahan Baku	10
2.2. Nilai entalpi pembentukan dan entropi	12
2.3. Metatesis Etilen dan 2-Butene vs Dehidrogenasi Propana.....	15
2.4. Nilai konversi propana dan selektivitas propilen	19
4.1. Neraca Massa Mixing Point (MP - 201)	30
4.2. Neraca Massa Mixing Point (MP – 202)	31
4.3. Neraca Massa Regentor (RE – 302).....	32
4.4. Neraca Massa Kolom <i>Membran Filter</i> (MS – 401)	32
4.5. Neraca Massa <i>Deethanizer</i> (DT – 401).....	33
4.6. Neraca Massa <i>Condensor</i> (CD – 402).....	33
4.7. Neraca Massa <i>Reboiler</i> (RB – 401).....	34
4.8. Neraca Massa <i>Debutanizer</i> (DT – 402).....	34
4.9. Neraca Massa <i>Condensor</i> (DT – 403).....	34
4.10. Neraca Massa <i>Reboiler</i> (RB – 402).....	35

4.11. Neraca Energi <i>Mixing Point</i> (MP – 201).....	36
4.12. Neraca Energi <i>Vaporizer</i> (MP – 202).....	36
4.13. Neraca Energi <i>Expanding Valve</i> (VLV – 201).....	36
4.14. Neraca Energi <i>Mixing Point</i> (MP – 202).....	37
4.15. Neraca Energi <i>Feed Pre-Heater 1</i> (HE – 201).....	37
4.16. Neraca Energi <i>Furnace</i> (FU – 201).....	37
4.17. Neraca Energi <i>Reactor</i> (R – 301).....	38
4.18. Neraca Energi <i>Regenerator</i> (R – 301).....	38
4.19. Neraca Energi <i>Cooler</i> (CO – 301).....	39
4.20. Neraca Energi <i>Cooler</i> (CO – 301).....	39
4.21. Neraca Energi <i>Multistage Compressor</i> (CP – 301).....	39
4.22. <i>Cooler</i> (CO – 302).....	40
4.23. Neraca Energi <i>Partial Condenser</i> (CD – 301).....	41
4.24. Neraca Energi <i>Heater</i> (HE – 401).....	41
4.25. Neraca Energi <i>Heater</i> (HE – 402).....	41
4.26. Neraca Energi <i>Distillation Column</i> (DC – 401).....	42
4.27. Neraca Energi <i>Cooler</i> (CO – 401).....	42
4.28. Neraca Energi <i>Expanding Valve</i> (VLV – 401).....	42
4.29. Neraca Energi <i>Distillation Tower</i> (D – 402).....	43
5.1. Spesifikasi ST – 101.....	44
5.2. Spesifikasi PU – 201.....	44
5.3. Spesifikasi VP – 201.....	45
5.4. Spesifikasi EV – 201.....	46
5.5. Spesifikasi HE – 201.....	46

5.6. Spesifikasi FU – 201	47
5.7. Spesifikasi BL – 301	48
5.8. Spesifikasi BL – 302	48
5.9. Spesifikasi RE – 301	48
5.10. Spesifikasi RE – 302	49
5.11. Spesifikasi CC – 301	50
5.12. Spesifikasi BL – 303	50
5.13. Spesifikasi CO – 301	50
5.14. Spesifikasi CP – 301	51
5.15. Spesifikasi CO – 302.....	52
5.16. Spesifikasi CO – 303.....	52
5.17. Spesifikasi CD – 401.....	53
5.18. Spesifikasi PP – 401	54
5.19. Spesifikasi HE – 401	54
5.20. Spesifikasi HE – 401	55
5.21. Spesifikasi MS – 401.....	55
5.22. Spesifikasi DC – 401.....	56
5.23. Spesifikasi CD – 402.....	57
5.24. Spesifikasi AC – 401.....	57
5.25. Spesifikasi PP – 403	58
5.26. Spesifikasi RB – 401	59
5.27. Spesifikasi PP – 403	59
5.28. Spesifikasi CO – 401.....	60
5.29. Spesifikasi TV – 401	60

5.30. Spesifikasi DC – 402.....	61
5.31. Spesifikasi CD – 403.....	61
5.32. Spesifikasi AC – 402.....	62
5.33. Spesifikasi PP – 404.....	63
5.34. Spesifikasi RB – 402.....	63
5.35. Spesifikasi PP – 405.....	64
5.36. Spesifikasi ST – 501.....	65
5.37. Spesifikasi WP – 601.....	65
5.38. Spesifikasi SP – 601.....	66
5.39. Spesifikasi DT – 601.....	66
5.40. Spesifikasi DP – 601.....	67
5.41. Spesifikasi DT – 602.....	68
5.42. Spesifikasi DP – 602.....	68
5.43. Spesifikasi DT – 603.....	69
5.44. Spesifikasi DP – 603.....	70
5.45. Spesifikasi WP – 602.....	70
5.46. Spesifikasi CL – 301.....	71
5.47. Spesifikasi WP – 603.....	71
5.48. Spesifikasi SF – 301.....	71
5.49. Spesifikasi WP – 604.....	72
5.50. Spesifikasi WT – 601.....	72
5.51. Spesifikasi WP – 605.....	73
5.52. Spesifikasi WP – 606.....	73
5.53. Spesifikasi WP – 607.....	74

5.54. Spesifikasi WP – 606	74
5.55. Spesifikasi CT – 601	75
5.56. Spesifikasi WP – 608	75
5.57. Spesifikasi HB – 601	76
5.58. Spesifikasi WP – 609	76
5.59. Spesifikasi DT – 604	77
5.60. Spesifikasi DP – 604	77
5.61 Spesifikasi DT – 605	78
5.62. Spesifikasi DP – 605	79
5.63. Spesifikasi WP – 610	79
5.64. Spesifikasi CE – 601	80
5.65. Spesifikasi WP – 611	80
5.66. Spesifikasi AE – 601	81
5.67. Spesifikasi WP – 612	81
5.68. Spesifikasi WT – 604	82
5.69. Spesifikasi WP – 613	82
5.70. Spesifikasi DT – 605	83
5.71. Spesifikasi DP – 606	83
5.72. Spesifikasi DA – 601	84
5.73. SPesifikasi WP – 614	84
5.74. Spesifikasi WT – 605	85
5.75. Spesifikasi WP – 615	85
5.76. Spesifikasi BO – 601	86
5.77. SPesifikasi BS – 601	86

5.78. Spesifikasi CP – 701	87
5.79. Spesifikasi CD – 701	87
5.80. Spesifikasi EV – 701	88
5.81. Spesifikasi FD – 701	88
5.82. Spesifikasi RP – 701	89
5.83. Spesifikasi AF – 801	89
5.84. Spesifikasi AC – 801	90
5.85. Spesifikasi AD – 801	90
5.86. Spesifikasi GT – 901	90
5.87. Spesifikasi GT – 902	91
6.1. Kebutuhan Air Umum	93
6.2. Kebutuhan Air Pendingin	94
6.3. Kebutuhan Air Demin untuk Pembangkit <i>Steam</i>	97
6.4. Kebutuhan Air <i>Hydrant</i>	97
6.5. Kebutuhan Air	98
6.6. Pengendalian Variabel Utama Proses	108
7.1. Perincian Luas Area Pabrik Propilen	118
8.1. <i>Project Master Schedule</i>	123
8.2. Jadwal Kerja Regu Shift	142
8.3. Jumlah Operator Berdasarkan Jenis Alat	144
8.4. Penggolongan Tenaga Kerja	144
8.5. Perincian Jumlah Karyawan Berdasarkan Jabatan	145
9.1. Estimasi <i>Total Capital Investment (TCI)</i>	157
9.2. Estimasi <i>Total Production Cost (TPC)</i>	158

9.3. <i>Minimum Acceptable Return of Investment (ROI)</i>	159
9.4. <i>Acceptable Pay Out Time</i> untuk Tingkat Risiko Pabrik.....	160
9.5. Hasil Analisis Kelayakan Ekonomi Pabrik Propena	163

DAFTAR GAMBAR

Tabel	Halaman
1.1. Data Impor Propilen	3
1.2. Kurva Ekspor Propilen	4
2.1. Laju pembentukan <i>coke</i> pada katalis.....	18
2.2. Pengaruh suhu terhadap konversi propana dan selektivitas propilen.....	20
2.3. Pengaruh suhu terhadap konversi propana dan selektivitas propilen.....	20
2.4. Pengaruh suhu terhadap pembentukan produk.....	22
2.5. Blok Diagram Proses Dehidrogenasi Propana	27
7.1. Peta Lokasi Pabrik.....	113
7.2. Peta Wilayah Gresik.....	114
7.3. Tata letak Pabrik.....	117
7.4. Tata letak Alat Proses.....	120
8.1. Bagan Organisasi Perusahaan	129
9.1. Grafik <i>Break Even Point</i> (BEP) dan <i>Shut Down Point</i> (SDP)	162
9.2. Grafik <i>Discounted Cash Flow</i> (DCF)	163

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik

Propilen merupakan produk awal yang paling penting dalam industri petrokimia setelah etilen. Di Indonesia, propilen utamanya digunakan sebagai bahan baku pembuatan polipropilen, asam akrilat dan 2-etil heksanol, dengan konsumsi sekitar 1 juta ton/tahun. Hal ini didukung oleh PEFINDO yang menyatakan adanya kenaikan permintaan domestik terhadap propilen dari 1.007.000 ton pada tahun 2018 menjadi 1.025.000 ton pada tahun 2020 dan diperkirakan akan mencapai angka 1,646 juta ton pada tahun 2024 dengan nilai pertumbuhan sebesar 8,5% per tahunnya. Sejauh ini hanya terdapat beberapa pabrik propilen di Indonesia seperti PT. Chandra Asri Petrochemical Tbk. dan PT. Pertamina (Persero) RU VI. Kedua pabrik tersebut hanya dapat memenuhi sebanyak 760.000 ton/tahun, sehingga sisanya belum terpenuhi. Mempertimbangkan hal tersebut, maka direncanakan pendirian pabrik propilen.

1.2. Kegunaan Produk

Propilen utamanya digunakan sebagai bahan baku untuk produksi polipropilen. Propilen juga digunakan untuk propilen oksida, akrilonitril, *cumene*, butiraldehid, dan asam akrilat..

1.3. Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan untuk produksi propilen antara lain:

- a. Bahan baku utama yang dibutuhkan adalah propana yang dalam bentuk LPG yang diperoleh melalui impor dari Qatar Petroleum.
- b. Selain dari bahan baku utama, diperlukan juga bahan baku pendukung berupa katalis Pt-Sn/Al₂O₃.

1.4. Kapasitas Produksi

Kapasitas produksi ditentukan berdasarkan kebutuhan propilen di Indonesia yang mana dipengaruhi oleh impor, ekspor, konsumsi dan produksi propilen.

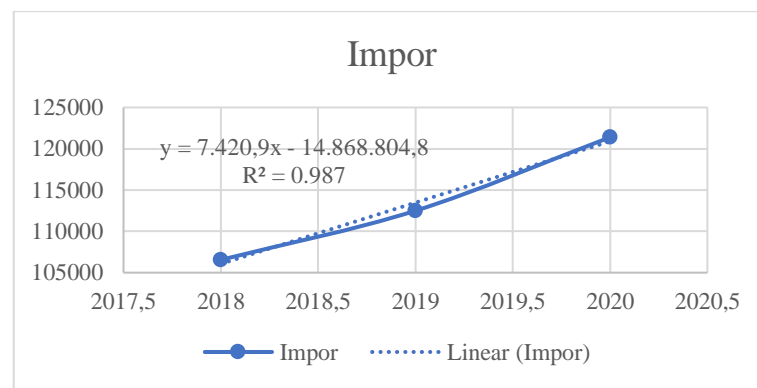
1.4.1. Data Impor

Berdasarkan data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) Indonesia kebutuhan propilen yang dipenuhi melalui impor pada tahun 2018 – 2020 dapat dilihat pada tabel 1.1.

Tabel 1.1. Data Impor Propilen

Tahun	Impor
2018	106550
2019	112497
2020	121392

Sumber: Badan Pusat Statistik



Gambar 1.1. Data Impor Propilen

Dari kurva tersebut diperoleh persamaan linear berikut:

$$y = 7.420,9x - 14.868.804,8$$

Nilai impor propilen pada tahun 2025 diperkirakan mencapai 160.000 ton.

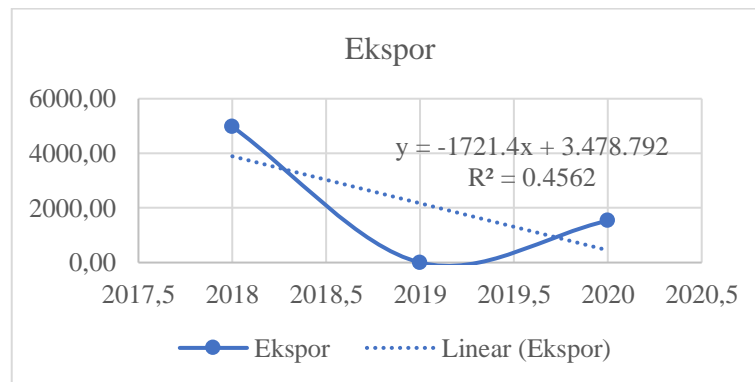
1.4.2. Data Ekspor

Sedangkan data ekspor pada tahun 2018 – 2020 dapat dilihat pada tabel 1.2.

Tabel 1.2. Data ekspor propilen

Tahun	Ekspor
2018	4976.83
2019	0.31
2020	1534

Sumber: Badan Pusat Statistik



Gambar 1.2. Kurva Ekspor Propilen

Dari kurva tersebut diperoleh persamaan linear berikut:

$$y = -1721.4x + 3.478.792$$

Nilai ekspor propilen pada tahun 2025 diperkirakan mencapai 0 ton.

1.4.3. Data Konsumsi

Tabel 1.3. menyatakan data konsumsi propilen di Indonesia.

Tabel 1.3. Data Konsumsi Propilen di Indonesia

Jenis Industri	Nama Produsen	Lokasi	Kapasitas (ton/tahun)
2-Ethyl Hexanol	¹ PT Petro Oxo Nusantara	Gresik, Jawa Timur	135.000
Acrylic Acid	² PT Nippon Shokubai	Cilegon, Banten	100.000
Polypropylene	³ PT Polytama Propindo	Balongan, Jawa Barat	180.000
	⁴ PT Chandra Asri Petrochemical Tbk	Cilegon, Banten	590.000
	⁵ PT Pertamina (Persero) RU III	Palembang, Sumatera Selatan	45.200
Total			1.050.200

Sumber:

¹ <https://www.pon.co.id/index.php/2-ethyl-hexanol/>

² https://www.shokubai.co.jp/en/news/file.cgi?file=file1_0204.pdf

³ <https://masplene.com/index.php/polytama/about>

⁴ <http://www.chandra-asri.com/our-business/facilities>

⁵ Sustainability Report PT Pertamina (Persero) RU III Plaju

1.4.4. Data Produksi

Tabel 1.4. menyatakan data produksi propilen di Indonesia.

Tabel 1.4. Data Produksi Propilen di Indonesia

Nama Produsen	Lokasi	Kapasitas (ton/tahun)
¹ PT Chandra Asri Petrochemical Tbk	Serang, Banten	490.000
² PT Pertamina (Persero) RU VI	Balongan, Jawa Barat	270.000
Total		760.000

Sumber:

¹ <http://www.chandra-asri.com/our-business/facilities>

² Sustainability Report PT Pertamina (Persero) RU VI

Sehingga, untuk banyaknya kebutuhan propilen di Indonesia:

$$\text{Kebutuhan} = (\text{Konsumsi} + \text{Impor}) - (\text{Ekspor} + \text{Produksi})$$

$$\text{Kebutuhan} = (1.050.200 + 160.000) - (0 + 760.000)$$

$$\text{Kebutuhan} = 450.200 \text{ ton}$$

Tabel 1.5. menyatakan beberapa pabrik propilen yang telah beroperasi di Asia sebagai salah satu pertimbangan dalam menentukan kapasitas.

Tabel 1.5. Daftar Pabrik Propilen di Asia

Nama Perusahaan	Lokasi	Kapasitas (ton/tahun)
Idemitsu	Chiba, Jepang	224.000
Mitsubishi Chemical	Mizushima, Jepang	320.000
Mitsui Chemical	Chiba, Jepang	331.000
Lotte	Daesan, Korea Selatan	500.000
LG Chemical	Daesan, Korea Selatan	450.000
KPIC	Onsan, Korea Selatan	500.000
Hanwa Total	Daesan, Korea Selatan	600.000
YNCC	Yeochon 1, Korea Selatan	485.000
Formosa	Mai Liao 2, Taiwan	515.000
CPC	Lin Yuan 4, Taiwan	193.000
Map Ta Phut Olefins	Map Ta Phut, Thailand	400.000
Shell	Bukom, Thailand	540.000
Chandra Asri	Anyer, Indonesia	490.000
Pertamina	Indramayu, Indonesia	270.000

(S&P Global, 2019)

Berdasarkan beberapa pertimbangan tersebut, kapasitas produksi untuk pabrik propilen yang akan didirikan ditentukan sebesar 100.000 ton per tahun dan akan beroperasi pada tahun 2025.

1.5. Lokasi Pabrik

Pabrik propilen akan didirikan di Gresik dengan pertimbangan sebagai berikut:

1. Penyediaan Bahan Baku

Karena bahan baku tidak tersedia di Indonesia, maka bahan baku diperoleh melalui impor. Maka dari itu diperlukan jalur laut untuk penerimaan bahan baku tersebut. Di kawasan industri JIPE terdapat pelabuhan sehingga akan mempermudah proses penerimaan bahan baku impor.

2. Pemasaran Produk

Pabrik didirikan dengan tujuan dapat memenuhi kebutuhan propilen dalam negeri. Lokasi pabrik didirikan berdekatan dengan konsumen yang membutuhkan propilen. Selain itu juga lokasi pabrik dekat dengan akses jalan tol Surabaya – Gresik. Sehingga pengiriman produk dapat berlangsung dengan cepat dan mudah.

3. Penyediaan Utilitas

Terdapat sungai Bengawan Solo Muara Gresik yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber air untuk produksi *steam* dan juga utilitas.

4. Tenaga Kerja

Masyarakat sekitar pabrik serta daerah-daerah lain dapat memenuhi kebutuhan tenaga kerja. Sedangkan untuk tenaga ahli, dapat diperoleh melalui kerja sama dengan perguruan tinggi dan lembaga pemerintahan yang ada di Indonesia.

BAB X **SIMPULAN DAN SARAN**

10.1. Simpulan

Berdasarkan hasil analisis kelayakan ekonomi, Pabrik Propilen dari LPG dengan Metode Dehidrogenasi Propana berkapasitas 100.000 ton/tahun ini merupakan pabrik beresiko tinggi yang layak untuk didirikan dengan rincian sebagai berikut:

1. *Pay Out Time after taxes* (POT)_a = 2,680 tahun, dimana untuk pabrik beresiko tinggi, nilai maksimalnya adalah 4 tahun.
2. *Break Even Point* (BEP) = 30%, dimana untuk pabrik di Indonesia nilainya antara 30% - 60% kapasitas produksi
3. *Shut Down Point* (SDP) = 10%
4. *Return on Investment after taxes* (ROI)_a = 23%, dimana lebih besar dari suku bunga bank saat ini, sehingga investor akan lebih memilih untuk menanamkan modalnya ke pabrik ini dari pada ke bank.

10.2. Saran

Berdasarkan kesimpulan di atas, diharapkan pabrik ini dapat segera didirikan karena memiliki potensi yang cukup baik.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- Blay, V., Epelde, E., Miravalles, R. & Perea, L. A., 2018. Converting Olefins to Propene: Ethene to Propene. *Catalys Review*, 60(2), pp. 278-335.
- CNBC Indonesia, 2018. *CNBC Indonesia*. [Online] Available at: <https://www.cnbcindonesia.com/news/20181209174735-4-45587/lotte-bangun-pabrik-petrokimia-di-cilegon-ri-butuh-5-lagi>
- Farjoo, A., Khorasheh, F. & S. Niknaddaf, M. S., 2010. Kinetic Modeling of Side Reaction in Propane Dehydrogenation over Pt-Sn/ γ -Al₂O₃. *Scientia Iranica*, pp. 488-464.
- Gascon, J., Tellez, C., Herguido, J. & Menendez, M., 2003. Propane Dehydrogenation over a Cr₂O₃/Al₂O₃ Catalyst: Transient Kinetic Modeling of Propene and Coke Formation. *Applied Catalysis*, pp. 105-116.
- Intratec, 2012. *Propylene Production via Metathesis - Cost Analysis; Propylene E11A*, s.l.: Intratec.
- Kern, D. Q., 1965. *Process Heat Transfer*. New York: McGraw-Hill.
- Lavrenova, A. V., Saifulina, L. F., Buluchevskii, E. A. & Bogdanetsa, E. N., 2015. Propylene Production Technology: Today and Tomorrow. *Catalysis in Industry*, 7(3), pp. 175-187.
- Lobera, M., Tellez, C., Herguido, J. & Menendez, M., 2008. Transient Kinetic Modelling of Propane Dehydrogenation over Pt-Sn-K/Al₂O₃ Catalyst. *Applied Catalyst A: General*, pp. 156-164.
- Marsh, M. & Wery, J., 2019. *On-purpose Propylene Production*. [Online] Available at: <https://www.digitalrefining.com/article/1002264/on-purpose-propylene-production#.Yb6j0JLP3Dc> [Diakses 19 Desember 2021].

Nawaz, Z., 2015. Light Alkane Dehydrogenation to Light Olefin Technologies: A Comprehensive Review. *Rev Chem Eng*, pp. 1-24.

Niknaddaf, S., Soltani, M., Farjoo, A. & Khorasheh, F., 2013. Modeling of Coke Formation and Catalyst Deactivation in Propane Dehydrogenation Over a Commercial Pt-Sn/ γ -Al₂O₃ Catalyst. *Petroleum Science and Technology*, Issue 31, p. 2451–2462.

Peters, M. & Timmerhaus, R. K., 2002. *Plant Design and Economics for Chemical Engineers*. 5th penyunt. New York: McGraw - Hill.

Qatar Petroleum, t.thn. *Qatar Petroleum*. [Online] Available at: <https://qp.com.qa/en/marketing/Documents/LPG%20STANDARD%20SPECIFICATION.PDF> [Diakses 22 Juli 2020].

Razmi, A., 2019. Propylene Production by Propane Dehydrogenation. *S&P Global*, 2019. *S&P Global*. [Online] Available at: www.platts.com/petrochemical [Diakses Juli 2020].

Smith, J. M., Ness, H. C. V., Ness, H. C. V. & Swihart, M. T., 2018. *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics*. 8 penyunt. New York: McGraw-Hill Education.

Tribun Bisnis, 2018. *Tribun Bisnis*. [Online] Available at: <https://www.tribunnews.com/bisnis/2018/07/23/chandra-asri-bangun-dua-pabrik-baru-di-Indonesia>

Vora, B. V., 2012. Development of Dehydrogenation Catalysts and Process. pp. 1297-1308.

Wittcoff, H. A., Reuben, B. G. & S, P. J., 2004. *Industrial Organic Chemicals*. New Jersey: John Wiley & Sons.

Yaws, C. L., 1999. *Chemical Properties Handbook*. New York: McGraw-Hill.

Zangeneh, F. T., Taeb, A., Gholivand, K. & Sahebdehfar, S., 2013. Kinetic Study of Propane Dehydrogenation and Catalyst Deactivation over Pt-Sn/Al₂O₃. *Journal of Chemistry*, Issue 22.