

SKRIPSI TUGAS AKHIR
PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA METANOL DARI CO₂
DAN H₂ DENGAN KAPASITAS 200.000 TON/TAHUN



Diusulkan Oleh :
Vanisha Eriawaty Djauhari (1710017411028)

JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS BUNG HATTA
PADANG
2021



JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI – UNIVERSITAS BUNGHATTA
Kampus III – Jl. Gajah Mada, Gunung Pangilun, telp. (0751) 54257 Padang

PENGESAHAN REVISI LAPORAN SKRIPSI/PRA RANCANGAN PABRIK

Nama : Vanisha Eriawaty Djauhari
NPM : 1710017411028
Tanggal Sidang : 6 Agustus 2021

Tim Penguji

Jabatan	Nama/NIK/NIP	Tandatangan
Ketua	Prof. Dr. Eng. Reni Desmiarti, S.T, M.T	
Anggota	Dr. Pasymi, S.T, M.T	
	Ellyta Sari, S.T, M.T	

Diketahui oleh

Pembimbing,

Prof. Dr. Eng. Reni Desmiarti, S.T, M.T



JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI - UNIVERSITAS BUNGHATTA
Kampus III - Jl. Gajah Mada, Gunung Pangilun, telp. (0751) 54257 Padang

LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI

**PRA RANCANGAN PABRIK METANOL DARI KARBON DIOKSIDA DAN
HIDROGEN DENGAN KAPASITAS 200.000 TON/TAHUN**

OLEH :

Vanisha Eriawaty Djauhari
(1710017411028)

Disetujui oleh :
Pembimbing

Prof. Dr. Eng. Reni Desmiarti, S.T, M.T

Diketahui oleh :

Fakultas Teknologi Industri

Dekan

Prof. Dr. Eng. Reni Desmiarti, S.T, M.T

Jurusan Teknik Kimia

Ketua

Dr. Firdaus, S.T, M.T

INTISARI

Pabrik Metanol dari Karbon dioksida dan Hidrogen dirancang dengan kapasitas produksi 200.000 ton/tahun. Pendirian Pabrik Metanol dari Karbon dioksida dan Hidrogen ini akan didirikan di Jl. Bojong Menteng Kec.Kalapa Nunggal, Sukabumi Regency, Jawa Barat. Dasar dari pemilihan lokasi ini adalah dari analisa Strength, Weakness Opportunities, and Threat (SWOT) dari berbagai aspek, yaitu ketersediaan bahan baku, pemasaran, transportasi, tenaga kerja, utilitas, dan iklim. Pabrik ini beroperasi selama 300 hari per tahun. Proses pembuatan Metanol dari Karbon dioksida dan Hidrogen dilakukan dengan proses yaitu Proses Hydrogenasi CO₂. Proses pembuatan metanol dari karbon dioksida (CO₂) dan hydrogen (H₂) menggunakan Plug Flow Reactor (PFR) dengan bantuan katalis CuO/ZnO/Al₂O₃. Bahan baku yang digunakan dalam keseluruhan proses pembuatan metanol adalah karbon dioksida (CO₂), hydrogen (H₂) dan katalis CuO/ZnO/Al₂O₃. Proses pembuatan metanol dari karbon dioksida (CO₂) dan hydrogen (H₂) terdiri dari 3 tahapan proses yaitu Tahap persiapan bahan baku, Tahap Reaksi, Tahap pemurnian pada suhu 215 °C dengan tekanan 50 atm. Hasil Analisa ekonomi menunjukkan bahwa pabrik ini layak untuk didirikan dengan jumlah investasi sebesar US\$ 56.444.442,64 yang diperoleh dari pinjaman bank 50% dan modal sendiri 50%. Laju Pengembalian Modal (ROR) sebesar 56 %, waktu pengembalian modal (POT) adalah 1 tahun 9 bulan dan Titik Impas (BEP) sebesar 14 %.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT, karena telah memberikan kesempatan kepada kita untuk dapat menuntut ilmu di muka bumi ini, sehingga pada kesempatan ini berkat keridha'an dan bantuan-Nya penulis telah menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul Prarancangan Pabrik Metanol dari *Hydrogen* dan *Carbon Dioxide* dengan Kapasitas 200.000 Ton/Tahun.

Adapun tujuan penulisan Tugas Akhir ini adalah dalam rangka memenuhi salah satu syarat akademis untuk menyelesaikan pendidikan di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta.

Pembuatan tugas akhir ini tidak terlepas dari dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ibu Prof. Dr.Eng Reni Desmiarti, ST., MT., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta Padang.
2. Bapak Dr. Firdaus, ST., MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Bung Hatta Padang sekaligus telah memberikan arahan dan kesempatan kepada penulis untuk dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Ibu Prof. Dr.Eng Reni Desmiarti, ST., MT., selaku Pembimbing I yang telah memberikan arahan dan membagi pengetahuannya hingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Seluruh dosen Teknik Kimia Universitas Bung Hatta yang telah memberikan ilmu pengetahuannya untuk penyelesaian tugas akhir ini.
5. Kedua orang tua penulis yang selalu memberikan dukungan moral dan material kepada penulis.
6. Rekan-rekan dan abang - abang di Teknik Kimia yang telah meluangkan waktunya untuk berdiskusi dan bertukar pendapat.

Penulis menyadari tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan meskipun penulis telah berusaha semaksimal mungkin. Oleh karena itu, penulis

mengharapkan kritikan dan saran dari pembaca demi perbaikan karya tulis ini.
Semoga tugas akhir ini bermanfaat bagi kita semua. Amin.

Padang, Agustus 2021

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR

DAFTAR ISI

BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Kapasitas Rancangan.....	3
1.3 Lokasi Pabrik.....	5
BAB II TINJAUAN TEORI.....	14
2.1 Tinjauan Umum.....	14
2.2 Tinjauan Proses.....	18
BAB III TAHAPAN PROSES DAN DESKRIPSI PROSES.....	27
3.1 Tahapan Proses, Blok Diagram dan Flowsheet.....	27
3.2 Deskripsi Proses.....	30
BAB IV NERACA MASSA DAN ENERGI	
4.1 Neraca Massa	32
4.2 Neraca Energi.....	40
BAB V UTILITAS	
5.1 Unit Penyediaan Listrik.....	51
5.2 Unit Penyediaan Air	51
5.3 Unit Penyediaan Proses.....	52
5.4 Unit Penyediaan Pendingin.....	61
5.5 Unit Penyediaan Steam	61
BAB VI SPESIFIKASI PERALATAN	
6.1 Spesifikasi Peralatan Utama.....	63
6.2 Spesifikasi Peralatan Utilitas.....	73

BAB VII TATA LETAK DAN K3LH (KESELAMATAN, KESEHATAN KERJA DAN LINGKUNGAN HIDUP)

7.1 Tata Letak Pabrik	83
7.2 Kesehatan, Keselamatan Kerja dan Lingkungan Hidup	87

BAB VIII ORGANISASI PERUSAHAAN

8.1 Bentuk Perusahaan	100
8.2 Struktur Organisasi.....	100
8.3 Tugas dan Wewenang	101
8.4 Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji.....	105
8.5 Sistem Kerja	106
8.6 Jumlah Karyawan.....	106
8.7 Kesejahteraan Sosial Karyawan.....	108

BAB IX ANALISA EKONOMI

9.1 <i>Total Capital Investment(TCI)</i>	111
9.2 Biaya Produksi (<i>Total Production Cost</i>).....	112
9.3 Harga Jual (<i>Total Sales</i>).....	112
9.4 Tinjauan Kelayakan Ekonomi.....	113

BAB X TUGAS KHUSUS

10.1 Pendahuluan	115
10.2 Ruang Lingkup Rancangan.....	115
10.3 Rancangan.....	116

BAB XI KESIMPULAN

11.1 Kesimpulan	142
11.2 Saran.....	143

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN A NERACA MASSA.....	LA-1
LAMPIRAN B NERACA ENERGI	LB-1
LAMPIRAN C SPESIFIKASI PERLATAN	LC-1
LAMPIRAN D ANALISA EKONOM	LD-1

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Harga Bahan Baku dan Produk.....	3
Tabel 1.2 Daftar Pabrik Penghasil Metanol di Dunia	3
Tabel 1.3 Daftar Pabrik Penghasil Karbon Dioksida (CO ₂) di Indonesia	4
Tabel 1.4 Kebutuhan impor Metanol di Indonesia.....	4
Tabel 1.5 Analisis SWOT lokasi Bojong Menteng Kec. Kalapa Nunggal, Sukabumi, Jawa Barat.....	7
Tabel 1.6 Analisis SWOT lokasi Wengkol, Tondano Tim, Kab. Minahasa, Sulawesi Utara	9
Tabel 1.7 Analisis SWOT lokasi Jl . Lintas Desa , Tj. Palas, Dumai Timur, Kota Dumai, Riau	11
Tabel 1.8 Analisis Lokasi Pabrik Metanol.....	12
Tabel 2.1 Perbandingan proses pembuatan Metanol.....	23
Tabel 2.2 Sifat fisik dan kimia bahan.....	24
Tabel 2.3 Sifat fisik dan kimia produk yang dihasilkan.....	25
Tabel 2.4 Spesifikasi bahan baku.....	25
Tabel 2.5 Spesifikasi Produk.....	26
Tabel 4.1 Neraca Massa Basis M-131.....	33
Tabel 4.2 Neraca Massa Neraca Massa Sebenarnya M-131	33
Tabel 4.3 Neraca Massa Basis R-141	34
Tabel 4.4 Neraca Massa Sebenarnya R-141	35
Tabel. 4.5 Data Permeabilitas dan Selektivitas Komponen Gas Terhadap Membran	35
Tabel 4.6 Neraca Massa Basis SM-271	36
Tabel 4.7 Neraca Massa Sebenarnya SM-271	36

Tabel 4.8 Neraca Massa Basis R-3101	37
Tabel 4.9 Neraca Massa Sebenarnya R-3101	37
Tabel 4.10 Neraca Massa Basis FD-3121	38
Tabel 4.11 Neraca Massa Sebenarnya FD-3121	38
Tabel 4.12 Neraca Massa Basis DS-3131	39
Tabel 4.13 Neraca Massa Sebenarnya DS-3131	40
Tabel 4.14 Neraca Energi JC-282	41
Tabel 4.15 Neraca Energi JC-181	42
Tabel 4.16 Neraca Energi E-391	43
Tabel 4.17 Neraca Energi E-392.....	44
Tabel 4.18 Neraca Energi R-3101.....	44
Tabel 4.19 Neraca Energi E-3114.....	45
Tabel 4.20 Neraca Energi FD-3121	46
Tabel 4.21 Neraca Energi DS-3131	47
Tabel 4.22 Neraca Energi E-3151	47
Tabel 4.23 Neraca Energi E-3191	48
Tabel 5.1 Kebutuhan listrik.....	50
Tabel 5.2 Kebutuhan air pendingin.....	50
Tabel 5.3 Kebutuhan air pendingin.....	50
Tabel 5.4 Kebutuhan air sanitasi	50
Tabel 5.5. Kualitas Sungai Cisadane.....	51
Tabel 5.6 Ambang Batas Kandungan Unsur atau Senyawa Kimia dalam Badan Air Bagi Kesehatan Manusia	53
Tabel 5.7 Persyaratan Air Proses	59
Tabel 5.8 Persyaratan Air Umpan Boiler.....	61
Tabel 6.1 Spesifikasi Tangki Metanol (TT-3143).....	64

Tabel 6.2 Spesifikasi Pump (P-811).....	65
Tabel 6.3 Spesifikasi Heat Exchanger (E-391).....	66
Tabel 6.4 Spesifikasi Flash Drum (FD-3121).....	67
Tabel 6.5 Spesifikasi Elektrolizer (E-391).....	68
Tabel. 6.6 Spesifikasi Kompresor (JC-282).....	69
Tabel 6.7 Spesifikasi Tangki Penyimpanan Hidrogen (TT-162).....	70
Tabel 6.8 Spesifikasi Reator Multi Tube (R-3101).....	71
Tabel 6.9 Spesifikasi Cooler (E-3114).....	72
Tabel 6.10 Spesifikasi Distilasi (DS-3131).....	73
Tabel 7.1 Perincian Luas Lahan Pabrik Metanol.....	76
Tabel 8.1 Karyawan Non Shif.....	92
Tabel 8.2 Karyawan Shift	93
Tabel 8.3 Waktu Kerja Karyawan Non Shif	94

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Hubungan tahun dengan kebutuhan impor Metanol di Indonesia	5
Gambar 1.2 Peta lokasi pabrik di Bojong Menteng Kec. Kalapa Nunggal, Sukabumi, Jawa Barat	6
Gambar 1.3 Peta lokasi pabrik di Wengkol, Tondano Tim, Kab. Minahasa, Sulawesi Utara	8
Gambar 1.4 lokasi pabrik di Jl . Lintas Desa , Tj. Palas, Dumai Timur, Kota Dumai, Riau	10
Gambar 2.1 Metanol	14
Gambar 2.2 Karbon dioksida	15
Gambar 2.3 Hidrogen	15
Gambar 2.4 Grafik Persamaan Arrhenius	17
Gambar. 2.5 Siklus katalitik katalis heterogen	18
Gambar 2.6 Metanol production by CO ₂ hydrogenation: Analysis and simulation of reactor performance	20
Gambar 2.7 Gas-Phase CO ₂ Hydrogenation To Metanol Process	21
Gambar 2.8 Metanol Production via CO ₂ Hydrogenation: Sensitivity Analysis and Simulation-Based Optimization	23
Gambar 3.1 Blok Diagram Pembuatan Metanol	28
Gambar 3.2 Flowsheet Pembuatan Metanol	29
Gambar 5.1 Blok Diagram Proses Pengolahan Air	54
Gambar 5.2 Flowsheet Proses Pengolahan Air	55
Gambar 5.3 Proses Pengolahan Raw Water	56
Gambar 5.4 Proses pengolahan Reverse Osmosis	59
Gambar 5.5 Lapisan Kerak pada Pipa	62
Gambar 7.1 Tata Letak Lingkungan Pabrik Metanol	76
Gambar 7.2 Tata Letak Alat Pabrik Metanol	77
Gambar 7.3 Safety Helmet	81
Gambar 7.4 <i>Safety Belt</i>	82

Gambar 7.5 Boot.....	82
Gambar 7.6 Safety Shoes.....	82
Gambar 7.7 Safety Gloves.....	83
Gambar 7.8 <i>Ear Plug</i>	83
Gambar 7.9 <i>Safety Glasses</i>	83
Gambar 7.10 Respirator	83
Gambar 7.11 <i>Face Shield</i>	84
Gambar 7.12 <i>Rain Coat</i>	84
Gambar 8.1 Struktur Organisasi	87
Gambar 9.1 Kurva <i>Break Event Point</i> (BEP)	100

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A. Neraca Massa	LA-1
Lampiran B. Neraca Energi.....	LB-1
Lampiran C. Spesifikasi Peralatan	LC-1
Lampiran D. Analisa Ekonomi.....	LD-1