

**SKRIPSI TUGAS AKHIR**  
**PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA METANOL DARI CO<sub>2</sub>**  
**DAN H<sub>2</sub> DENGAN KAPASITAS 200.000 TON/TAHUN**



Diusulkan Oleh :

Rizka Aulia Rahmah      (1710017411001)

**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 Pangilau, telp. (0751) 54257 Padang

LEMBAR PENGESAHAN  
SKRIPSI

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

OLEH :

Rizka Aulia Rahmah  
(1710017411001)

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



PENGESAHAN REVISI LAPORAN SKRIPSI/PRA RANCANGAN PABRIK

Nama : Rizka Aulia Rahmah  
NPM : 1710017411001  
Tanggal Sidang : 7 Agustus 2021

Tim Penguji

Jabatan	Nama/NIK/NIP	Tanda tangan
Ketua	Prof. Dr. Eng. Reni Desmiarti, S.T, M.T	
Anggota	Dr. Firdaus, 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 BUNG HATTA**

Kampus III Jl. Gajah Mada No.19 Padang, Telp (0751) 7054257 Pes. 131

**BERITA ACARA SIDANG TUGAS AKHIR**

No : 121.j/SK-AK.10/FTI-TK/VIII-2021

Pada hari *Sabtu* tanggal *Tujuh* Bulan *Agustus* Tahun *Dua Ribu Dua Puluh Satu*, telah dilangsungkan Sidang Tugas Akhir ( Perancangan Pabrik ) Program Strata Satu ( S-1 ) di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta, terhadap :

1.	Nama/NPM	:	Rizka Aulia Rahmah/ 1710017411001
2.	Jurusan	:	Teknik Kimia
3.	Program Studi	:	Teknik Kimia Strata Satu
4.	Judul Tugas Akhir	:	Pra Rancangan Pabrik Kimia Metanol dari CO <sub>2</sub> dan H <sub>2</sub> dengan Kapasitas 200.000 Ton/Tahun
5.	Pembimbing I	:	Prof. Dr. Eng. Reni Desmiarti, S.T., M.T.
6.	Pembimbing II	:	-
7.	Tanggal / Waktu Ujian	:	7 Agustus 2021 / 08.00 – 09.30 WIB
8.	Ruang Ujian	:	Ruang Sidang Teknik Kimia
9.	Nilai Sidang Tugas Akhir	:	Angka .. <b>86</b> ..; Huruf <b>A</b> / A <sup>+</sup> / B <sup>+</sup> / B / B <sup>-</sup> / C <sup>+</sup> / C / D
10.	Prediket Lulus	:	.....

**TEAM PENGUJI :**

No.	Nama	Jabatan	Tanda Tangan
1.	Prof. Dr. Eng. Reni Desmiarti, ST. MT.	Ketua	1.
2.	Dr. Firdaus, ST. MT.	Anggota	2.
3.	Ellyta Sari, ST. MT.	Anggota	3.

Demikianlah Berita Acara ini dikeluarkan agar dipergunakan seperlunya.

Mengetahui  
Dekan Fakultas Teknologi Industri



**Prof. Dr. Eng. Reni Desmiarti, ST. MT.**

Dikeluarkan : Di Padang  
Tanggal : 7 Agustus 2021  
Jurusan Teknik Kimia  
Ketua,

**Dr. Firdaus, ST., MT.**

## 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

## 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 CO<sub>2</sub>. Proses pembuatan metanol dari karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) dan hydrogen (H<sub>2</sub>) menggunakan Plug Flow Reactor (PFR) dengan bantuan katalis CuO/ZnO/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Bahan baku yang digunakan dalam keseluruhan proses pembuatan metanol adalah karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), hydrogen (H<sub>2</sub>) dan katalis CuO/ZnO/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Proses pembuatan metanol dari karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) dan hydrogen (H<sub>2</sub>) 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 %.

# DAFTAR ISI

## KATA PENGANTAR

## DAFTAR ISI

<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Kapasitas Rancangan.....	3
1.3 Lokasi Pabrik.....	5
<b>BAB II TINJAUAN TEORI.....</b>	<b>14</b>
2.1 Tinjauan Umum.....	14
2.2 Tinjauan Proses.....	18
<b>BAB III TAHAPAN PROSES DAN DESKRIPSI PROSES.....</b>	<b>27</b>
3.1 Tahapan Proses, Blok Diagram dan Flowsheet.....	27
3.2 Deskripsi Proses.....	30
<b>BAB IV NERACA MASSA DAN ENERGI</b>	
4.1 Neraca Massa .....	32
4.2 Neraca Energi.....	40
<b>BAB V UTILITAS</b>	
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
<b>BAB VI SPESIFIKASI PERALATAN</b>	
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**

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

## 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 <sub>2</sub> ) 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

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

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

## DAFTAR LAMPIRAN

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