

# **TUGAS AKHIR**

**“PRARANCANGAN PABRIK METANOL DARI GAS ALAM DENGAN  
KAPASITAS 250.000 TON/TAHUN DENGAN METODE *CHEMICAL  
LOOPING REFORMING (CLR)*”**



**Khairunnisa**

**1810017411033**

**Sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar sarjana pada Jurusan Teknik  
Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta**

**JURUSAN TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS BUNG HATTA**

**2022**



**JURUSAN TEKNIK KIMIA**

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI – UNIVERSITAS BUNG HATTA

Kampus III – Jl. Gajah Mada, Gunung Pangilun, telp. (0751) 54257 Padang

**LEMBAR PENGESAHAN  
SKRIPSI**

**PRARANCANGAN PABRIK METANOL DARI GAS ALAM DENGAN  
KAPASITAS 250.000 TON/TAHUN MENGGUNAKAN METODE *CHEMICAL  
LOOPING REFORMING (CLR)***

**OLEH:**

**KHAIRUNNISA**

**1810017411033**

**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.**



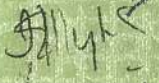
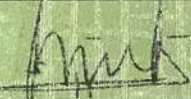
**JURUSAN TEKNIK KIMIA**

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI – UNIVERSITAS BUNG HATTA

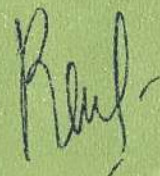
Kampus III – Jl. Gajah Mada, Gunung Pangilun, telp. (0751) 54257 Padang

**LEMBAR PENGESAHAN REVISI LAPORAN SKRIPSI/  
PRA RANCANGAN PABRIK**

Nama : Khairunnisa  
NPM : 1810017411033  
Tanggal Sidang : 27 Juli 2022

Jabatan	Nama	Tanda Tangan
Ketua	Prof. Dr. Eng. Reni Desmiarti, S.T., M.T.	
Anggota	Ellyta Sari, S.T., M.T.	
	Dr. Firdaus, S.T., M.T.	

**Pembimbing**



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



**JURUSAN TEKNIK KIMIA**

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI – UNIVERSITAS BUNG HATTA

Kampus III – Jl. Gajah Mada, Gunung Pangilun, telp. (0751) 54257 Padang

**LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI  
SKRIPSI**

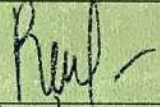
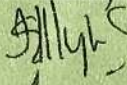
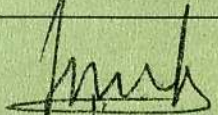
**PRARANCANGAN PABRIK METANOL DARI GAS ALAM DENGAN  
KAPASITAS 250.000 TON/TAHUN MENGGUNAKAN METODE *CHEMICAL  
LOOPING REFORMING (CLR)***

**OLEH:**

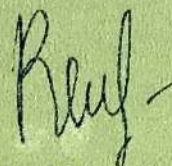
**KHAIRUNNISA**

**1810017411033**

**Sidang Tugas Akhir Sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Bung Hatta Dengan Tim Penguji:**

<b>Jabatan</b>	<b>Nama</b>	<b>Tanda Tangan</b>
<b>Ketua</b>	<b>Prof. Dr. Eng. Reni Desmiarti, S.T., M.T.</b>	
<b>Anggota</b>	<b>Ellyta Sari, S.T., M.T.</b>	
	<b>Dr. Firdaus, S.T., M.T.</b>	

**Pembimbing**



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

## INTISARI

Pabrik Metanol dari Gas Alam dirancang dengan kapasitas produksi 250.000 ton/tahun dengan Metode *Chemical Looping Reforming* (CLR). Pendirian pabrik Metanol ini akan di dirikan di Bukit Nenas, Bukit Kapur, Kota Dumai. Dasar dari pemilihan lokasi ini adalah dari analisa *Strength, Weakness Opportunities, dan 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 Gas Alam dilakukan dengan tiga tahap yaitu tahap *Chemical Looping Reforming* (CLR), tahap *Power Generation* dan tahap sintesis metanol. Hasil analisa ekonomi menunjukkan bahwa pabrik ini layak untuk didirikan dengan jumlah investasi sebesar US\$ 51.638.056,14 yang diperoleh dari pinjaman bank 50% dan modal sendiri 50%. Laju Pengembalian Modal (ROR) sebesar 63,73 %, waktu pengembalian modal (POT) adalah 2 tahun 3 bulan dan Titik Impas (BEP) sebesar 39,0 %.

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b>	
<b>KATA PENGANTAR</b>	
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>i</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>viii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Kapasitas Rancangan.....	2
1.3 Lokasi Pabrik.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>15</b>
2.1 Tinjauan Umum.....	15
2.2 Tinjauan Proses .....	19
2.3 Sifat Fisika dan Kimia .....	25
2.4 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk.....	30
<b>BAB III TAHAPAN DAN DESKRIPSI PROSES .....</b>	<b>31</b>
3.1 Tahapan Proses .....	31
3.2 Deskripsi Proses .....	37
<b>BAB IV NERACA MASSA DAN NERACA ENERGI .....</b>	<b>39</b>
4.1 Neraca Massa.....	39
4.2 Neraca Energi .....	47
<b>BAB V UTILITAS .....</b>	<b>56</b>
5.1 Unit Penyediaan Listrik.....	56
5.2 Unit Pengadaan Air .....	56
5.3 Air Pendingin.....	66
<b>BAB VI SPESIFIKASI PERALATAN .....</b>	<b>67</b>
6.1 Spesifikasi Peralatan Utama .....	67
6.2 Spesifikasi Peralatan Utilitas .....	82
<b>BAB VII TATA LETAK DAN K3LH (KESELAMATAN, KESEHATAN KERJA, DAN LINGKUNGAN HIDUP) .....</b>	<b>98</b>

7.1 Tata Letak Pabrik .....	98
7.2 Kesehatan, Keselamatan Kerja, dan Lingkungan Hidup.....	103
<b>BAB VIII ORGANISASI PERUSAHAAN.....</b>	<b>110</b>
8.1 Struktur Perusahaan.....	110
8.2 Bentuk Organisasi .....	110
8.3 Tugas dan Wewenang.....	111
8.4 Jumlah Karyawan .....	117
8.5 Sistem Kerja .....	119
8.6 Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji.....	120
<b>BAB IX ANALISA EKONOMI.....</b>	<b>122</b>
9.1 <i>Total Capital Investment (TCI)</i> .....	122
9.2 Biaya Produksi ( <i>Total Production Cost</i> ) .....	123
9.3 Harga Jual ( <i>Total Sale</i> ).....	123
9.4 Tinjauan Kelayakan Ekonomi .....	123
<b>BAB X TUGAS KHUSUS .....</b>	<b>126</b>
10.1 Pendahuluan .....	126
10.2 Rancangan Alat .....	127
<b>BAB XI PENUTUP .....</b>	<b>191</b>
11.1 Kesimpulan.....	191
12.2 Saran .....	191
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Daftar Pabrik Penghasil Metanol di Dunia .....	2
Tabel 1.2 Daftar Pabrik Penghasil <i>Natural Gas</i> di Indonesia.....	3
Tabel 1.3 Kebutuhan Ekspor dan Impor Metanol di Indonesia .....	3
Tabel 1.4 Analisa SWOT daerah Bukit Nenas, Bukit Kapur, Kota Dumai .....	6
Tabel 1.5 Analisa SWOT daerah Muara Sungsang Banyuasin I .....	10
Tabel 1.6 Analisa SWOT daerah Teritip, Kecamatan Balikpapan Timur .....	12
Tabel 2.1 Komposisi Gas Alam PT Pertamina .....	16
Tabel 2.2 Reaksi Utama pada Metode ATR .....	21
Tabel 2.3 Reaksi Utama pada Metode CLR.....	6
Tabel 2.4 Perbandingan Proses pembuatan Metanol .....	25
Tabel 2.5 Sifat Fisika dan Kimia Karbon dioksida .....	26
Tabel 2.6 Sifat Fisika dan Kimia Metana.....	26
Tabel 2.7 Sifat Fisika dan Kimia Etana .....	27
Tabel 2.8 Sifat Fisika dan Kimia Propana .....	27
Tabel 2.9 Sifat Fisika dan Kimia Butana .....	28
Tabel 2.10 Sifat Fisika dan Kimia Nitrogen .....	29
Tabel 2.11 Sifat Fisika dan Kimia Metanol .....	29
Tabel 2.12 Spesifikasi Gas Alam .....	30
Tabel 2.13 Spesifikasi Metanol.....	30
Tabel 4.1 Neraca Massa MP-1011 .....	40
Tabel 4.2 Neraca Massa Sistem-1 .....	41
Tabel 4.3 Neraca Massa FD-3091.....	42
Tabel 4.4 Neraca Massa R-3033 .....	43
Tabel 4.5 Neraca Massa R-3034 .....	44
Tabel 4.6 Neraca Massa KD-3121 .....	45
Tabel 4.7 Neraca Massa FD-3092.....	46
Tabel 4.8 Neraca Massa D-3131 .....	46
Tabel 4.9 Neraca Energi E-1021 .....	47
Tabel 4.10 Neraca Energi Sistem-1 .....	48
Tabel 4.11 Neraca Energi HR-2051 .....	49



Tabel 4.12 Neraca Energi JC-3101 .....	49
Tabel 4.13 Neraca Energi E-3021 .....	50
Tabel 4.14 Neraca Energi E-3022.....	50
Tabel 4.15 Neraca Energi E-3023 .....	51
Tabel 4.16 Neraca Energi E-3024.....	51
Tabel 4.17 Neraca Energi R-3033.....	52
Tabel 4.18 Neraca Energi R-3034.....	53
Tabel 4.19 Neraca Energi JC-3102 .....	53
Tabel 4.20 Neraca Energi D-3131 .....	54
Tabel 4.12 Neraca Energi C-3072.....	55
Tabel 4.13 Neraca Energi R-3141.....	55
Tabel 5.1 Kualitas Sungai Dumai .....	56
Tabel 5.2 Parameter Fisik dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan .....	57
Tabel 5.3 Parameter Biologi Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan .....	58
Tabel 5.4 Parameter Kimia dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan .....	58
Tabel 5.5 Persyaratan Air Proses .....	65
Tabel 6.1 Spesifikasi Kompresor (JC-3101).....	67
Tabel 6.2 Spesifikasi Tangki Penyimpanan Metanol (ST-3002).....	68
Tabel 6.3 Spesifikasi <i>Cooler</i> (HE-3024).....	69
Tabel 6.4 Spesifikasi Kolom Distilasi (D-3131).....	70
Tabel 6.5 Spesifikasi Reaktor Metanol (R-3033) .....	71
Tabel 6.6 Spesifikasi Pompa (P-2061).....	72
Tabel 6.7 Spesifikasi <i>Fuel Reactor</i> (R-1031) .....	73
Tabel 6.8 Spesifikasi <i>Flash Drum</i> (FD-3092).....	74
Tabel 6.9 Spesifikasi <i>Heat Exchanger</i> (HE-3021).....	75
Tabel 6.10 Spesifikasi Kondensor (C-3072).....	76
Tabel 6.11 Spesifikasi <i>Reboiler</i> (R-3141).....	77
Tabel 6.12 Spesifikasi <i>Gas Turbine</i> (GT-2041).....	78
Tabel 6.13 Spesifikasi <i>Heat Recovery Steam Generator</i> (HR-2051) .....	79
Tabel 6.14 Spesifikasi <i>Knockout Drum</i> (KD-3121).....	80
Tabel 6.15 Spesifikasi <i>Reflux Drum</i> (RD-3151) .....	81
Tabel 6.16 Spesifikasi Pompa (P-4101).....	82

Tabel 6.17 Spesifikasi Bak Penampung Air Sungai (BP-4201) .....	83
Tabel 6.18 Spesifikasi Tangki Pelarutan Alum (TP-4303).....	84
Tabel 6.19 Spesifikasi Tangki Pelarutan Kapur Tohor (TP-4302) .....	85
Tabel 6.20 Spesifikasi Tangki Pelarutan Kaporit (TP-4301).....	86
Tabel 6.21 Spesifikasi Unit Pengolahan <i>Raw Water</i> (BR-4401) .....	87
Tabel 6.22 Spesifikasi Bak Pencampur (BR-4401 a).....	88
Tabel 6.23 Spesifikasi Bak Pembentukan Flok (BR-4401 b) .....	89
Tabel 6.24 Spesifikasi Bak Sedimentasi (BR-4401 c).....	90
Tabel 6.25 Spesifikasi Bak Penampung Berpelampung (BR-4401 d).....	91
Tabel 6.26 Spesifikasi <i>Sand Filter</i> (SF-4501) .....	92
Tabel 6.27 Spesifikasi Bak Penampung Air Bersih (BP-4202) .....	93
Tabel 6.28 Spesifikasi <i>Membran Reverse Osmosis</i> (RO-4601).....	94
Tabel 6.29 Spesifikasi Tangki Air Demin (TD-4701) .....	95
Tabel 6.30 Spesifikasi <i>Cooling Tower</i> (CT-4801).....	96
Tabel 7.1 Perincian Luas Lahan Pabrik Metanol dari Gas Alam.....	99
Tabel 8.1 Karyawan <i>Non Shift</i> .....	117
Tabel 8.2 Karyawan <i>Shift</i> .....	119
Tabel 8.3 Waktu Kerja Karyawan <i>Non Shift</i> .....	119

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Hubungan Tahun dengan Kebutuhan Impor di Indonesia .....	4
Gambar 1.2 Bukit Nenas, Bukit Kapur, Kota Dumai, Riau.....	5
Gambar 1.3 Muara Sungsang, Banyuasin I, Kabupaten Banyuasin, Sumsel.....	8
Gambar 1.4 Teritip, Kec. Balikpapan Timur, Kota Balikpapan, Kaltim .....	11
Gambar 2.1 Struktur Metanol .....	15
Gambar 2.2 Persamaan Arrhenius.....	17
Gambar 2.3 Grafik Persamaan Arrhenius .....	18
Gambar 2.4 Siklus Katalitik Katalis Heterogen.....	19
Gambar 2.5 <i>PFD</i> dari <i>ATR-based Methanol Production Plant</i> .....	20
Gambar 2.6 <i>PFD</i> dari <i>CLR-based Methanol Production Plant</i> .....	22
Gambar 2.7 Blok Diagram pada <i>Gas-Phase CO<sub>2</sub> Hydrogenation to Methanol</i> ....	23
Gambar 3.1 Blok Diagram Prarancangan Pabrik Metanol dari Gas Alam .....	33
Gambar 3.2 <i>Flowsheet</i> Prarancangan Pabrik Metanol dari Gas Alam.....	35
Gambar 5.1 Blok Diagram Proses Pengolahan Air Sanitasi .....	59
Gambar 5.2 <i>Flowsheet</i> Proses Pengolahan Air .....	60
Gambar 5.3 Proses Pengolahan <i>Raw Water</i> .....	61
Gambar 5.4 Proses Pengolahan <i>Reverse Osmosis</i> .....	65
Gambar 7.1 Tata Letak Lingkungan Pabrik Metanol .....	100
Gambar 7.2 Tata Letak Alat Pabrik Metanol .....	101
Gambar 7.3 <i>Safety Helmet</i> .....	105
Gambar 7.4 <i>Safety Belt</i> .....	106
Gambar 7.5 <i>Boot</i> .....	106
Gambar 7.6 <i>Safety Shoes</i> .....	107
Gambar 7.7 <i>Safety Gloves</i> .....	107
Gambar 7.8 <i>Ear Plug</i> .....	108
Gambar 7.9 <i>Safety Glasses</i> .....	108
Gambar 7.10 <i>Respirator</i> .....	108
Gambar 7.11 <i>Face Shield</i> .....	109
Gambar 7.12 <i>Rain Coat</i> .....	109
Gambar 8.1 Struktur Organisasi Perusahaan .....	112

Gambar 9.1 Kurva BEP.....125

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Perhitungan Neraca Massa .....	LA-1
Lampiran B Perhitungan Neraca Energi .....	LB-1
Lampiran C Perhitungan Spesifikasi Alat Utama dan Utilitas .....	LC-1
Lampiran D Analisa Ekonomi .....	LD-1