

TUGAS AKHIR

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



Adinda Ratu Permata 1810017411020

**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:

ADINDA RATU PERMATA

1810017411020

Disetujui Oleh:

Pembimbing

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

Diketahui Oleh :

Fakultas Teknologi Industri

Jurusan Teknik Kimia

Dekan

Ketua



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

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 PENGUJI SKRIPSI

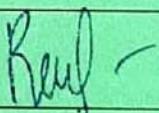
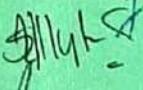
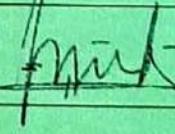
**PRARANCANGAN PABRIK METANOL DARI GAS ALAM DENGAN
KAPASITAS 250.000 TON/TAHUN MENGGUNAKAN METODE *CHEMICAL
LOOPING REFORMING (CLR)***

OLEH:

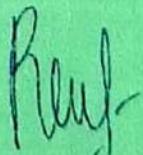
ADINDA RATU PERMATA

1810017411020

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

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



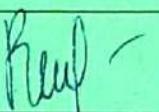
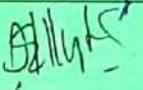
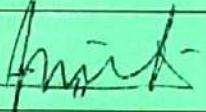
Prof. Dr. Eng. Reni Desmiarti, S.T., M.T.



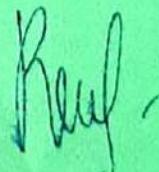
JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI – UNIVERSITAS BUNG HATTA
Kampus III – Jl. Gajah Mada, Gunung Pangilun, telp. (0751) 54257 Padang

LEMBAR PENGESAHAN REVISI LAPORAN SKRIPSI/
PRA RANCANGAN PABRIK

Nama : Adinda Ratu Permata
NPM : 1810017411020
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.	

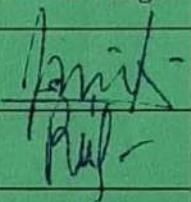
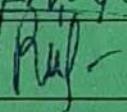
Pembimbing



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

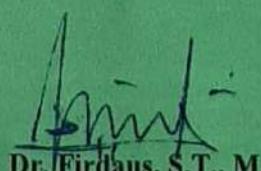
PENYERAHAN LAPORAN PRA RANCANGAN PABRIK

Nama : Adinda Ratu Permata
NPM : 1810017411020
Tanggal Sidang : 27 Juli 2022

Nama Dosen	Instansi	Tanda Tangan
Dr. Firdaus, S.T, M.T	Jurusan	
Prof. Dr. Eng. Reni Desmiarti, S.T., M.T.	Pembimbing I	
	Perpustakaan FTI	

Padang, Agustus 2022

Koordinator Skripsi / Pra Rancangan Pabrik



Dr. Firdaus, S.T., M.T.

NIP/NIK: 961100398/1018026901

INTISARI

Pra Rancangan Pabrik Metanol dari Gas Alam dengan Kapasitas 250.000 ton/tahun Menggunakan Metode *Chemical Looping Reforming* (CLR) direncanakan untuk memenuhi kebutuhan dalam dan luar negeri. Dari analisa teknis dan ekonomi yang dilakukan, maka Pabrik Metanol dari Gas Alam dengan Kapasitas Produksi 250.000 ton/tahun Menggunakan Metode *Chemical Looping Reforming* (CLR), layak didirikan pada tahun 2030 di Bukit Nenas, Bukit Kapur, Kota Dumai, Riau.

Pra Rancangan Pabrik Metanol dari Gas Alam dengan Kapasitas Produksi 250.000 ton/tahun Menggunakan Metode *Chemical Looping Reforming* (CLR) merupakan perusahaan berbentuk Perseroan Terbatas (PT) dengan struktur organisasi *line and staff* dengan jumlah tenaga kerja 135 orang yang terdiri dari 72 karyawan *shift* dan 63 orang karyawan *non shift*.

Dari perhitungan analisa ekonomi, maka Pabrik Metanol dari Gas Alam dengan Kapasitas Produksi 250.000 ton/tahun Menggunakan Metode *Chemical Looping Reforming* (CLR) ini layak didirikan dengan :

- *Fixed Capital Investment (FCI)* = US\$ 43.892.347,72
= Rp 656.925.795.182,78
- *Working Capital Investment (WCI)* = US\$ 7.745.708,42
= Rp 115.928.081.502,82
- *Total Capital Investment (TCI)* = US\$ 51.638.056,14
= Rp 772.853.876.685,63
- *Total Sales (TS)* = US\$ 214.000.000,00
= Rp 3.072.451.500.000,00
- *Total Production Cost (TPC)* = US\$ 25.122.803,92
= Rp 376.006.725.580,23
- *Rate of Return (ROR)* = 63,73%
- *Pay of Time (POT)* = 2 tahun 3 bulan 7 hari
- *Break Event Point (BEP)* = 39%

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN

KATA PENGANTAR

DAFTAR ISI.....	i
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR LAMPIRAN	viii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Kapasitas Rancangan.....	2
1.3 Lokasi Pabrik.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	15
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
BAB III TAHPAN DAN DESKRIPSI PROSES	31
3.1 Tahapan Proses.....	31
3.2 Deskripsi Proses	37
BAB IV NERACA MASSA DAN NERACA ENERGI	39
4.1 Neraca Massa.....	39
4.2 Neraca Energi	47
BAB V UTILITAS	56
5.1 Unit Penyediaan Listrik.....	56
5.2 Unit Pengadaan Air	56
5.3 Air Pendingin.....	66
BAB VI SPESIFIKASI PERALATAN	67
6.1 Spesifikasi Peralatan Utama	67
6.2 Spesifikasi Peralatan Utilitas	82
BAB VII TATA LETAK DAN K3LH (KESELAMATAN, KESEHATAN KERJA, DAN LINGKUNGAN HIDUP)	98

7.1 Tata Letak Pabrik	98
7.2 Kesehatan, Keselamatan Kerja, dan Lingkungan Hidup.....	103
BAB VIII ORGANISASI PERUSAHAAN.....	110
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
BAB IX ANALISA EKONOMI.....	122
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
BAB X TUGAS KHUSUS	126
10.1 Pendahuluan	126
10.2 Rancangan Alat	127
BAB XI PENUTUP	201
11.1 Kesimpulan.....	201
12.2 Saran	201

DAFTAR PUSTAKA

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 Pembentukkan 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 CO₂ 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
Gambar 10.1 Bentuk <i>sieve tray</i> dan Kondisi Skema Diagram pada <i>sieve tray</i>	155

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