

SKRIPSI

**PRARANCANGAN PABRIK METANOL DARI GAS ALAM
DENGAN KAPASITAS PRODUKSI 350.000 TON/TAHUN**



ELFIRA ANDRIYATI

1610017411013

*Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Meraih Gelar Sarjana Pada
Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta*

UNIVERSITAS BUNG HATTA

FEBRUARI 2021

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 Gas Alam Dengan Kapasitas 350.000 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., M.T., 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. Bapak Dr. Pasymi, ST., MT., selaku Pembimbing I dan Bapak Dr. Mulyazmi S.T, MT., selaku Pembimbing II 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. Papa dan Almh.Mama serta kedua Ibu dan Ayah yang selalu memberikan dukungan moral dan material kepada penulis.
6. Partner tugas akhir yaitu Glis Tia ikvah, S.T. yang telah berbagi ilmu serta keluh kesah sedih dan bahagia selama menyusun tugas akhir ini.
7. Rekan-rekan di Teknik Kimia angkatan 2016 yang sudah melewati sedih,stres,bahagia bersama serta kenangan-kenangan yang tidak akan terlupakan dari semester I hingga semester VIII serta tambahan satu semesternya.

8. Kepada teman-teman penulis yang selalu mendukung penulis dari jarak jauh dan selalu sabar mendengar keluhan penulis selama masa kuliah ini.

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, Februari 2021

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Kapasitas.....	3
1.3. Lokasi Pabrik.....	4
1.3.1. Alternatif Lokasi I (Muara Sungsang Banyuasin I , Kabupaten Banyuasin, Sumatera Selatan)	4
1.3.2. Alternatif Lokasi II (Satimpo, Bontang Selatan, Kota Bontang, Kalimantan Timur).....	8
1.3.3. Pemilihan Lokasi Pabrik.....	11
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	12
2.1. Tinjauan Umum.....	12
2.1.1. Metanol.....	12
2.1.2. Bahan Baku Pembuatan Metanol.....	13
2.2. Tinjauan Proses.....	14
2.3. Sifat Fisik dan Kimia Bahan.....	16
2.3.1. Bahan Baku.....	16
2.3.2. BahanPenunjang	20
2.3.3. Metanol.....	20
2.4. Spesifikasi Bahan Baku dan Produk.....	21
2.4.1. Bahan Baku.....	21

2.4.2. Produk.....	21
BAB III. TAHAPAN DAN DESKRIPSI PROSES	22
3.1. Tahapan Proses dan Blok Diagram.....	22
3.1.1. Tahapan Proses	22
3.1.2. Blok Diagram.....	22
3.2. Deskripsi Proses dan <i>Flowsheet</i>	24
3.2.1. Prose Pre Treatment.....	24
3.2.2. Prose Sintesa Metanol.....	24
3.2.3. Proses Pemurnian.....	25
3.3. Flowsheet Proses Pembuatan Metanol dari Gas Alam	25
BAB IV. NERACA MASSA DAN ENERGI	27
4.1. Neraca Massa.....	27
4.1.1. Reaktor Desulfurizer (R-1401).....	29
4.1.2. <i>Mixing Point (MP-1061)</i>	30
4.1.3. Reaktor Pre-Reformer (R-1082).....	30
4.1.4. Reaktor Autothermal (R-1103).....	31
4.1.5. Reaktor Sintesis Metanol (R-2131)	33
4.1.6. <i>Condensor 1 (CD-2151)</i>	33
4.1.7. <i>Menara Distilasi (D-3171)</i>	34
4.1.8. <i>Condensor 2 (CD-3182)</i>	35
4.1.9. <i>Accumulator (AC-3191)</i>	36
4.1.10. <i>Reboiler (RB-3211)</i>	36
4.2. Neraca Energi	38
4.2.1 <i>Heater (HE-1031)</i>	38
4.2.2 Reaktor Desulfurizer (R-1041)	38
4.2.3 Reaktor Pre-Reformer (R-1082).....	39
4.2.4 Reaktor Auto Thermal (R-1103).....	40
4.2.5 <i>Waste Heat Boiler (WHB-1111)</i>	41

4.2.6	Reaktor Methanol (R-2134).....	42
4.2.7	<i>Condensor 1 (CD-1071)</i>	42
4.2.8	Menara <i>Distilasi (D-3171)</i>	43
4.2.9	<i>Condensor 2 (CD-3182)</i>	44
4.2.10	<i>Reboiler (RB-3211)</i>	45
BAB V. UTILITAS		46
5.1.	Unit Penyediaan Listrik	46
5.2.	Unit Pengadaan Air.....	48
5.2.1.	Air Sanitasi	48
5.2.2.	Air Umpan <i>Boiler</i>	52
5.2.3.	Air Pendingin.....	56
5.3.	Unit Pembangkit <i>Steam</i>	59
5.3.1.	<i>Daerator</i>	59
5.3.2.	<i>Boiler</i>	60
5.4.	Unit Pengolahan Limbah	60
BAB VI. SPESIFIKASI PERALATAN		64
6.1.	Spesifikasi Peralatan Utama	64
6.1.1.	<i>Storage Tank Oksigen</i>	64
6.1.2.	<i>Storage Tank Gas Alam</i>	64
6.1.3.	<i>Expander Valve</i>	65
6.1.4.	<i>Heater</i>	66
6.1.5.	<i>Reaktor Desulfur</i>	66
6.1.6.	<i>Compresor</i>	67
6.1.7.	<i>Reaktor Pre-Reformer</i>	68
6.1.8.	<i>Reaktor Autothermal</i>	69
6.1.9.	<i>Reaktor Metanol</i>	70
6.1.10.	<i>Condensor 1</i>	71
6.1.11.	<i>Pompa</i>	72

6.1.12. <i>Distilasi</i>	73
6.1.13. <i>Accumulator</i>	74
6.1.14. <i>Reboiler</i>	74
6.1.15. <i>Storage Tank Metanol</i>	75
6.2. Spesifikasi Peralatan Utilitas	76
6.2.1. Pompa Air Pengolahan Air.....	76
6.2.2. <i>Screening</i>	77
6.2.3. Bak Pengendapan Awal	78
6.2.4. Tangki Pelarutan PAC	78
6.2.5. Tangki Pelarutan Kapur Tohor	79
6.2.6. Tangki Pelarutan Kaporit.....	80
6.2.7. Tangki Koagulasi.....	80
6.2.8. Tangki Flokulasi	81
6.2.9. Tangki Sedimentasi	82
6.2.10. <i>Sand Filter</i>	82
6.2.11. <i>Carbon Filter</i>	83
6.2.12. Bak Penampung Air Bersih	83
6.2.13. <i>Mix Bed Ion Exchange</i>	84
6.2.14. Tangki Air Demin.....	84
6.2.15. <i>Cooling Tower</i>	85
6.2.16. <i>Daerator</i>	85
6.2.17. <i>Boiler</i>	86
BAB VII. TATA LETAK PABRIK DAN K3LH (KESEHATAN, KESELAMATAN KERJA DAN LINGKUNGAN HIDUP)	88
7.1. Tata Letak Pabrik.....	88
7.2. Kesehatan, Keselamatan Kerja dan Lingkungan Hidup	91
7.2.1. Keselamatan Kerja.....	91
7.2.2. Sebab-Sebab Terjadinya Kecelakaan	92
7.2.3. Peningkatan Usaha Keselamatan Kerja.....	93

7.2.4.	Jenis-Jenis dan Tindakan Untuk Menghindari atau Mengurangi Kecelakaan Kerja.....	94
7.2.5.	Daftar Peraturan Pemerintah tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja	94
7.2.6.	Alat Pelindung Diri (APD)	95
7.2.6.1	Safety Helmet	96
BAB VIII. ORGANISASI PERUSAHAAN.....		101
8.1.	Struktur Organisasi	101
8.1.1.	Bentuk Organisasi.....	101
8.1.2.	Tugas dan Wewenang.....	104
8.1.3.	Jumlah Karyawan	108
8.1.4.	Sistem Kerja.....	110
8.2.	Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji	111
BAB IX. ANALISA EKONOMI.....		113
9.1.	<i>Total Capital Investment (TCI)</i>	113
9.2.	Biaya Produksi (<i>Total Production Cost</i>)	114
9.3.	Harga Jual (<i>Total Sales</i>).....	115
9.4.	Tinjauan Kelayakan Pabrik.....	115
9.4.1.	Laba Kotor dan Laba Bersih.....	115
9.4.2.	Laju Pengembalian Modal (<i>Rate of return</i>).....	115
9.4.3.	Waktu Pengembalian Modal (<i>Pay Out Time</i>).....	115
9.4.4.	Titik Impas (<i>Break Even Point</i>).....	116
BAB X. TUGAS KHUSUS		117
10.1.	Pendahuluan.....	117
10.2.	Ruang Lingkup Rancangan.....	117
10.3.	Rancangan.....	118
10.3.1.	<i>Reaktor Desulfur</i>	118
10.3.2.	<i>Compressor</i>	126

10.3.3. <i>Condensor-1</i>	131
10.3.4. Storage Tank Metanol	139
10.3.5. <i>Distilasi</i>	146
10.4. Kesimpulan Rancangan	183
10.4.1. <i>Reaktor Desulfur</i>	183
10.4.2. <i>Compressor</i>	184
10.4.3. <i>Condensor -1</i>	185
10.4.4. <i>Distilasi</i>	185
10.4.5. <i>Storage Metanol</i>	187
BAB XI. KESIMPULAN DAN SARAN.....	188
11.1. Kesimpulan.....	188
11.2. Saran	189

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Volume Kebutuhan Metanol di Indonesia.....	3
Tabel 1.2 Nilai <i>Gross Profit Margin</i> Pembuatan Metanol.....	4
Tabel 1.3 Analisa SWOT daerah Muara Sungsang Banyuasin I , Kabupaten Banyuasin, Sumatera Selatan	6
Tabel 1.4 Analisa SWOT daerah Satimpo, Bontang Selatan, Kota Bontang, Kalimantan Timur	9
Tabel 2.1 Komposisi Gas Alam	13
Tabel 2.2 Dasar Pertimbangan Pemilihan Proses.....	15
Tabel 2.3 Sifat Fisika dan Kimia Metana.....	16
Tabel 2.4 Sifat Fisika dan Kimia Karbon Dioksida	16
Tabel 2.5 Sifat Fisika dan Kimia Etana.....	17
Tabel 2.6 Sifat Fisika dan Kimia Heksana	17
Tabel 2.7 Sifat Fisika dan Kimia Propana.....	17
Tabel 2.8 Sifat Fisika dan Kimia Nitrogen.....	18
Tabel 2.9 Sifat Fisika dan Kimia Butana.....	18
Tabel 2.10 Sifat Fisika dan Kimia Pentana	19
Tabel 2.11 Sifat Fisika dan Kimia Pentana	19
Tabel 2.12 Sifat Fisika dan Kimia Oksigen	19
Tabel 2.13 Sifat Fisik dan Kimia Air	20
Tabel 2.14 Sifat Fisika dan Kimia Seng Oksida	20

Tabel 2.15 Sifat Fisika dan Kimia Metanol	20
Tabel 2.16 Spesifikasi Gas Alam	21
Tabel 2.17 Spesifikasi Oksigen	21
Tabel 2.18 Spesifikasi Metanol	22
Tabel 4.1 Spesifikasi Bahan Baku Gas Alam.....	28
Tabel 4.2 Spesifikasi Bahan Baku Oksigen	28
Tabel 4.3 Spesifikasi Produk Metanol.....	28
Tabel 4.4 Neraca Massa Reaktor Desulfurizer.....	29
Tabel 4.5 Neraca Massa <i>Mixing Point</i>	30
Tabel 4.6 Neraca Massa Reaktor Pre-Reformer.....	31
Tabel 4.7 Neraca Massa Reaktor Autothermal Reaktor.....	32
Tabel 4.8 Neraca Massa Reaktor Sintesa Metanol.....	33
Tabel 4.9 Neraca Massa <i>Condensor 1</i>	34
Tabel 4.10 Neraca Massa Menara Distilasi.....	35
Tabel 4.11 Neraca Massa <i>Condensor 2</i>	36
Tabel 4.12 Neraca Massa <i>Accumulator</i>	36
Tabel 4.13 Neraca Massa <i>Reboiler</i>	37
Tabel 4.14 Neraca Energi <i>Heater</i>	38
Tabel 4.15 Neraca Energi Reactor Desulfurizer	39
Tabel 4.16 Neraca Energi Reactor Pre-Reformer.....	40
Tabel 4.17 Neraca Energi Reaktor Auto Thermal.....	41
Tabel 4.18 Neraca Energi <i>Waste Heat Boiler</i>	41

Tabel 4.19 Neraca Energi Reactor Metanol	42
Tabel 4.20 Neraca Energi <i>Condensor 1</i>	43
Tabel 4.21 Neraca Energi Meanara <i>Distilasi</i>	44
Tabel 4.22 Neraca Energi <i>Condensor 2</i>	44
Tabel 4.23 Neraca Energi <i>Reboiler</i>	45
Tabel 5.1 Kebutuhan Listrik.....	47
Tabel 5.2 Kualitas Air Sungai Bontang.....	48
Tabel 5.3 Syarat Air Sanitasi.....	49
Tabel 5.4 Kebutuhan Air Sanitasi	52
Tabel 5.5 Kebutuhan <i>Steam</i>	52
Tabel 5.6 Persyaratan Air Umpan <i>Boiler</i>	52
Tabel 5.7 Spesifikasi Resin Kation dan Anion.....	55
Tabel 5.8 Spesifikasi Air Pendingin.....	57
Tabel 5.9 Kebutuhan Air Pendingin.....	57
Tabel 5.10 Kebutuhan <i>Steam</i>	60
Tabel 5.11 Baku Mutu Air Limbah Pabrik.....	61
Tabel 6.1 Spesifikasi <i>Storage Tank Oksigen</i>	64
Tabel 6.2 Spesifikasi <i>Storage Tank Gas Alam</i>	64
Tabel 6.3 Spesifikasi <i>Expander</i>	65
Tabel 6.4 Spesifikasi Seluruh <i>Expander</i> Pada Peralatan Proses	66
Tabel 6.5 Spesifikasi <i>Heater</i>	66
Tabel 6.6 Spesifikasi <i>Reaktor Desulfur</i>	66

Tabel 6.7 Spesifikasi <i>Compressor</i>	67
Tabel 6.8 Spesifikasi Seluruh <i>Compressor</i> Pada Peralatan Proses	68
Tabel 6.9 Spesifikasi <i>Reaktor Pre-Reformer</i>	68
Tabel 6.10 Spesifikasi <i>Reaktor Autothermal</i>	69
Tabel 6.11 Spesifikasi <i>Reaktor Metanol</i>	70
Tabel 6.12 Spesifikasi <i>Condensor 1</i>	71
Tabel 6.13 Spesifikasi <i>Pompa</i>	72
Tabel 6.14 Spesifikasi Seluruh Pompa Sentrifugal Pada Peralatan Proses	72
Tabel 6.15 Spesifikasi <i>Distilasi</i>	73
Tabel 6.16 Spesifikasi <i>Accumulator</i>	74
Tabel 6.17 Spesifikasi <i>Reboiler</i>	74
Tabel 6.18 Spesifikasi <i>Tank Metanol</i>	75
Tabel 6.19 Spesifikasi Seluruh Pompa Sentrifugal Pada Alat Pengolahan Air ...	75
Tabel 6.20 Spesifikasi <i>Screening</i>	77
Tabel 6.21 Spesifikasi Bak Pengendapan Awal	78
Tabel 6.22 Spesifikasi Tangki Pelarutan PAC	78
Tabel 6.23 Spesifikasi Tangki Pelarutan Kapur Tohor	79
Tabel 6.24 Spesifikasi Tangki Pelarutan Kaporit	80
Tabel 6.25 Spesifikasi Tangki Koagulasi	80
Tabel 6.26 Spesifikasi Tangki Flokulasi	81
Tabel 6.27 Spesifikasi Tangki Sedimentasi	82
Tabel 6.28 Spesifikasi <i>Sand Filter</i>	82

Tabel 6.29 Spesifikasi <i>Carbon Filter</i>	83
Tabel 6.30 Spesifikasi Bak Penampung Air Bersih	83
Tabel 6.31 Spesifikasi <i>Mix Bed Ion Exchange</i>	84
Tabel 6.32 Spesifikasi Tangki Air Demin	84
Tabel 6.33 Spesifikasi <i>Cooling Tower</i>	85
Tabel 6.34 Spesifikasi <i>Daerator</i>	85
Tabel 6.35 Spesifikasi <i>Boiler</i>	86
Tabel 7.1 Keterangan Tata Letak Peralatan Pabrik	90
Tabel 8.1 Karyawan <i>Non Shift</i>	137
Tabel 8.2 Karyawan <i>Shift</i>	138
Tabel 8.3 Waktu Kerja Karyawan <i>Non Shift</i>	138
Tabel 10.1 Spesifikasi <i>Reaktor Desulfur</i>	212
Tabel 10.2 Spesifikasi <i>Kompresor</i>	213
Tabel 10.3 Spesifikasi <i>Condensor -1</i>	214
Tabel 10.4 Spesifikasi <i>Distilasi</i>	214
Tabel 10.5 Spesifikasi <i>Storage Metanol</i>	216

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Grafik Kebutuhan Metanol Dunia	1
Gambar 1.2 Prediksi pertumbuhan FCV pada rentang tahun 2015-2020	2
Gambar 1.3 Grafik Kebutuhan Metanol di Indonesia	3
Gambar 1.4 Muara Sungsang, Banyuasin I Kabupaten Banyuasin, Sumatera Selatan	5
Gambar 1.5 Satimpo, Bontang Selata, Kota Bontang, Kalimantan Timur.....	8
Gambar 2.1 Struktur Metanol.....	12
Gambar 3.1 Blok Diagram Pembuatan Metanol Dari Gas Alam	23
Gambar 3.2 <i>Flowsheet</i> Pembuatan Metanol Dari Gas Alam.....	25
Gambar 5.1 <i>Flowsheet</i> Utilitas Pengolahan Air	46
Gambar 5.2 Blok Diagram Proses Pengolahan Air Sanitasi	52
Gambar 5.3 Lapisan Kerak Pada Pipa.....	54
Gambar 5.4 Blok Diagram Proses Pengolahan Air Umpan Boiler	54
Gambar 5.5 Proses Daerasi Di <i>Daerator</i>	59
Gambar 5.6 Blok Diagram Proses Pengolahan Limbah Cair	63
Gambar 7.1 Tata Letak Lingkungan Pabrik	90
Gambar 7.2 <i>Safety Helmet</i>	96
Gambar 7.3 <i>Safety Belt</i>	97
Gambar 7.4 <i>Boot</i>	97
Gambar 7.5 <i>Safety Shoes</i>	98

Gambar 7.6 <i>Safety Gloves</i>	98
Gambar 7.7 <i>Ear Plug</i>	98
Gambar 7.8 <i>Safety Glasses</i>	99
Gambar 7.9 <i>Respirator</i>	99
Gambar 7.10 <i>Face Shield</i>	100
Gambar 7.11 <i>Rain Coat</i>	100
Gambar 8.1 Struktur Organisasi Perusahaan.....	132
Gambar 9.1 Grafik <i>Break Event Point</i> (BEP)	145
Gambar 10.1 <i>Reaktor Desulfur</i>	147
Gambar 10.2 <i>Compressor</i>	156
Gambar 10.3 <i>Condensor-1</i>	161
Gambar 10.4 <i>Storage Tank Metanol</i>	169
Gambar 10.5 <i>Distilasi</i>	215

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Neraca Massa	L-A1
Lampiran B Neraca Energi	L-B1
Lampiran C Spesifikasi Peralatan	L-C1
Lampiran D Analisa Ekonomi	L-D1