

SKRIPSI

**PRARANCANGAN PABRIK METANOL DARI CO₂ DAN H₂
DENGAN METODE *INCREASE THE EFFICIENCY OF
PRODUCTION AND PURIFICATION INSTALATION OF
METHANOL KAPASITAS 300.000 TON/TAHUN***



Nur 'Aisyah

(1810017411027)

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

UNIVERSITAS BUNG HATTA

JULI 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 CO₂ DAN H₂ DENGAN
METODE *INCREASE THE EFFICIENCY OF PRODUCTION AND
PURIFICATION INSTALATION OF METHANOL* KAPASITAS 300.000
TON/TAHUN

OLEH:

NUR AISYAH

1810017411027

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 : Nur 'Aisyah
NPM : 1810017411027
Tanggal Sidang : 27 Juli 2022

| Jabatan | Nama | Tanda Tangan |
|---------|---|--------------|
| Ketua | Prof. Dr. Eng. Reni Desmiarti, S.T., M.T. | |
| Anggota | 1. Ellyta Sari, S.T, M. T | |
| | 2. 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 CO₂ DAN H₂ DENGAN
METODE *INCREASE THE EFFICIENCY OF PRODUCTION AND
PURIFICATION INSTALATION OF METHANOL KAPASITAS 300.000
TON/TAHUN*

OLEH:

NUR AISYAH

1810017411027

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.

ABSTRAK

Metanol adalah senyawa kimia dengan rumus CH_3OH . Metanol menempati posisi penting di industri hilir karena digunakan menjadi bahan utama formaldehid, tekstil, plastik, asam asetat, farmasi, industri kayu lapis dan biodiesel. Pengolahan karbon dioksida dan hidrogen menjadi metanol memiliki nilai yang ekonomis yang sangat membantu perekonomian Indonesia. Pengembangan teknologi pengolahan metanol dari CO_2 dan H_2 Pengembangan teknologi pengolahan metanol dari CO_2 dan H_2 sudah ditemukan oleh penelitian sebelumnya (Grazia Leonzio et al., 2019, Harri Nieminen et al., 2019, J. Kotowicz et al., 2021). Grazia Leonzio (2019) menjelaskan proses pembuatan metanol yang dimulai dengan menaikkan tekanan CO_2 dan H_2 menggunakan kompresor dari 1 bar ke 78 bar. Reaksi pembentukan metanol terjadi di dalam Plug Flow Reactor (PFR). Reaksi terjadi pada temperatur 290°C . Produk yang dihasilkan dari reaktor dipisahkan dengan menggunakan Flash Vessel I dan Flash Vessel II untuk memisahkan CO_2 dan H_2 dari metanol dan air. Selanjutnya dilakukan proses pemisahan metanol dengan air menggunakan proses distilasi dengan temperatur 65°C . Harri Nieminen (2019) menemukan proses pembuatan metanol dengan menggunakan *multitubular reactor*. Pemisahan metanol dilakukan dengan proses destilasi pada suhu 65°C . Pengembangan proses pembuatan metanol oleh J. Kotowich (2021) dengan pemanfaatan energi aliran dan peningkatan efisiensi seluruh sistem menjadi 50%.

Kata Kunci : Prarancangan Pabrik Metanol dari CO_2 dan H_2

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 Proses19

2.3 Sifat Fisika dan Kimia25

2.4 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk.....30

BAB III TAHAPAN DAN DESKRIPSI PROSES25

3.1 Tahapan Proses26

3.2 Deskripsi Proses28

BAB IV NERACA MASSA DAN NERACA ENERGI30

4.1 Neraca Massa.....30

4.2 Neraca Energi34

BAB V UTILITAS.....43

5.1 Unit Penyediaan Listrik43

5.2 Unit Pengadaan Air47

5.3 Air Pendingin.....50

BAB VI SPESIFIKASI PERALATAN53

6.1 Spesifikasi Peralatan Utama53

6.2 Spesifikasi Peralatan Utilitas59

**BAB VII TATA LETAK DAN K3LH (KESELAMATAN, KESEHATAN
KERJA, DAN LINGKUNGAN HIDUP)69**

| | |
|--|------------|
| 7.1 Tata Letak Pabrik | 71 |
| 7.2 Kesehatan, Keselamatan Kerja, dan Lingkungan Hidup | 73 |
| BAB VIII ORGANISASI PERUSAHAAN..... | 83 |
| 8.1 Struktur Perusahaan..... | 83 |
| 8.2 Bentuk Organisasi | 85 |
| 8.3 Tugas dan Wewenang..... | 87 |
| 8.4 Jumlah Karyawan | 90 |
| 8.5 Sistem Kerja | 91 |
| 8.6 Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji | 93 |
| BAB IX ANALISA EKONOMI..... | 96 |
| 9.1 <i>Total Capital Investment (TCI)</i> | 97 |
| 9.2 Biaya Produksi (<i>Total Production Cost</i>) | 98 |
| 9.3 Harga Jual (<i>Total Sale</i>)..... | 98 |
| 9.4 Tinjauan Kelayakan Ekonomi | 99 |
| BAB X TUGAS KHUSUS | 100 |
| 10.1 Pendahuluan | 100 |
| 10.2 Rancangan Alat | 101 |
| BAB XI PENUTUP | 150 |
| 11.1 Kesimpulan..... | 150 |
| 12.2 Saran | 150 |
| DAFTAR PUSTAKA | |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 1.1 Daftar Pabrik Penghasil Metanol di Dunia | 2 |
| Tabel 1.2 Data Ketersediaan Karbon Dioksida di Indonesia | 3 |
| Tabel 1.3 Data Ketersediaan Hidrogen di Indonesia | 3 |
| Tabel 1.4 Kebutuhan Impor di Indonesia..... | 6 |
| Tabel 1.5 Kebutuhan Metanol di Dunia..... | 10 |
| Tabel 1.6 Analisa SWOT Subang,Jawa Barat | 12 |
| Tabel 2.1 Data Emisi Gas CO ₂ | 16 |
| Tabel 2.2 Perbandingan Proses pembuatan Metanol | 21 |
| Tabel 2.3 Sifat Fisika dan Kimia Karbon Dioksida | 6 |
| Tabel 2.4 Sifat Fisika dan Kimia Hidrogen | 25 |
| Tabel 2.5 Spesifikasi Bahan Baku | 26 |
| Tabel 2.6 Spesifikasi Produk..... | 26 |
| Tabel 4.1 Neraca Massa Metanol Reaktor (R-2041) | 27 |
| Tabel 4.2 Neraca Massa Flush Drum (FD-3071)..... | 27 |
| Tabel 4.3 Neraca Massa Flush Drum (FD-3072)..... | 28 |
| Tabel 4.4 Neraca Massa Distilasi (DC-3102) | 29 |
| Tabel 4.5 Neraca Massa Flush Drum (FD-3073)..... | 29 |
| Tabel 4.6 Neraca Energi Kompresor (JC-1011)..... | 30 |
| Tabel 4.7 Neraca Energi Kompresor (JC-1022)..... | 30 |
| Tabel 4.8 Neraca Energi Heater (E-1041)..... | 40 |
| Tabel 4.9 Neraca Energi Metanol Reaktor (R-2041) | 41 |
| Tabel 4.10 Neraca Energi Cooler (C-3062) | 42 |
| Tabel 4.11 Neraca Energi Heater (E-3094)..... | 43 |
| Tabel 4.12 Neraca Energi Destilasi (D-3101)..... | 44 |
| Tabel 4.13 Neraca Energi Reboiler (R-3121) | 45 |
| Tabel 4.7 Neraca Energi Condensor (C-3135)..... | 46 |
| Tabel 4.15 Neraca Energi Cooler (C-3115)..... | 46 |
| Tabel 5.1 Parameter Fisik dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan | 57 |
| Tabel 5.2 Parameter Biologi Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan | 58 |
| Tabel 5.3 Parameter Kimia dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan | 58 |

| | |
|--|-----|
| Tabel 5.4 Karakteristik Sungai Cidahu..... | 65 |
| Tabel 5.5 Persyaratan Air Proses | 67 |
| Tabel 5.6 Jenis-jenis Resin..... | 68 |
| Tabel 6.3 Spesifikasi <i>Reaktor</i> | 69 |
| Tabel 6.4 Spesifikasi Heater (D-3131)..... | 70 |
| Tabel 6.5 Spesifikasi <i>Flush Drum</i> (R-3033)..... | 71 |
| Tabel 6.6 Spesifikasi Pompa (P-2061)..... | 72 |
| Tabel 6.7 Spesifikasi Tangki Metanol(R-1031)..... | 73 |
| Tabel 6.8 Spesifikasi Pompa (P-4101)..... | 82 |
| Tabel 6.9 Spesifikasi Bak Penampung Air Sungai (BP-4201) | 83 |
| Tabel 6.10 Spesifikasi Tangki Pelarutan Alum (TP-4303)..... | 84 |
| Tabel 6.11 Spesifikasi Tangki Pelarutan Kapur Tohor (TP-4302) | 85 |
| Tabel 6.12 Spesifikasi Tangki Pelarutan Kaporit (TP-4301)..... | 86 |
| Tabel 6.13 Spesifikasi Unit Pengolahan <i>Raw Water</i> (BR-4401) | 87 |
| Tabel 6.14 Spesifikasi Bak Pencampur (BR-4401 a)..... | 88 |
| Tabel 6.15 Spesifikasi Bak Pembentukan Flok (BR-4401 b) | 89 |
| Tabel 6.16 Spesifikasi Bak Sedimentasi (BR-4401 c) | 90 |
| Tabel 6.17 Spesifikasi Bak Penampung Berpelampung (BR-4401 d)..... | 91 |
| Tabel 6.18 Spesifikasi <i>Sand Filter</i> (SF-4501)..... | 92 |
| Tabel 6.19 Spesifikasi Bak Penampung Air Bersih (BP-4202) | 93 |
| Tabel 6.20 Spesifikasi <i>Softener Tank</i> (RO-4601) | 94 |
| Tabel 6.21 Spesifikasi Tangki Air Demin (TD-4701) | 95 |
| Tabel 6.22 Spesifikasi <i>Cooling Tower</i> (CT-4801)..... | 96 |
| Tabel 7.1 Perincian Luas Lahan Pabrik Metanol dari Karbon Dioksida dan Hidrogen | 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 Kebutuhan Metanol di Indonesia | 4 |
| Gambar 1.2 Suka Sari , Kec. Cidahu. Kab, Subang Jawa Barat | 5 |
| Gambar 1.3 Jln. Lintas Desa, Tj Palas kota Dumai, | 8 |
| Gambar 1.4 Pare-pare, Sulawes Selatan | 11 |
| Gambar 2.1 Struktur Metanol | 15 |
| Gambar 2.2 <i>Metanol Production by CO₂ hydrogenation Analysis and Simulation of Reactor Performance</i> | 17 |
| Gambar 2.3 Gas-Phase CO ₂ Hydrogenation | 18 |
| Gambar 2.5 <i>Increase the efficiency of Production and purification instalasi of methanol</i> | |
| Gambar 3.1 Blok Diagram Pembuatan Metanol..... | 26 |
| Gambar 3.2 <i>Flowsheet</i> Pembuatan Metanol | 27 |
| Gambar 5.1 Blok Diagram Proses Pengolahan Air Sanitasi | 45 |
| Gambar 5.2 <i>Flowsheet</i> Proses Pengolahan Air | 46 |
| Gambar 7.1 Tata Letak Lingkungan Pabrik Metanol..... | 72 |
| Gambar 7.3 <i>Safety Helmet</i> | 77 |
| Gambar 7.4 <i>Safety Belt</i> | 77 |
| Gambar 7.5 <i>Boot</i> | 78 |
| Gambar 7.6 <i>Safety Shoes</i> | 79 |
| Gambar 7.7 <i>Safety Gloves</i> | 80 |
| Gambar 7.8 <i>Ear Plug</i> | 80 |
| Gambar 7.9 <i>Safety Glasses</i> | 80 |
| Gambar 7.10 <i>Respirator</i> | 81 |
| Gambar 8.1 Struktur Organisasi Perusahaan | 85 |
| Gambar 9.1 Kurva BEP..... | 99 |

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 |