

SKRIPSI

**PRARANCANGAN PABRIK DIMETHYL ETHER DARI
DEHIDRASI METANOL DENGAN KAPASITAS PRODUKSI
50.000 TON/TAHUN**



TRI SANDI RAMADHAN

1610017411039

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

UNIVERSITAS BUNG HATTA

MARET 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 Dimetil Eter dari Metanol Dengan Kapasitas 50.000 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. Maria Ulfah, ST., MT., selaku Pembimbing I dan Bapak Ellyta Sari, 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 Mama serta kedua Ibu dan Ayah yang selalu memberikan dukungan moral dan material kepada penulis.
6. Partner tugas akhir yaitu Edfhan Pendow, 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 IX 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, Maret 2021

Penulis

DAFTAR ISI

| | |
|---|------------|
| KATA PENGANTAR..... | i |
| DAFTAR ISI..... | iv |
| DAFTAR TABEL..... | ix |
| DAFTAR GAMBAR | xiv |
| BAB I PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1.... Latar Belakang Pendirian Pabrik..... | 1 |
| 1.2.... Kapasitas Rancangan..... | 2 |
| 1.2.1 Kebutuhan Dimetil Eter di Indonesia..... | 2 |
| 1.2.2 Ketersediaan Bahan Baku..... | 3 |
| 1.3.... Lokasi Pabrik..... | 3 |
| 1.3.1.....Alternatif Lokasi I (Kota Bontang)..... | 3 |
| 1.3.2.....Alternatif Lokasi II (Kabupaten Kutai Timur)..... | 4 |
| BAB II. TINJAUAN PUSTAKA..... | 10 |
| 2.1.... Tinjauan Umum..... | 10 |
| 2.1.1.....Metanol..... | 10 |
| 2.1.2.....Dimetil Eter..... | 11 |
| 2.1.3.....Silika Alumina..... | 12 |
| 2.2.... Tinjauan Proses..... | 13 |
| 2.3.... Sifat Fisika dan Kimia..... | 15 |
| 2.4.... Spesifikasi Bahan Baku dan Produk..... | 17 |
| BAB III. DESKRIPSI PROSES..... | 18 |
| 3.1.... Tahapan Proses dan Blok Diagram..... | 18 |
| 3.1.1.....Tahapan Proses..... | 18 |

| | |
|---|-----------|
| 3.1.2.....Blok Diagram..... | 19 |
| 3.2.... Deskripsi Proses dan <i>Flow Sheet</i> | 20 |
| 3.2.1.....Deskripsi Proses..... | 20 |
| 3.2.1.1 Tahap Persiapan Bahan Baku..... | 20 |
| 3.2.1.2 Tahap Pembentukan DME..... | 20 |
| 3.2.1.3 Tahap Pemurnian..... | 20 |
| 3.3.... Flowsheet Proses Pembuatan Dimetil Eter dari Metanol..... | 21 |
| BAB IV. NERACA MASSA DAN ENERGI..... | 23 |
| 4.1.... Neraca Massa..... | 23 |
| 4.1.1.....Fixed Bed Multitube Reactor (R-2401)..... | 24 |
| 4.1.2.....Distilasi I (MD-3601)..... | 24 |
| 4.1.3.....Distilasi II (MD-3602)..... | 25 |
| 4.2.... Neraca Energi..... | 26 |
| 4.2.1..... <i>Vaporizer</i> (V-1301)..... | 26 |
| 4.2.2.....Reaktor (R-2401)..... | 27 |
| 4.2.3..... <i>Condensor</i> (CD-3501)..... | 28 |
| 4.2.4.....Menara Distilasi I (MD-3601)..... | 28 |
| 4.2.5.....Condensor 2 (CD-3502)..... | 29 |
| 4.2.6..... <i>Reboiler</i> (RB-3801)..... | 30 |
| 4.2.7..... <i>Heater</i> (HE-31201)..... | 31 |
| 4.2.8.....Menara <i>Distilasi 2</i> (MD-3602)..... | 31 |
| 4.2.9..... <i>Condensor 3</i> (CD-3503)..... | 32 |
| 4.2.10..... <i>Reboiler II</i> (RB-3802)..... | 33 |
| 4.2.11....Cooler 1 (CO-31101)..... | 34 |
| 4.2.12....Cooler 2 (CO-31102)..... | 34 |
| BAB V. UTILITAS..... | 36 |
| 5.1.... Unit Penyediaan Listrik..... | 36 |
| 5.2.... Unit Pengadaan Air..... | 37 |

| | |
|---|-----------|
| 5.2.1..... Air Sanitasi..... | 38 |
| 5.2.2..... Air Umpan <i>Boiler</i> | 42 |
| 5.2.3..... Air Pendingin..... | 46 |
| 5.3.... Unit Pembangkit <i>Steam</i> | 47 |
| 5.3.1..... <i>Daerator</i> | 47 |
| 5.3.2..... <i>Boiler</i> | 48 |
| BAB VI. SPESIFIKASI PERALATAN..... | 49 |
| 6.1.... Spesifikasi Peralatan Utama..... | 49 |
| 6.1.1..... <i>Storage Tank Metanol</i> | 49 |
| 6.1.2..... <i>Pompa sentrifugal</i> | 50 |
| 6.1.3..... <i>Vaporizer</i> | 51 |
| 6.1.4..... <i>Compresor</i> | 51 |
| 6.1.5..... <i>Reaktor Dehidrasi Metanol</i> | 52 |
| 6.1.6..... <i>Expander Valve</i> | 53 |
| 6.1.7..... <i>Condensor</i> | 53 |
| 6.1.8..... <i>Menara Distilasi</i> | 54 |
| 6.1.9..... <i>Accumulator</i> | 55 |
| 6.1.10... <i>Reboiler</i> | 56 |
| 6.1.11... <i>Heater</i> | 57 |
| 6.1.12... <i>Cooler</i> | 58 |
| 6.1.13... <i>Storage Tank DME</i> | 58 |
| 6.1.14... <i>Bak Penampung</i> | 59 |
| 6.2.... Spesifikasi Peralatan Utilitas..... | 60 |
| 6.2.1..... Pompa Air Pengolahan Air..... | 60 |
| 6.2.2..... <i>Screening</i> | 61 |
| 6.2.3..... Bak Pengendapan Awal | 61 |
| 6.2.4..... Tangki Pelarutan PAC..... | 62 |
| 6.2.5..... Tangki Pelaruan Kapur Tohor..... | 62 |
| 6.2.6..... Tangki Pelarutan Kaporit..... | 63 |

| | |
|---|-----------|
| 6.2.7..... Tangki Koagulasi..... | 64 |
| 6.2.8..... Tangki Flokulasi..... | 64 |
| 6.2.9..... Tangki Sedimentasi..... | 65 |
| 6.2.10... <i>Sand Filter</i> | 66 |
| 6.2.11... <i>Carbon Filter</i> | 66 |
| 6.2.12... Bak Penampung Air Bersih..... | 67 |
| 6.2.13... <i>Mix Bed Ion Exchange</i> | 67 |
| 6.2.14... Tangki Air Demin..... | 68 |
| 6.2.15... <i>Cooling Tower</i> | 68 |
| 6.2.16... <i>Daerator</i> | 69 |
| 6.2.17... <i>Boiler</i> | 69 |
| | |
| BAB VII. TATA LETAK PABRIK DAN K3LH (KESEHATAN, KESELAMATAN KERJA DAN LINGKUNGAN HIDUP)..... | 72 |
| 7.1.... Tata Letak Pabrik..... | 72 |
| 7.2.... Kesehatan, Keselamatan Kerja dan Lingkungan Hidup..... | 75 |
| 7.2.1.... Keselamatan Kerja..... | 75 |
| 7.2.2.... Sebab-Sebab Terjadinya Kecelakaan..... | 76 |
| 7.2.3.... Peningkatan Usaha Keselamatan Kerja..... | 77 |
| 7.2.4.... Jenis-Jenis dan Tindakan Untuk Menghindari atau Mengurangi Kecelakaan Kerja..... | 78 |
| 7.2.5.... Daftar Peraturan Pemerintah tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja | 79 |
| 7.2.6.... Alat Pelindung Diri (APD)..... | 80 |
| 7.2.6.1 Safety Helmet..... | 81 |
| | |
| BAB VIII. ORGANISASI PERUSAHAAN..... | 85 |
| 8.1.... Struktur Organisasi..... | 85 |
| 8.1.1.... Bentuk Organisasi..... | 85 |
| 8.1.2.... Tugas dan Wewenang..... | 88 |

| | |
|--|------------|
| 8.1.3.....Jumlah Karyawan..... | 92 |
| 8.1.4..... Sistem Kerja..... | 94 |
| 8.2.... Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji..... | 94 |
| BAB IX. ANALISA EKONOMI..... | 97 |
| 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 Sales</i>)..... | 98 |
| 9.4.... Tinjauan Kelayakan Pabrik..... | 99 |
| 9.4.1.....Laba Kotor dan Laba Bersih..... | 99 |
| 9.4.2.....Laju Pengembalian Modal (<i>Rate of return</i>)..... | 99 |
| 9.4.3..... Waktu Pengembalian Modal (<i>Pay Out Time</i>)..... | 99 |
| 9.4.4..... Titik Impas (<i>Break Even Point</i>)..... | 99 |
| BAB X. TUGAS KHUSUS..... | 101 |
| 10.1.. Pendahuluan..... | 101 |
| 10.2.. Ruang Lingkup Rancangan..... | 101 |
| 10.3.. Rancangan..... | 102 |
| 10.3.1... <i>Vaporizer (V-1301)</i> | 102 |
| 10.3.2... <i>Reaktor Fixed Bed Multitube (R-1401)</i> | 112 |
| 10.3.3... <i>Centrifugal Pump 1 (CP-11001)</i> | 120 |
| 10.3.4... <i>Menara Distilasi 2 (MD-3602)</i> | 129 |
| BAB XI. KESIMPULAN DAN SARAN..... | 166 |
| 11.1.. Kesimpulan..... | 166 |
| 11.2.. Saran..... | 167 |

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 1.1 Kurva Jumlah LPG Indonesia..... | 2 |
| Gambar 1.2 Lokasi Alternatif..... | 5 |
| Gambar 2.1 Struktur Kimia Metanol..... | 10 |
| Gambar 2.2 Struktur Kimia Dimetil Eter..... | 11 |
| Gambar 2.3 Silika Alumina..... | 12 |
| Gambar 2.4 Proses pembentukan DME dengan proses <i>direct synthesis</i> | 14 |
| Gambar 3.1 Diagram Alir Proses Pembuatan Dimetil Eter dari Metanol..... | 19 |
| Gambar 3.2 <i>Flowsheet</i> Pembuatan Dimetil Eter dari Metanol..... | 21 |
| Gambar 5.1 Blok Diagram Proses Pengolahan Air Sanitasi..... | 39 |
| Gambar 5.2 Lapisan Kerak Pada Pipa..... | 43 |
| Gambar 5.3 Blok Diagram Proses Pengolahan Air Proses..... | 44 |
| Gambar 5.4 Proses Daerasi Di <i>Daerator</i> | 49 |
| Gambar 7.1 Tata Letak Lingkungan Pabrik <i>Dimethyl ether</i> dari <i>Methanol</i> | 74 |
| Gambar 7.2 Tata letak peralatan pabrik <i>Dimethyl ether</i> dari <i>Methanol</i> | 75 |
| Gambar 7.3 <i>Safety Helmet</i> | 83 |
| Gambar 7.4 <i>Safety Belt</i> | 83 |
| Gambar 7.5 <i>Boot</i> | 82 |
| Gambar 7.6 <i>Safety Shoes</i> | 82 |
| Gambar 7.7 <i>Safety Gloves</i> | 82 |
| Gambar 7.8 <i>Ear Plug</i> | 83 |

| | |
|--|-----|
| Gambar 7.9 <i>Safety Glasses</i> | 83 |
| Gambar 7.10 <i>Respirator</i> | 84 |
| Gambar 7.11 <i>Face Shield</i> | 84 |
| Gambar 7.12 <i>Rain Coat</i> | 84 |
| Gambar 8.1 Struktur Organisasi Perusahaan..... | 87 |
| Gambar 9.1 Grafik <i>Break Event Point</i> (BEP)..... | 100 |
| Gambar 10.1 <i>Vaporizer</i> | 102 |
| Gambar 10.2 <i>Fixed Bed Reactor</i> | 112 |
| Gambar 10.3 Pompa (CP-11001)..... | 121 |
| Gambar 10.4 Menara Distilasi..... | 129 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 1.1 Data Impor LPG di Indonesia..... | 2 |
| Tabel 1.2 Analisa SWOT Kota Bontang dan Kabupaten Kutai Timur..... | 6 |
| Tabel 1.3 Analisis Lokasi Pabrik <i>Dimetil Eter</i> | 9 |
| Tabel 2.1 Perbandingan Proses Pembuatan DME..... | 14 |
| Tabel 2.2 Spesifikasi Metanol..... | 17 |
| Tabel 2.3 Spesifikasi Dimetil Eter..... | 17 |
| Tabel 4.1 Neraca Massa Reaktor Fixed Bed Multitube (R-1201) | 24 |
| Tabel 4.2 Neraca Massa Distilasi I (MD-3601)..... | 25 |
| Tabel 4.3 Neraca Massa Distilasi II (MD-2302)..... | 26 |
| Tabel 4.4 Neraca Energi Vaporizer (V-1301)..... | 27 |
| Tabel 4.5 Neraca Energi Reaktor (R-1201)..... | 27 |
| Tabel 4.6 Neraca Energi Condensor (CD-3501)..... | 28 |
| Tabel 4.7 Neraca Energi Distilasi I (MD-3601)..... | 29 |
| Tabel 4.8 Neraca Energi Condensor 2 (CD-3502)..... | 30 |
| Tabel 4.9 Neraca Energi Reboiler 1 (RB-3801)..... | 30 |
| Tabel 4.10 Neraca Energi Heater (HE-31201)..... | 31 |
| Tabel 4.11 Neraca Energi Distilasi I (MD-3602)..... | 32 |
| Tabel 4.12 Neraca Energi Condensor 3 (CD-3503)..... | 33 |
| Tabel 4.13 Neraca Energi Reboiler 2 (RB-3802)..... | 33 |
| Tabel 4.14 Neraca Energi Cooler (CO-31101)..... | 34 |

| | |
|--|----|
| Tabel 4.15 Neraca Energi Cooler 2 (CO-31102) | 35 |
| Tabel 5.1 Kebutuhan Listrik..... | 37 |
| Tabel 5.2 Kualitas Air Sungai Bontang..... | 38 |
| Tabel 5.3 Syarat Air Sanitasi..... | 39 |
| Tabel 5.4 Media dalam <i>sand filter</i> | 41 |
| Tabel 5.5 Kebutuhan Air Sanitasi..... | 42 |
| Tabel 5.6 Kebutuhan Air Umpan Boiler..... | 42 |
| Tabel 5.7 Persyaratan Air Umpan Boiler..... | 42 |
| Tabel 5.8 Kehilangan Efisiensi Termal Akibat Lapisan Kerak pada Boiler..... | 44 |
| Tabel 5.9 Spesifikasi Resin Kation dan Anion..... | 44 |
| Tabel 5.10 Kebutuhan Air Pendingin..... | 47 |
| Tabel 5.11 Kebutuhan <i>Steam</i> | 48 |
| Tabel 6.1 Spesifikasi <i>Storage Tank Metanol</i> | 49 |
| Tabel 6.2 Spesifikasi <i>Pompa</i> | 50 |
| Tabel 6.3 Spesifikasi Seluruh Pompa Sentrifugal Pada Peralatan Proses..... | 50 |
| Tabel 6.4 Spesifikasi <i>Vaporizer</i> | 51 |
| Tabel 6.5 Spesifikasi <i>Compressor</i> | 51 |
| Tabel 6.6 Spesifikasi <i>Reaktor Dehidrasi Metanol</i> | 52 |
| Tabel 6.7 Spesifikasi <i>Expander Valve</i> | 53 |
| Tabel 6.8 Spesifikasi Seluruh <i>Expander</i> Pada Peralatan Proses..... | 53 |
| Tabel 6.9 Spesifikasi <i>Condensor</i> | 53 |
| Tabel 6.10 Spesifikasi Seluruh <i>Condensor</i> Pada Peralatan Proses..... | 54 |

| | |
|--|----|
| Tabel 6.11 Spesifikasi <i>Distilasi</i> | 54 |
| Tabel 6.12 Spesifikasi Seluruh <i>Menara Distilasi</i> Pada Peralatan Proses..... | 55 |
| Tabel 6.13 Spesifikasi <i>Accumulator</i> | 55 |
| Tabel 6.14 Spesifikasi Seluruh <i>Accumulator</i> Pada Peralatan Proses..... | 56 |
| Tabel 6.15 Spesifikasi <i>Reboiler</i> | 56 |
| Tabel 6.16 Spesifikasi Seluruh <i>Reboiler</i> Pada Peralatan Proses..... | 57 |
| Tabel 6.17 Spesifikasi <i>Heater</i> | 57 |
| Tabel 6.18 Spesifikasi <i>Cooler</i> | 58 |
| Tabel 6.19 Spesifikasi Seluruh <i>Cooler</i> Pada Peralatan Proses..... | 58 |
| Tabel 6.20 Spesifikasi <i>Storage Tank DME</i> | 58 |
| Tabel 6.21 Spesifikasi Bak Penampung..... | 59 |
| Tabel 6.22 Spesifikasi Seluruh Pompa Sentrifugal Pada Alat Pengolahan Air.... | 60 |
| Tabel 6.23 Spesifikasi <i>Screening</i> | 61 |
| Tabel 6.24 Spesifikasi Bak Pengendap Awal..... | 61 |
| Tabel 6.25 Spesifikasi Tangki Pelarutan PAC..... | 62 |
| Tabel 6.26 Spesifikasi Tangki Pelarutan Kapur Tohor..... | 62 |
| Tabel 6.27 Spesifikasi Tangki Pelarutan Kaporit..... | 63 |
| Tabel 6.28 Spesifikasi Tangki Koagulasi..... | 64 |
| Tabel 6.29 Spesifikasi Flokulasi..... | 64 |
| Tabel 6.30 Spesifikasi Tangki Sedimentasi..... | 65 |
| Tabel 6.31 Spesifikasi <i>Sand Filter</i> | 66 |
| Tabel 6.32 Spesifikasi <i>Carbon Filter</i> | 66 |

| | |
|---|----|
| Tabel 6.33 Spesifikasi Bak Penampung Air Bersih..... | 67 |
| Tabel 6.34 Spesifikasi <i>Mix Bed Ion Exchange</i> | 67 |
| Tabel 6.35 Spesifikasi Tangki Air Demin..... | 68 |
| Tabel 6.36 Spesifikasi <i>Cooling Tower</i> | 68 |
| Tabel 6.37 Spesifikasi <i>Daerator</i> | 69 |
| Tabel 6.38 Spesifikasi <i>Boiler</i> | 69 |
| Tabel 8.1 Karyawan <i>Non Shift</i> | 92 |
| Tabel 8.2 Karyawan <i>Shift</i> | 93 |
| Tabel 8.3 Waktu Kerja Karyawan <i>Non Shift</i> | 94 |