

**PABRIK METHANOL DARI BATUBARA DENGAN PROSES
GASIFIKASI**

KAPASITAS 80.000 TON / TAHUN

PRA RENCANA PABRIK



DISUSUN OLEH :

DWI DARMAWAN WAHYUDI

18031010079

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"

JAWA TIMUR

2022

**PABRIK METHANOL DARI BATUBARA DENGAN PROSES
GASIFIKASI
KAPASITAS 80.000 TON / TAHUN**

PRA RENCANA PABRIK

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Kimia



DISUSUN OLEH :

DWI DARMAWAN WAHYUDI

18031010079

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK**

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"

JAWA TIMUR

2022



Pra Rencana Pabrik
"Pabrik Methanol dari Batubara dengan Proses Gasifikasi
Kapasitas 80.000 ton / tahun"

LEMBAR PENGESAHAN
PRA RENCANA PABRIK

"PRA RENCANA PABRIK METHANOL DARI BATUBARA
DENGAN PROSES GASIFIKASI"

Disusun Oleh :

DWI DARMAWAN WAHYUDI

18031010079

Telah Dipertahankan dan Diterima Dihadapan oleh Tim Penguji

Pada Tanggal 09 September 2022

Tim Penguji :

1.

Ir. Kindriari Nurma Wahyusi, MT
NIP. 19600228 198803 2 001

2.

Ir. Suprihatin, MT
NIP. 19630508 199203 2 001

3.

Erwan Adi Saputro, ST, MT, Ph.D
NIP. 19800410 200501 1 001

Pembimbing

Ir. Retno Dewati, MT
19600112 198703 2 001

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

Dr. Dra. Jariyah, MP

NIP. 19650403 199103 2 001



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK**

Jl. Raya Rungkut Madya Gunung Anyar Surabaya 60294 Telp. (031) 872179 Fax. (031) 872257

KETERANGAN REVISI

Mahasiswa di bawah ini :

Nama : Dwi Darmawan Wahyudi
NPM : 18031010079
Program Studi : Teknik Kimia / ~~Teknik Industri~~ / ~~Teknologi Pangan~~ /
~~Teknik Lingkungan~~ / ~~Teknik Sipil~~

Telah mengerjakan revisi / ~~tidak ada revisi~~ *) PRA RENCANA (DESAIN) / ~~SKRIPSI~~ / TUGAS AKHIR
Ujian Lisan Periode I, TA 2022 / 2023.

Dengan judul : PRA RENCANA PABRIK METHANOL DARI BATUBARA DENGAN PROSES
GASIFIKASI

Dosen Penguji yang memerintahkan revisi

1. Ir. Kindriari Nurma Wahyusi, MT

2. Ir. Suprihatin, MT

3. Erwan Adi Saputro, ST, MT, Ph.D

Surabaya, 09 September 2022

Menyetujui,

Dosen Pembimbing

Ir. Retno Dewati, MT
19600112 198703 2 001

Catatan: *) coret yang tidak perlu



KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta hidayah-Nya sehingga tugas akhir Pra Rencana Pabrik dengan judul “Pabrik Methanol dari Batubara dengan Proses Gasifikasi” ini bisa diselesaikan dengan baik. Tugas akhir pra rencana pabrik ini merupakan salah satu hal yang menjadi syarat untuk mendapatkan gelar sarjana strata 1 Teknik Kimia UPN “Veteran” Jawa Timur.

Tugas Akhir ini menjelaskan tentang pra rencana dalam pembuatan Pabrik Methanol dari Batubara dengan Proses Gasifikasi mulai dari perhitungan bahan baku dan produk, perancangan alat, instrumentasi dan keselamatan kerja, struktur organisasi, kebutuhan utilitas, tata letak dan denah lokasi rencana pabrik dan analisis ekonomi untuk investasi pabrik. Tugas akhir ini disusun berdasarkan pada beberapa sumber yang berasal dari literatur, data – data, jurnal kimia, paten, dan internet.

Dengan selesainya Tugas Akhir ini, tidak lupa kami ucapkan terimakasih sebesar – besarnya kepada :

1. Ibu Dr. Dra. Jariyah, MP. selaku Dekan Fakultas Teknik UPN “Veteran” Jawa Timur.
2. Ibu Dr. Ir. Sintha Soraya Santi, MT., selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik UPN “Veteran” Jawa Timur.
3. Ibu Ir. Retno Dewati, MT., selaku dosen pembimbing tugas akhir yang senantiasa sabar membimbing dalam pelaksanaan dan penyusunan tugas akhir ini.
4. Bapak Ir. L. Urip Widodo, MT., selaku dosen pembimbing Penelitian yang senantiasa membimbing saya dalam penyelesaian Penelitian.
5. Bapak Ir. Ketut Sumada, MS., selaku dosen pembimbing PKL yang senantiasa membimbing saya dalam penyelesaian PKL.
6. Seluruh Civitas Akademik Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
7. Orang tua dan nenek yang selalu memberikan doa dan dukungan penuh dalam pembuatan tugas akhir ini.
8. Alifia Ain Nindya yang selalu membantu dan menemani untuk menyelesaikan tugas akhir ini.



Pra Rencana Pabrik
“Pabrik Methanol dari Batubara dengan Proses Gasifikasi
Kapasitas 80.000 ton / tahun”

9. Partner tugas akhir yaitu Yudhis yang melewati tahapan tugas akhir sejak awal hingga akhir.
10. Teman – teman teknik kimia UPN “Veteran” Jawa Timur angkatan 2018 yang selalu memberikan motivasi dan dukungan.
11. Semua pihak yang telah membantu, memberikan bantuan, saran serta dorongan dalam penyelesaian proposal pra rencana pabrik ini.

Kami menyadari dari tugas akhir pra rencana pabrik ini masih sangat jauh dari kata sempurna, maka dari itu segala kritik dan saran yang membangun kami harapkan dalam penyempurnaan tugas akhir ini. Sebagai akhir kata, penyusun mengharapkan semoga tugas akhir pra rencana pabrik ini dapat bermanfaat bagi kita semua khususnya bagi mahasiswa Fakultas Teknik Program Studi Teknik Kimia.

Surabaya, 23 Agustus 2022

Penyusun



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	
LEMBAR PENGESAHAN	
KATA PENGANTAR	
DAFTAR ISI	
DAFTAR GAMBAR	
DAFTAR TABEL	
BAB I PENDAHULUAN	I-1
BAB II SELEKSI DAN URAIAN PROSES	II-1
BAB III NERACA MASSA	III-1
BAB IV NERACA PANAS.....	IV-1
BAB V SPESIFIKASI ALAT	V-1
BAB VI INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA.....	VI-1
BAB VII UTILITAS	VII-1
BAB VIII LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK.....	VIII-1
BAB IX STRUKTUR ORGANISASI PERUSAHAAN.....	IX-1
BAB X ANALISA EKONOMI	X-1
BAB XI KESIMPULAN DAN SARAN	XI-1
DAFTAR PUSTAKA	XII-1
APPENDIX A.....	APPENDIX A-1
APPENDIX B	APPENDIX B-1
APPENDIX C	APPENDIX C-1
APPENDIX D.....	APPENDIX D-1



DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1 Data Impor Methanol di Indonesia	I-3
Gambar I.2 Lokasi Pabrik	I-11
Gambar II.1 Blok Diagram Pembuatan Methanol dengan Proses ICI.....	II-1
Gambar II.2 Blok Diagram Pembuatan Methanol dengan Proses Lurgi	II-2
Gambar II.3 Diagram Perbandingan Penggunaan Proses Sintesis Metanol di Dunia	II-3
Gambar VIII.1. Letak Lokasi Pabrik	VIII-3
Gambar VIII.2 Layout Pabrik	VIII-6
Gambar VIII.3 Layout Peralatan Pabrik	VIII-7
Gambar IX.1 Struktur Organisasi Perusahaan	IX-3
Gambar X.1 Grafik <i>Break Event Point</i>	X-16



DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Data Impor Methanol di Indonesia	I-2
Tabel 1.2 Data Produksi Batubara di Indonesia Tahun 2021	I-3
Tabel I.3 Sumberdaya dan Cadangan Batubara Low-Rank di Indonesia	I-4
Tabel I.4 Karakteristik Batubara PT. Bukit Asam Tipe BA-48.....	I-5
Tabel I.5 Metanol Grade AA Berdasarkan US Federal Grade Spesification O-M 232.....	I-5
Tabel II.1 Perbandingan Pembuatan Methanol Proses ICI dan Lurgi	II-2
Tabel VIII.1 Pembagian Luas Pabrik.....	VIII-4
Tabel IX.1 Jadwal Kerja Tiap Regu	IX-10
Tabel IX.2 Perincian Jumlah Tenaga Kerja dan Gaji	IX-11
Tabel X.1 Biaya Total Produksi.....	X-5
Tabel X.2 <i>Cash Flow</i>	X-7
Tabel X.3 <i>Internal Rate of Return</i>	X-14
Tabel X.4 <i>Payback Period</i>	X-11



INTISARI

Pabrik methanol dari batubara dengan proses gasifikasi kapasitas 80.000 ton / tahun akan didirikan di Keramasan Palembang Sumatera Selatan. Pabrik ini beroperasi 24 jam dalam sehari, 330 hari dalam setahun. Bahan baku yang digunakan yaitu batubara yang diperoleh dari PT. Bukit Asam. Bahan baku pembantu seperti gas oksigen dan hidrogen didapat dari PT. Medco Energy. Methanol banyak digunakan dalam industri formaldehid.

Uraian proses pembuatan methanol dengan proses gasifikasi. Proses awal gasifikasi dimana batubara tipe BA-48 jenis low-rank (kalori rendah) dari tempat penyimpanan batubara (F-111) diangkut menggunakan *belt conveyor* (J-112) menuju *ball mill* (C-120) untuk memperkecil ukuran batubara dari ukuran 50 mm menjadi 8 mesh (2,38 mm). Selanjtnya diangkut oleh *screw conveyor* (J-211) yang dilanjutkan dengan *bucket elevator* (J-212) dan diangkut oleh *screw conveyor* (J-213) untuk diumpankan ke dalam gasifier.

Setelah tahap *size reduction*, batubara dimasukkan kedalam *Gasifier* (R-220) yang berjenis *moving bed*. Gasifier ini berkerja pada kondisi temperatur 615 - 760 °C dan tekanan 24 - 35 atm. Pada gasifier terjadi berbagai macam reaksi yang dibagi menjadi tiga zona yaitu zona devolatilisasi, zona pembakaran, dan zona gasifikasi. Karbon hasil devolatilisasi mengalami reaksi pembakaran dengan O₂ yang berasal dari *Gas Storage O₂* (F-221) dialirkan menuju ke *compressor* (G-222) untuk menaikkan tekanan dari 1 menjadi 30 atm yang terlebih dahulu dipanaskan dalam *oxygen heater* (E-223) sehingga suhunya menjadi sekitar 100 °C ketika berkontak masuk gasifier. Karbon (*char*) yang tidak bereaksi pada zona gasifikasi dan semua ash turun sebagai slag di bagian bottom sedangkan syngas yang keluar dari gasifier dialirkan menggunakan *blower* (G-311) kemudian didinginkan terlebih dahulu di syngas *cooler I* (E-312) sehingga suhunya turun menjadi 350 °C.

Syngas yang dihasilkan oleh gasifier masih mengandung berbagai senyawa kimia yang berbahaya bagi katalis reaktor metanol apabila tidak dilakukan pre-treatment sebelum masuk ke reaktor methanol. Senyawa - senyawa yang dianggap mengganggu kinerja katalis adalah seperti sulfur yang terkandung di dalam senyawa H₂S sehingga harus dilakukan proses pemisahan terhadap H₂S. Unit pemisahan senyawa sulfur digunakan tangki sulfur adsorber (D-310 A/B) yang bekerja pada suhu 350 °C dengan bantuan adsorben ZnO. Diharapkan aliran syngas yang keluar dari tangki sulfur adsorber mengandung H₂S dengan kadar < 0.1 ppm. Apabila H₂S lebih dari 0.1 ppm maka kinerja dari katalis reaktor metanol akan terganggu. Syngas yang bebas dari kandungan sulfur dialirkan dan ditambahkan H₂ dari *Gas Storage H₂*



Pra Rencana Pabrik
“Pabrik Methanol dari Batubara dengan Proses Gasifikasi
Kapasitas 80.000 ton / tahun”

(F-414) yang diumpungkan menuju heat exchanger (E-415) untuk menaikkan suhu dari 30 menjadi 250 °C lalu menuju *compressor* (G-416) untuk menaikkan tekanan menjadi 100 atm.

Syngas keluar dari sulfur adsorber (D-310 A/B) dialirkan menggunakan *blower* (G-411) kemudian dikompresi dengan *compressor* (G-412) hingga 100 atm, lalu didinginkan di *syngas cooler 2* (E-413) hingga mencapai suhu 250 °C, selanjutnya *syngas* dimasukkan ke dalam reaktor metanol (R-410). Reaktor ini berupa *multi tube reaktor* menggunakan katalis berbasis tembaga, dimana pada umumnya digunakan katalis CuO/ZnO/Al₂O₃ dengan formula yang digunakan sebagai berikut : Copper Oxide 60 - 70%, Zinc Oxide 20 – 30%, dan Alumina 5 – 15 %. Pada umumnya katalis tersebut diproduksi dalam bentuk tablet. Selanjutnya produk yang keluar dari reaktor methanol dialirkan dengan *blower* (G-511) lalu melalui *expander* (G-512) untuk menurunkan tekanannya dari 100 menjadi 10 atm kemudian dikondensasi di *methanol condenser I* (E-513) hingga suhunya menjadi 40 °C. Hasilnya berupa fasa campuran liquid (methanol dan air) dan vapor (gas inert) sehingga perlu dipisahkan dengan *flash drum* (H-510) untuk memisahkan metanol dengan gas-gas inert. Kemudian aliran liquid keluaran flash drum yang kaya akan methanol dialirkan dengan *pump* (L-521).

Campuran methanol air kemudian dimurnikan dengan menggunakan kolom distilasi (D-520). Kolom distilasi bertujuan untuk memisahkan methanol dengan air. Kolom distilasi (D-520) menggunakan *sieve tray*. Kolom ini bekerja pada tekanan 1 atm dengan suhu 70°C pada kolom bagian atas dan 100°C dengan tekanan 1 atm pada bagian bawah kolom. Hasil atas berupa gas kemudian dikondensasi dengan *methanol condenser 2* (E-524) dialirkan menuju tangki penampung *reflux* (F-532) untuk menampung metanol yang terkondensasi di bagian atas, sebagian dikembalikan ke kolom distilasi (D-520) dengan menggunakan *pump* (L-533). Hasil bawah berupa air dengan kandungan metanol dididihkan kembali di *reboiler* (E-536) dimana uap yang terbentuk masuk kembali ke kolom distilasi (D-520). Methanol grade AA kemurnian sebesar 99,85 % yang telah dikondensasi sebagian dialirkan menuju tangki penyimpan (F-535) dengan menggunakan *pump* (L-534).

Ketentuan pendirian pabrik methanol yang telah direncanakan dapat disimpulkan sebagai berikut :

- a. Kapasitas : 80.000 ton / tahun
- b. Bentuk Perusahaan : Perseroan Terbatas (PT)
- c. Sistem Organisasi : Garis dan Staff
- d. Lokasi Pabrik : Keramasan Palembang, Sumatera Selatan



Pra Rencana Pabrik
“Pabrik Methanol dari Batubara dengan Proses Gasifikasi
Kapasitas 80.000 ton / tahun”

- e. Luas Tanah : 29.000 m²
- f. Sistem Operasi : Kontinyu
- g. Waktu Operasi : 330 hari / tahun, 24 jam / hari
- h. Jumlah Karyawan : 169 orang

Analisa Ekonomi

- a. Masa Konstruksi : 2 tahun
- b. Umur Pabrik : 10 tahun
- c. Modal Tetap (FCI) : Rp 486.332.092.515
- d. Working Capital Investment (WCI) : Rp 124.111.175.240
- e. Total Capital Investment (TCI) : Rp 610.443.267.755
- f. Bahan Baku (1 tahun) : Rp 323.491.601.291
- g. Biaya Utilitas (1 tahun) : Rp 155.938.618.621
- h. Total Production Cost (TPC) : Rp 744.667.051.442
- i. Bunga Bank : 8 % / tahun
- j. Return on Investment Before Tax : 20,44 %
- k. Return on Investment After Tax : 15,33 %
- l. Internal of Return (IRR) : 13,69 %
- m. Waktu Pengembalian Modal (PBP) : 4 tahun 0,3 bulan
- n. Break Event Point (BEP) : 33,03 %