

PRA RANCANGAN PABRIK
PABRIK METHANOL DARI HIDROGENASI KARBON DIOKSIDA DENGAN
PROSES ICI (IMPERIAL CHEMICAL INDUSTRIES)



DISUSUN OLEH :

NAZILA ALFI RAHMAH (21031010082)

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK & SAINS
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR
SURABAYA
2025

PRA RANCANGAN PABRIK

PABRIK METHANOL DARI HIDROGENASI KARBON DIOKSIDA
DENGAN PROSES ICI (IMPERIAL CHEMICAL INDUSTRIES)

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Program Studi Teknik Kimia



Disusun Oleh :

NAZILA ALFI RAHMAH

NPM. 21031010082

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"

JAWA TIMUR
SURABAYA
2025



Pra Rancangan Pabrik

"Pabrik Methanol dari Hydrogenasi Karbon Dioksida dengan Proses ICI (Imperial Chemical Industries)"



LEMBAR PENGESAHAN
PRA RANCANGAN PABRIK

"PABRIK METHANOL DARI HIDROGENASI KARBON DIOKSIDA

DENGAN PROSES ICI (IMPERIAL CHEMICAL INDUSTRIES)"

DISUSUN OLEH:
NAZILA ALFI RAHMAH

NPM. 21031010082

Telah dipertahankan dan diterima oleh Dosen Pembimbing dan Penguji
pada tanggal 27 November 2025

Dosen Penguji :

1.


Prof. Dr. Ir. Ni Ketut Sari, M.T.

NIP. 19650731 199203 2 001

1.


Prof. Dr. Ir. Srie Muljani, M.T.

NIP. 19611112 198903 2 001

2.


Dr. T. Ir. Susilowati, M.T.

NIP. 19621120 199103 2 001

3.


Nove Kartika Erliyanti, S.T, M.T.

NIP. 19861123 202421-2030

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur


MINISTERIUM PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS


Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P.

NIP. 19650403 199103 2 001

Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Teknik dan Sains

Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

i

Pra Rancangan Pabrik
"Pabrik Methanol dari Hydrogenasi Karbon Dioksida dengan Proses
ICI (Imperial Chemical Industries)"

LEMBAR PENGESAHAN
PRA RANCANGAN PABRIK

"PABRIK METHANOL DARI HIDROGENASI KARBON DIOKSIDA
DENGAN PROSES ICI (IMPERIAL CHEMICAL INDUSTRIES)"

DISUSUN OLEH :

NAZILA ALFI RAHMAH

NPM. 21031010082

Telah disetujui dan disahkan oleh Dosen Pembimbing

Pada Tanggal : 10 November 2025

Surabaya, 10 November 2025

Menyetujui,

Dosen Pembimbing

Prof.Dr.Ir. Srie Muljani, M.T.
NIP. 19611112 198903 2 001

Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur



KETERANGAN REVISI

Mahasiswa di bawah ini:

Nama : Nazila Alfi Rahmah
NPM : 21031010082
Program Studi : Teknik Kimia / Teknik Industri / Teknologi Pangan /
Teknik Lingkungan / Teknik Sipil

Telah mengerjakan revisi / ~~tidak ada revisi~~ *) PRA RANCANGAN PABRIK / SKRIPSI /
TUGAS AKHIR Ujian Lisan Periode November, TA. 2025/2026.

Dengan Judul : PABRIK METHANOL DARI HIDROGENASI KARBON DIOKSIDA
DENGAN PROSES ICI (IMPERIAL CHEMICAL INDUSTRIES)

Dosen Penguji yang memerintahkan revisi :

1. Prof. Dr. Ir. Ni Ketut Sari, M.T.
NIP. 19650731 199203 2 001

2. Dr. Ir Susilowati, M.T.
NIP. 19621120 199103 2 001

3. Nove Kartika Erliyanti, S.T., M.T.
NIP. 19861123 202421 2030

Surabaya, 26 November 2025

Menyetujui,

Dosen Pembimbing

Prof. Dr. Ir. Srie Muljani, M.T.
NIP. 19611112 198903 2 001

Catatan: *) coret yang tidak perlu



Pra Rencana Pabrik

“Pabrik Methanol dari Hidrogenasi Karbon Dioksida dengan Proses ICI (Imperial Chemical Industries)”

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Nazila Alfi Rahmah
NPM : 21031010082
Program : Sarjana (S1)
Program Studi : Teknik Kimia
Fakultas : Teknik dan Sains

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Tugas Akhir/Skripsi/Tesis/Disertasi* ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam dokumen ini dan disebutkan secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dan saya menyatakan bahwa dokumen ilmiah ini bebas dari unsur-unsur plagiasi. Apabila dikemudian hari ditemukan indikasi plagiat pada Skripsi/Tesis/Disertasi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun juga dan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 27 November 2025
Yang Membuat Pernyataan,



(Nazila Alfi Rahmah)
NPM. 21031010082

Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur



KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penyusun panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga terselesaikan penyusunan tugas akhir Pra Rancangan Pabrik dengan judul “Pabrik Methanol dari Hidrogenasi Karbon Dioksida dengan Proses ICI (Imperial Chemical Industries)”. Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Kimia pada Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur. Penyusunan tugas akhir Pra Rancangan Pabrik ini, tidak lepas dalam bimbingan, bantuan, dan dukungan dari berbagai pihak. Pada kesempatan kali ini penyusun mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P., selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Dr.Ir. Sintha Soraya Santi, M.T., selaku Koordinator Program Studi Teknik Kimia Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Prof. Dr. Ir. Srie Muljani, M.T. selaku dosen pembimbing Pra Rancangan Pabrik Program Studi Teknik Kimia Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur yang senantiasa memberikan bimbingan, ide, saran, dan masukan selama proses pengerjaan Pra Rancangan Pabrik.
4. Prof. Dr. Ir. Ni Ketut Sari, M.T., Dr. T. Ir Susilowati, M.T., dan Nove Kartika Erliyanti, S.T., M.T., selaku dosen penguji pada sidang komprehensif ini.
5. Kedua orang tua saya yang tercinta, Ayah Gunawan dan Mama Nurul Hidayati yang selalu memberikan doa, dukungan, kasih sayang, dukungan moral maupun materil serta kesabaran tanpa henti sejak awal perkuliahan hingga saya berhasil menyelesaikan studi dan meraih gelar sarjana ini.
6. Partner saya, Mohammad Rafli Alif Wahyudi, yang senantiasa mendampingi dan berjuang bersama sejak tahap riset hingga penyusunan tugas akhir. Dedikasi dan komitmennya dalam menjalani setiap proses, mulai dari pengumpulan data, penyusunan konsep, hingga penyelesaian, menjadi salah satu faktor yang memperkuat perjalanan akademik ini. Terima kasih atas



Pra Rencana Pabrik

“Pabrik Methanol dari Hidrogenasi Karbon Dioksida dengan Proses ICI (Imperial Chemical Industries)”

dukungan disegala kondisi dan bantuan serta kerja sama yang diberikan selama proses perjalanan penyusun menelesaikan skripsi ini.

7. Adik-adik saya, Aqila, Hafiy, dan Abidzar yang selalu memberikan semangat, perhatian, dan dukungan tanpa henti. Kehadiran mereka menjadi motivasi tambahan bagi penyusun untuk terus berjuang dan menyelesaikan tugas akhir ini dengan sebaik-baiknya.
8. Teman – teman Lyra, Aldo, Abiyu, Belinda, Riyan, Muthi, Bella dan Elma yang telah menemani, membantu dan memberikan dukungan yang tulus serta berjuang bersama penyusun dari awal semester hingga mendapatkan gelar sarjana ini.
9. Seluruh teman-teman lainnya yang telah memberikan dukungan, kebersamaan, serta keceriaan selama proses perkuliahan dan penyusunan tugas akhir. Terima kasih atas setiap bantuan, dukungan dan informasi yang diberikan selama proses penulisan laporan ini.

Penyusun menyadari akan kekurangan pada penyusunan tugas akhir Pra Rancangan Pabrik ini. Sehubungan dalam hal tersebut, penyusun mengharapkan saran dan kritiknya semua pihak guna menjadi bahan perbaikan dalam penyusunan tugas akhir Pra Rancangan Pabrik kedepannya. Semoga tugas akhir Pra Rancangan Pabrik ini memberikan manfaat kepada pembaca, khususnya bagi mahasiswa Teknik Kimia Fakultas Teknik dan Sains Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur, serta bagi pihak lain yang membutuhkan.

Surabaya, 27 November 2025

Penyusun



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
KETERANGAN REVISI.....	iii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL.....	ix
INTISARI.....	x
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.....	IX-1
BAB X ANALISA EKONOMI.....	X-1
BAB XI KESIMPULAN DAN SARAN	XI-1
DAFTAR PUSTAKA	DP-1
APPENDIX A NERACA MASSA	A-1
APPENDIX B NERACA PANAS	B-1
APPENDIX C SPESIFIKASI ALAT	C-1
APPENDIX D ANALISA EKONOMI	D-1



DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 Blok diagram proses hidrogenasi karbon dioksida.....	1
Gambar II. 2 Blok diagram steam reforming gas alam.....	3
Gambar II. 3 Blok diagram gasifikasi batu bara	5
Gambar II. 4 Diagram Alir Proses Lurgi.....	8
Gambar II. 5 Diagram Alir Proses ICI	9
Gambar II. 6 Diagram Alir Proses Haldor Topsoe	10
Gambar II. 7 Blok diagram Hidrogenasi karbon dioksida dengan proses imperial	14
Gambar VIII. 1 Lokasi Pabrik Methanol	9



DAFTAR TABEL

Tabel I. 1 Data Pertumbuhan Ekspor dan Impor Metanol di Indonesia Tahun 2020 – 2024.....	6
Tabel I. 2 Data Konsumsi Metanol di Indonesia Tahun 2020–2024	7
Tabel I. 3 Data pemasok eksternal karbon dioksida.....	10
Tabel I. 4 Produsen Hidrogen di Indonesia	10
Tabel I. 5 Spesifikasi CO ₂ PT Samator Indo Gas Tbk	12
Tabel I. 6 Spesifikasi Hidrogen dari PT. Air Liquide Indonesia Grade	13
Tabel I. 7 Komposisi air demineralisasi sesuai dengan syarat mutu	14
Tabel I. 8 Spesifikasi produk methanol grade AA	15
Tabel II. 1 Perbandingan Proses Produksi Methanol	12
Tabel IX. 1 Jadwal Kerja Karyawan Proses	8
Tabel VIII. 1 Target pemasaran Methanol.....	11
Tabel VIII. 2 Tingkat pendidikan di Kabupaten Bekasi.....	15
Tabel VIII. 3 Upah Minimum Kabupaten wilayah Kabupaten Bekasi	16
Tabel VIII. 4 Tabel transportasi penghubung pabrik methanol di Bekasi.....	17
Tabel VIII. 5 Pembagian Luas Pabrik	22



INTISARI

Pabrik Methanol dari Hidrogenasi Karbon Dioksida dengan Hidrogen menggunakan Proses ICI (Imperial Chemical Industries) berkapasitas 120.000 ton/tahun akan didirikan di Kawasan Industri Jababeka II, Cikarang, Kabupaten Bekasi, Jawa Barat. Pabrik ini direncanakan beroperasi selama 24 jam per hari dan 330 hari per tahun dengan bahan baku utama berupa karbon dioksida (CO_2) dan hidrogen (H_2). Methanol (CH_3OH) merupakan bahan kimia serbaguna yang digunakan secara luas dalam industri formaldehida, resin, perekat kayu, produksi biodiesel, pelarut kimia, bahan bakar alternatif, serta berbagai proses sintesis kimia lainnya. Selain itu, methanol juga berperan penting sebagai bahan baku dalam industri energi dan petrokimia karena sifatnya yang reaktif, mudah terurai, dan ramah lingkungan dibandingkan bahan bakar fosil. Meningkatnya kebutuhan methanol dalam negeri dan terbatasnya kapasitas produksi nasional menjadikan pendirian pabrik ini penting untuk memenuhi kebutuhan industri sekaligus mengurangi ketergantungan impor.

Proses produksi methanol dilakukan melalui reaksi hidrogenasi CO_2 pada fase gas menggunakan katalis $\text{Cu}/\text{ZnO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ dalam reactor fixed-bed multitube (R-210) pada kondisi operasi 230°C dan 77 bar. Sebelum memasuki reaktor, CO_2 cair dipanaskan dan diuapkan dalam vaporizer (V-112), kemudian dikompresi hingga tekanan 77 bar dan dipanaskan dalam heat exchanger (E-114). Hidrogen cair juga diuapkan dalam vaporizer (V-122), dinaikkan tekanannya dengan kompresor (G-123), dan dipanaskan hingga mencapai kondisi operasi. Produk reaksi berupa campuran methanol, air, CO_2 dan H_2 yang tidak bereaksi, serta sedikit CO dari reaksi samping, kemudian didinginkan melalui cooler (E-212) dan dipisahkan pada flash drum (H-310). Gas atas dialirkan kembali sebagai recycle, sedangkan cairan bawah diteruskan ke stripper (D-320) untuk memisahkan CO_2 tersisa. Campuran methanol-air hasil bawah stripper selanjutnya dimurnikan dalam kolom distilasi (D-330) sehingga diperoleh methanol dengan kemurnian $>99\%$. Produk akhir kemudian ditampung dalam tangki penyimpanan, sedangkan air hasil bawah distilasi dialirkan ke unit pengolahan limbah. Melalui rangkaian proses ini



Pra Rencana Pabrik

“Pabrik Methanol dari Hidrogenasi Karbon Dioksida dengan Proses ICI (Imperial Chemical Industries)”

dihasilkan methanol berkualitas tinggi (grade AA) yang dapat dimanfaatkan secara luas di berbagai sektor industri.

Ketentuan pendirian Pabrik Methanol yang telah direncanakan dapat disimpulkan sebagai berikut :

- a. Kapasitas Produksi : 120.000 Ton/Tahun
- b. Bentuk Organisasi : Perseroan Terbatas (PT)
- c. Sistem Organisasi : Garis dan Staf
- d. Lokasi Pabrik : Kawasan Industri Jababeka II, Kecamatan Cikarang Selatan, Kabupaten Bekasi, Jawa Barat
- e. Luas Tanah : 14.384 m²
- f. Sistem Operasi : Kontinyu
- g. Waktu Operasi : 330 hari/tahun, 24 jam/hari
- h. Jumlah Karyawan : 220 orang

Analisa Ekonomi

- a. Masa Konstruksi : 2 Tahun
- b. Umur Alat : 10 Tahun
- c. Fixed Capital Invesment (FCI) : Rp 613.359.907.186
- d. Work Capital Invesment (WCI) : Rp 253.830.139.096
- e. Total Capital Invesment (TCI) : Rp 867.190.046.282
- f. Biaya Bahan Baku (1 tahun) : Rp 731.195.156.128
- g. Biaya utilitas (1 tahun) : Rp 61.868.882.844
- h. Biaya Produksi Total : Rp 1.522.980.834.575
- i. Hasil Penjualan Produk : Rp 1.792.368.000.000
- j. Bunga Bank : 8%
- k. ROI Sebelum Pajak : 26,14 %
- l. ROI Sesudah Pajak : 20,39 %
- m. Payback Period : 3 Tahun 8 Bulan
- n. IRR : 15,85 %
- o. BEP : 31,68 %