

PRA RANCANGAN PABRIK

**DIETIL KARBONAT DARI KARBON DIOKSIDA, PROPILLEN OKSIDA,
DAN ETANOL DENGAN PROSES SINTESIS SATU TAHAP**



DISUSUN OLEH:

RANDI RAGIL PAMBUDI

21031010101

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA

FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR

SURABAYA

2025

PRA RANCANGAN PABRIK

**DIETIL KARBONAT DARI KARBON DIOKSIDA, PROPILLEN OKSIDA,
DAN ETANOL DENGAN PROSES SINTESIS SATU TAHAP**

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



DISUSUN OLEH:

RANDI RAGIL PAMBUDI

21031010101

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
SURABAYA**

2025



Pra Rancangan Pabrik
Diethyl Karbonat dari Karbon Dioksida, Propilen Oksida, dan Etanol dengan
Proses Sintesis Satu Tahap

LEMBAR PENGESAHAN

PRA RANCANGAN PABRIK

"DIETIL KARBONAT DARI KARBON DIOKSIDA, PROPILLEN OKSIDA, DAN ETANOL DENGAN PROSES SINTESIS SATU TAHAP"

Disusun Oleh:

RANDI RAGIL PAMBUDI

NPM: 21031010101

Telah dipertahankan di hadapan dan diterima oleh Dosen Penguji

Pada Tanggal: 12 September 2025

Tim Penguji

1.

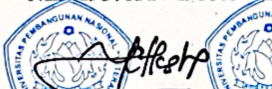

Prof. Dr. Ir. Srie Mullani, M.T.
NIP. 19611112-198903 2 001

Pembimbing


Prof. Dr. Ir. Sri Redjeki, M.T.
NIP. 19570314-198603 2 001

3.


Dr. T. Ir. Luluk Edahwati, M.T.
NIP. 19570314-198603 2 001


Lilik Suprianti, S.T., M.Sc.
NIP. 19840411-201903 2 012

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik dan Sains

Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur


Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P.
NIP. 19650403-199103 2 001



Pra Rancangan Pabrik
Dietil Karbonat dari Karbon Dioksida, Propilen Oksida, dan Etanol dengan
Proses Sintesis Satu Tahap

LEMBAR PENGESAHAN

PRA RANCANGAN PABRIK

**"DIETIL KARBONAT DARI KARBON DIOKSIDA, PROPILLEN OKSIDA,
DAN ETANOL DENGAN PROSES SINTESIS SATU TAHAP"**

Disusun Oleh:

RANDI RAGIL PAMBUDI

NPM. 21031010101

Telah disetujui dan disahkan oleh Dosen Pembimbing

Pada Tanggal: 10 September 2025

Surabaya, 10 September 2025

Menyetujui,

Dosen Pembimbing Tugas Akhir

Prof. Dr. Ir. Sri Redieki, M.T.

NIP. 19570314 198603 2 001

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Randi Ragil Pambudi

NPM : 21031010101

Fakultas/Program Studi : Teknik Kimia / Teknik Kimia

Judul Skripsi/Tugas Akhir/Tesis/Desetasi : Pra Rancangan Pabrik Dietil Karbonat dari Karbon Dioksida, Propilen Oksida, dan Etanol dengan Proses Sintesis Satu Tahap

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Hasil karya yang saya serahkan ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik baik di UPN "Veteran" Jawa Timur maupun di institusi pendidikan lainnya.
2. Hasil karya saya ini merupakan gagasan, rumusan dan hasil pelaksanaan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan pembimbing akademik.
3. Hasil karya saya ini merupakan hasil revisi terakhir setelah diujikan yang telah diketahui dan disetujui oleh pembimbing.
4. Dalam karya saya ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali yang digunakan sebagai acuan dalam naskah dengan menyebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya. Apabila dikemudian hari terbukti ada penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini maka saya bersedia menerima konsekuensi apapun, sesuai dengan ketentuan yang berlaku di UPN "Veteran" Jawa Timur.

Surabaya, 15 September 2025

Yang menyatakan,



(Randi Ragil Pambudi)



KETERANGAN REVISI

Mahasiswa di bawah ini:

Nama : Randi Ragil Pambudi
NPM : 21031010101
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 September, TA. 2025/2026.

Dengan Judul : PABRIK DIETIL KARBONAT DARI KARBON DIOKSIDA, PROPIL EN
OKSIDA, DAN ETANOL DENGAN PROSES SINTESIS SATU TAHAP

Dosen Penguji yang memerintahkan revisi :

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

2. Dr. T. Ir. Luluk Edahwati, M.T.

3. Lilik Suprianti, S.T., M.Sc.

Surabaya, 12 September 2025

Menyetujui,

Dosen Pembimbing

Prof. Dr. Ir. Sri Redjeki, M.T.
NIP. 19570314 198603 2 001



KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena berkat Rahmat dan karunia-Nya yang telah memberi segala kemudahan dan kekuatan kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Pra Rancangan Pabrik ini yang berjudul “Pra Rancangan Pabrik Dietil Karbonat dari Karbon Dioksida, Propilen Oksida, dan Etanol dengan Proses Sintesis Satu Tahap” yang merupakan salah satu syarat kelulusan bagi mahasiswa Teknik Kimia FTS-UPNVJT Surabaya.

Keberhasilan penulisan Tugas Pra Rancangan Pabrik ini tidak lepas dari dorongan dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada:

1. Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P., selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains UPN “Veteran” Jawa Timur.
2. Dr. Ir. Sintha Soraya Santi, M.T., selaku Koordinator Program Studi Teknik Kimia UPN “Veteran” Jawa Timur.
3. Prof. Dr. Ir. Sri Redjeki, M.T., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik.
4. Prof. Dr. Ir. Ni Ketut Sari, M.T., selaku Dosen Penguji I seminar proposal Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik.
5. Rachmad Ramadhan Yogaswara, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji II seminar proposal Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik.
6. Orang tua dan keluarga kami yang telah banyak memberikan dukungan baik moral maupun spiritual.
7. Tasya Agneta Pristanti yang selalu menemani, memberikan bantuan, masukan, doa, dukungan, dan semangat yang tulus.
8. Aulia Rafi Fitriansyah selaku *partner* yang telah memberikan bantuan dalam penyusunan mulai dari Penelitian, Praktik Kerja Lapang, hingga Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik ini.
9. Teman-teman seperjuangan di Teknik Kimia yang mengagumkan, terima kasih untuk segala dukungan, bantuan dan kerjasamanya.



Pra Rancangan Pabrik
Dietil Karbonat dari Karbon Dioksida, Propilen Oksida, dan Etanol dengan
Proses Sintesis Satu Tahap

10. Semua pihak yang telah membantu penyelesaian Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Semoga segala kebaikan dan keikhlasan yang telah diberikan mendapat balasan dari Tuhan YME. Penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun demi kesempurnaan dan untuk penelitian di masa yang akan datang. Akhir kata, semoga tugas akhir ini dapat memberikan kontribusi yang bermanfaat bagi Penulis dan Pembaca khususnya.

Surabaya, 28 Agustus 2025

Penyusun



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR	x
INTISARI.....	xi
BAB I PENDAHULUAN	I-1
I.1 Latar Belakang	I-1
I.2 Manfaat	I-3
I.3 Kegunaan Produk	I-3
I.4 Kapasitas Produksi	I-3
I.5 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk	I-5
I.5.1 Bahan Baku	I-5
I.5.2 Bahan Pendukung	I-7
I.5.3 Produk.....	I-7
BAB II PEMILIHAN DAN URAIAN PROSES	II-1
II.1 Macam-Macam Proses.....	II-1
II.1.1 Transesterifikasi Dimetil Karbonat dan Etanol.....	II-1
II.1.2 Sintesis Satu Tahap Karbon Dioksida, Propilen Oksida, dan Etanol. II-2	
II.1.3 Sintesis Langsung melalui Urea-Alkoholisis	II-3
II.2 Seleksi Proses	II-4
II.3 Uraian Proses	II-6
II.3.1 Unit Sintesis	II-7
II.3.2 Unit Separasi	II-7
II.3.3 Unit Pemurnian Produk.....	II-8
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



VI.1 Instrumentasi	VI-1
VI.1.1 Komponen Sistem Kontrol	VI-1
VI.1.2 Pemilihan Instrumentasi	VI-2
VI.1.3 Macam-Macam Instrumentasi	VI-3
VI.1.4 Pengendalian Proses	VI-5
VI.2 Keselamatan Kerja	VI-5
VI.2.1 Bahaya Kebakaran dan Ledakan	VI-6
VI.2.2 Bahaya Karena Mekanik	VI-8
VI.2.3 Bahaya Karena Kimia.....	VI-15
BAB VII UTILITAS	VII-1
BAB VIII LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK.....	VIII-1
VIII.1 Pemilihan Lokasi dan Tata Letak Pabrik.....	VIII-1
VIII.1.1 Pemilihan Lokasi	VIII-1
VIII.1.2 Tata Letak Pabrik.....	VIII-7
VIII.1.3 Tata Letak Peralatan Pabrik	VIII-13
BAB IX STRUKTUR ORGANISASI PERUSAHAAN	IX-1
IX.1 Bentuk Perusahaan	IX-1
IX.2 Struktur Organisasi.....	IX-2
IX.3 Pembagian Tugas dan Tanggung Jawab	IX-3
IX.4 Jam Kerja	IX-13
IX.5 Kesejahteraan Sosial Karyawan	IX-14
IX.6 Status Karyawan dan Sistem Upah	IX-15
IX.7 Sistem Upah Pada Karyawan	IX-16
BAB X ANALISA EKONOMI	X-1
BAB XI KESIMPULAN DAN SARAN	XI-1
XI.1 Kesimpulan	XI-1
XI.2 Saran.....	XI-3
DAFTAR PUSTAKA	DP-1
APPENDIX A PERHITUNGAN NERACA MASSA	A-1
APPENDIX B PERHITUNGAN NERACA PANAS	B-1
APPENDIX C PERHITUNGAN SPESIFIKASI ALAT.....	C-1



Pra Rancangan Pabrik
Dietil Karbonat dari Karbon Dioksida, Propilen Oksida, dan Etanol dengan
Proses Sintesis Satu Tahap

APPENDIX D PERHITUNGAN ANALISA EKONOMI	D-1
--	-----



DAFTAR TABEL

Tabel I.1 Data <i>Supply Demand</i> BBM	I-4
Tabel I.2 Data Pertumbuhan <i>Supply Demand</i> BBM	I-4
Tabel II.1 Perbandingan Proses Produksi Dietil Karbonat	II-5
Tabel VI.1 Nama Alat dan Instrumentasi Peralatan.....	VI-4
Tabel VI.2 Analisis K3 Akibat Bahaya karena Kebakaran dan Ledakan	VI-7
Tabel VI.3 Analisis K3 pada Peralatan <i>Vessel</i>	VI-8
Tabel VI.4 Analisis K3 pada Peralatan <i>Heat Exchanger</i>	VI-9
Tabel VI.5 Analisis K3 Peralatan Perpipa.....	VI-11
Tabel VI.6 Analisis K3 pada Peralatan Listrik	VI-12
Tabel VI.7 Analisis K3 pada Isolasi Peralatan Pabrik	VI-13
Tabel VI.8 Isolasi K3 pada Perencanaan Bangunan Pabrik.....	VI-14
Tabel VI.9 Analisis K3 Alat Pelindung Kepala dan Alat Pelindung Diri.....	VI-16
Tabel VII.1 Jumlah <i>Steam</i> yang Dibutuhkan	VII-1
Tabel VII.2 Standar Baku Mutu untuk Keperluan Higiene Sanitasi.....	VII-1
Tabel VII.3 Syarat Air Pendingin	VII-1
Tabel VII.4 Kebutuhan Air Pendingin	VII-1
Tabel VII.5 Kebutuhan Listrik untuk Peralatan Proses dan Utilitas	VII-1
Tabel VII.6 Kebutuhan Listrik untuk Penerangan	VII-1
Tabel VII.7 Jumlah Lampu Merkuri yang Dibutuhkan.....	VII-1
Tabel VIII.1 Beberapa Industri Pemasok Sumber Bahan Baku.....	VIII-2
Tabel VIII.2 Jenis Transportasi Beserta Jarak Tempuh Beberapa Industri	VIII-3
Tabel VIII.3 Data Pendidikan Terakhir Masyarakat Wilayah Gresik, 2022...	VIII-5
Tabel VIII.4 UMR Wilayah Kabupaten Gresik Tahun 2022-2025.....	VIII-6
Tabel VIII.5 Moda Transportasi yang digunakan untuk Pemasaran Produk ..	VIII-7
Tabel VIII.6 Pembagian Luas Pabrik.....	VIII-11
Tabel VIII.7 Nomenklatur Tata Letak Peralatan Pabrik	VIII-14
Tabel IX.1 Jadwal Kerja Karyawan Proses.....	IX-14
Tabel IX.2 Perincian Jumlah Tenaga Kerja dan Gaji	IX-16
Tabel X.1 Biaya Total Produksi.....	X-1



Pra Rancangan Pabrik
Dietil Karbonat dari Karbon Dioksida, Propilen Oksida, dan Etanol dengan
Proses Sintesis Satu Tahap

Tabel X.2 Modal Sendiri pada Tahun Konstruksi	X-1
Tabel X.3 Modal Pinjaman pada Tahun Konstruksi.....	X-1
Tabel X.4 <i>Cash Flow</i>	X-1
Tabel D.1 <i>Index</i> Harga Peralatan	D-1
Tabel D.2 Harga Peralatan Proses.....	D-1
Tabel D.3 Harga Peralatan Utilitas	D-1
Tabel D.4 Harga Rata-Rata Etanol dari Tahun 2018-2024.....	D-1



DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Diagram Alir Transesterifikasi Dimetil Karbonat dan Etanol.....	II-1
Gambar II.2 Diagram Alir Sintesis Satu Tahap CO ₂ , Propilen Oksida, Etanol..	II-2
Gambar II.3 Diagram Alir Sintesis Langsung melalui Urea-Alkohlisis	II-3
Gambar II.4 Blok Diagram Proses Pembuatan Dietil Karbonat	II-6
Gambar VII.1 Diagram Alir Pengolahan Air Pabrik Dietil Karbonat	VII-1
Gambar VIII.1 Kawasan <i>Java Integrated Industrial and Port Estate</i> , Gresik	VIII-1
Gambar VIII.2 Rencana Tata Letak Pabrik Dietil Karbonat.....	VIII-10
Gambar VIII.3 Tata Letak Peralatan Pabrik	VIII-13
Gambar IX.1 Struktur Organisasi dan Perusahaan	IX-12
Gambar X.1 Grafik <i>Break Even Point</i>	X-1



INTISARI

Pabrik dietil karbonat ($C_5H_{10}O_3$) yang berbahan dasar karbon dioksida (CO_2), propilen oksida (C_3H_6O), dan etanol (C_2H_5OH) dengan proses sintesis satu tahap berkapasitas 70.000 ton/tahun direncanakan akan didirikan di Kawasan Industri JIPE, Kabupaten Gresik, Jawa Timur. Pabrik dietil karbonat ini menggunakan sistem operasi *batch* selama 24 jam dalam sehari dengan 330 hari kerja dan 168 karyawan. Pabrik ini menggunakan bahan baku gas CO_2 99,9% yang diperoleh dari PT Samator Indo Gas Tbk di Kota Gresik, propilen oksida 100% yang diperoleh dari Shell Chemicals impor dari Singapura, etanol 99,5% yang diperoleh dari PT Energi Agro Nusantara di Kota Mojokerto, dan katalis kalsium silikat yang diperoleh dari PT Niraku Jaya Abadi di Kota Surabaya. Produk utama yang dihasilkan yakni dietil karbonat dengan kadar kemurnian 99,1% dan produk samping yang dihasilkan yakni propilen glikol. Dietil karbonat memiliki banyak kegunaan dalam bidang industri, di antaranya sebagai bahan baku pembentukan senyawa polikarbonat, *solvent* yang baik dalam industri farmasi, industri percetakan tekstil dan pengecatan (*cellulose ether*, resin alami dan sintetis) industri serat sintesis (untuk senyawa *polyamide*, *polyacrylonitrile* dan diphenol resin), elektrolit dalam baterai, dan penghilang cat (*paint remover*). Namun, dalam Pra Rancangan ini fokus kegunaan dietil karbonat adalah sebagai aditif untuk bensin.

Proses produksi yang digunakan pada pabrik dietil karbonat ini adalah proses sintesis satu tahap. Proses produksi dietil karbonat ini dilakukan dengan cara mereaksikan gas CO_2 , propilen oksida, dan etanol dengan bantuan katalis kalsium silikat dalam reaktor autoklaf pada tekanan 80 bar dan suhu $150^\circ C$ untuk menghasilkan dietil karbonat dan produk samping propilen glikol. Katalis kalsium silikat kemudian dipisahkan dari sisa bahan dan larutan hasil reaksi menggunakan *rotary drum filter* kemudian filtrat diumpankan menuju menara distilasi untuk proses pemurnian. Setelah itu, produk dietil karbonat kemudian siap untuk dilakukan proses pengemasan dan distribusi.

Ketentuan pendirian pabrik dietil karbonat yang telah direncanakan dapat disimpulkan sebagai berikut:



Pra Rancangan Pabrik
Dietil Karbonat dari Karbon Dioksida, Propilen Oksida, dan Etanol dengan
Proses Sintesis Satu Tahap

a. Kapasitas	: 70.000 ton/tahun
b. Bentuk perusahaan	: Perseroan Terbatas (PT)
c. Sistem organisasi	: Garis dan staff
d. Lokasi pabrik	: Kawasan JIPE, Gresik, Jawa Timur
e. Luas tanah	: 39.875 m ²
f. Sistem operasi	: <i>Batch</i>
g. Waktu operasi	: 330 hari/tahun; 24 jam/hari
h. Jumlah karyawan	: 168 orang

Analisa Ekonomi

a. Masa konstruksi	: 2 tahun
b. Umur peralatan	: 10 tahun
c. <i>Fixed Capital Investment</i> (FCI)	: Rp2.505.404.679.130
d. <i>Work Capital Investment</i> (WCI)	: Rp895.575.150.979
e. <i>Total Capital Investment</i> (TCI)	: Rp3.400.979.830.108
f. Biaya bahan baku (1 tahun)	: Rp3.576.164.536.982
g. Biaya utilitas	: Rp188.405.291.188
h. <i>Total Production Cost</i> (TPC)	: Rp5.373.450.905.871
i. Hasil penjualan produk	: Rp6.564.930.412.052
j. Bunga bank	: 7,9%
k. ROI sebelum pajak	: 28%
l. ROI setelah pajak	: 22%
m. <i>Pay Back Period</i> (PBP)	: 4 tahun 8 bulan
n. <i>Internal Rate of Return</i> (IRR)	: 18%
o. <i>Break Even Point</i> (BEP)	: 36%