

TUGAS AKHIR

PRARANCANG PABRIK ETANOL DARI ETILEN DAN AIR KAPASITAS 16.000 TON/TAHUN

Diajukan sebagai Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Kesarjanaan Strata 1 Teknik Kimia
Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali Cilacap



RYAN WAHYU HIDAYAT

24DM80011

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS NAHDLATUL ULAMA AL GHAZALI
CILACAP
2026**

TUGAS AKHIR

PRARANCANG PABRIK ETANOL DARI ETILEN DAN AIR KAPASITAS 16.000 TON/TAHUN

Diajukan Sebagai Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Kesarjanaan Strata 1 Teknik Kimia



RYAN WAHYU HIDAYAT

24DM80011

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS NAHDLATUL ULAMA AL GHAZALI
CILACAP**

2026

PERNYATAAN ORISINALITAS TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya :

Nama : Ryan Wahyu Hidayat

NIM : 24DM80011

Fakultas/Prodi : Fakultas Teknologi Industri / Teknik Kimia

Tahun : 2026

Judul Tugas Akhir : Prarancang Pabrik Etanol dari Etilen dan Air kapasitas
16.000 ton / tahun

Menyatakan bahwa Tugas Akhir ini benar-benar orisinal / asli dibuat oleh saya sendiri, tidak ada pihak lain yang membuat laporan ini, tidak ada unsur plagiat kecuali pada bagian-bagian yang disebutkan rujukannya. Jika suatu hari ditemukan adanya indikasi dibuat oleh pihak lain atau plagiat, maka saya bersedia menerima konsekuensi dari institusi.

Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan penuh kesadaran tanpa ada paksaan.

Cilacap, 10 Maret 2026

Yang Menyatakan

RYAN WAHYU HIDAYAT

NIM 24DM80011

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Sebagai Civitas Akademik Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali (UNUGHA) Cilacap, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ryan Wahyu Hidayat
NIM : 24DM80011
Program Studi : Teknik Kimia
Fakultas : Fakultas Teknologi Industri
Jenis Karya : Tugas Akhir

Dengan pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali (UNUGHA) Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas Tugas Akhir saya yang berjudul : “Prarancang Pabrik Etanol dari Etilen dan Air kapasitas 16.000 ton / tahun” beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Adanya Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali (UNUGHA) Cilacap berhak menyimpan, mengelola dalam bentuk database, merawat dan mempublikasikan Tugas Akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis / pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya tanpa ada unsur paksa dari pihak lain.

Cilacap, 10 Maret 2026

Yang Menyatakan



RYAN WAHYU HIDAYAT

NIM 24DM80011

PENGESAHAN

Tugas Akhir Saudara,

Nama : **Ryan Wahyu Hidayat**
NIM : 24DM80011
Program Studi : Teknik Kimia
Judul : Pra Rancangan Pabrik Etanol dari Etilen dan Air Kapasitas 16.000 Ton/Tahun

Telah disidang Tugas Akhir oleh Dewan Penguji Fakultas Teknologi Industri Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali Cilacap pada :

Rabu, 11 Maret 2026

Dan dapat diterima sebagai pemenuhan tugas akhir mahasiswa Program Strata 1 (S-1) Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri pada Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali Cilacap.

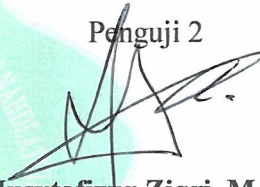
Mengetahui,

Penguji 1



Arnesya Ramadhani, M.T.
NIDN. 0627019601

Penguji 2



Ichya Musytafizar Ziqri, M.Si. C. EIA
NIDN. 060308920

Pembimbing 1/Ketua Sidang



Dini Novi Rohmah, M.Sc.
NIDN. 0611119401

Pembimbing 2/Sekretaris Sidang



Siti Khuzaimah, M.Pd., M.T.
NIDN. 0622078605

Cilacap, 12 Maret 2026
Mengesahkan,
Dekan Fakultas Teknologi Industri



Christian Soolany, S.TP., M.Si.
NIDN. 0627128801

NOTA PEMBIMBING

Hal : Naskah Laporan Tugas Akhir Ryan Wahyu Hidayat

Lamp : -

Kepada Yth.
Dekan Fakultas Teknologi Industri
UNUGHA Cilacap
Di –
Cilacap

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Setelah membaca, mengkoreksi dan mengadakan perbaikan seperlunya, maka pembimbing berpendapat bahwa Laporan Tugas Akhir saudara:

Nama : Ryan Wahyu Hidayat

NIM : 24DM80011

Program Studi : Teknik Kimia

Judul : Pra Rancangan Pabrik Etanol dari Etilen dan Air Kapasitas 16.000
Ton/Tahun

Telah dapat diajukan kepada Fakultas Teknologi Industri Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali Cilacap untuk memenuhi syarat memperoleh gelar Strata Satu (S-1) Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri pada Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali Cilacap.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Cilacap, Maret 2026
Pembimbing,



Dini Novi Rohmah, M.Sc.
NIDN. 0611119401

NOTA KONSULTAN

Hal : Naskah Laporan Tugas Akhir Ryan Wahyu Hidayat

Lamp : -

Kepada Yth.
Dekan Fakultas Teknologi Industri
UNUGHA Cilacap
Di –
Cilacap

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Setelah membaca, mengkoreksi dan mengadakan perbaikan seperlunya, maka konsultan berpendapat bahwa Laporan Tugas Akhir saudara:

Nama : Ryan Wahyu Hidayat

NIM : 24DM80011

Program Studi : Teknik Kimia

Judul : Pra Rancangan Pabrik Etanol dari Etilen dan Air Kapasitas 16.000
Ton/Tahun

Telah dapat diajukan kepada Fakultas Teknologi Industri Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali Cilacap untuk memenuhi syarat memperoleh gelar Strata Satu (S-1) Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri pada Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali Cilacap.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Cilacap, Maret 2026
Konsultan,



Arnesya Ramadhani, M.T.
NIDN. 0627019601

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Prarancang Pabrik Etanol dari Etilen dan Air Kapasitas 16.000 Ton/Tahun” dengan baik. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad SAW, beserta keluarga, sahabat, dan seluruh umatnya hingga akhir zaman.

Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali. Dalam penyusunan laporan ini, penulis melakukan kajian mengenai perancangan pabrik etanol berbasis reaksi hidrasi etilen yang meliputi aspek proses produksi, neraca massa dan energi, spesifikasi peralatan, utilitas, tata letak pabrik, hingga analisis ekonomi.

Penulis menyadari bahwa penyusunan Tugas Akhir ini tidak dapat terselesaikan tanpa bantuan, dukungan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya.
2. Orang tua dan keluarga yang selalu memberikan doa, dukungan, dan motivasi.
3. Rektor, Dekan Fakultas, dan Ketua Program Studi Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali.
4. Dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, bimbingan, serta masukan selama proses penyusunan Tugas Akhir ini.
5. Seluruh dosen dan staf Program Studi Teknik Kimia yang telah memberikan ilmu dan bantuan selama masa perkuliahan.
6. Rekan-rekan mahasiswa Teknik Kimia serta semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan laporan ini.

Akhir kata, penulis berharap semoga laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat serta menambah wawasan bagi pembaca, khususnya dalam bidang perancangan pabrik kimia.

Cilacap, 10 Maret 2026

Penulis

Ryan Wahyu Hidayat

ABSTRAK

Permintaan etanol terus meningkat seiring perkembangan industri, terutama sebagai bahan bakar nabati campuran bensin untuk menurunkan emisi gas rumah kaca dan mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil. Pabrik etanol dirancang dengan kapasitas produksi 16.000 ton per tahun dan waktu operasi 330 hari per tahun. Pendirian pabrik ini bertujuan meningkatkan produksi etanol dalam negeri, mengurangi impor, serta mendukung ketahanan energi nasional. Kawasan industri Cilegon, Banten dipilih karena ketersediaan bahan baku, infrastruktur transportasi, tenaga kerja yang memadai, dan kebijakan pemerintah yang mendukung energi alternatif. Proses produksi dilakukan melalui metode hidrasi, dengan mereaksikan gas etilen dan uap air (H_2O) pada suhu dan tekanan yang tinggi. Produk etanol hasil reaksi akan dimurnikan menjadi 99% dengan metode distilasi. Pendirian pabrik akan dimulai pada tahun 2028 dan mulai beroperasi tahun 2030 dengan bentuk Perusahaan Perseroan Terbatas (PT) dan total jumlah karyawan 361 orang dengan sistem kerja tiga *shift* dalam satu harinya. Berdasarkan perhitungan ekonomi diperoleh bahwa *Pay Out Time* (POT) yaitu 4,45 tahun setelah pabrik didirikan. *Internal Rate of Return* (IRR) sebesar 67,36% per tahun dan *Break Event Point* (BEP) sebesar 45,79%. Berdasarkan analisa ekonomi tersebut maka pra rancangan pabrik etanol dari etilen dan air dengan proses hidrasi layak untuk didirikan.

Kata Kunci: Pra-rancangan pabrik, Etanol, Hidrasi, Etilen, Analisa Ekonomi

ABSTRACT

Ethanol demand continues to increase along with industrial development, particularly as a biofuel blended with gasoline to reduce greenhouse gas emissions and reduce dependence on fossil fuels. The ethanol plant is designed with a production capacity of 16,000 tons per year and an operating time of 330 days per year. The establishment of this plant aims to increase domestic ethanol production, reduce imports, and support national energy security. The Cilegon industrial area, Banten, was chosen due to the availability of raw materials, transportation infrastructure, adequate workforce, and government policies supporting alternative energy. The production process is carried out through the hydration method, by reacting ethylene gas and water vapor (H_2O) at high temperature and pressure. The resulting ethanol product will be purified to 99% by distillation. Construction of the plant will begin in 2028 and begin operations in 2030 as a Limited Liability Company (PT) with a total of 361 employees working three shifts per day. Based on economic calculations, the Pay Out Time (POT) is 4.45 years after the plant is established. The Internal Rate of Return (IRR) is 67.36% per year and the Break Event Point (BEP) is 45.79%. Based on this economic analysis, the preliminary design for an ethanol plant from ethylene and water using a hydration process is feasible.

Keywords: Pre-plant design, Ethanol, Hydration, Ethylene, Economic Analysis

DAFTAR ISI

PERNYATAAN ORISINALITAS TUGAS AKHIR	ii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan.....	3
1.3 Tinjauan Pustaka.....	3
1.3.1 Etanol.....	3
1.3.2 Kegunaan Etanol di Berbagai Industri.....	4
1.3.3 Macam-Macam Metode Proses Pembuatan Etanol	5
1.4 Pemilihan Metode Pembuatan Etanol	7
1.5 Penentuan Kapasitas Produksi Pabrik	9
1.5.1 Analisa Permintaan Pasar.....	9
1.5.2 Analisa Regulasi dan Kebijakan Pemerintah	13
1.5.3 Analisa Ketersediaan Bahan Baku	14
1.6 Pemilihan Lokasi Pabrik	16
1.6.1 Faktor Utama	16
1.6.2 Faktor Khusus	18
1.6.3 Perbandingan Lokasi Pabrik	20
BAB II	23
URAIAN PROSES	23
2.1 Deskripsi Proses	23
2.1.1 Tahap Reaksi.....	23
2.1.2 Tahap Pemisahan	24

2.1.3 Tahap Pemurnian	25
BAB III.....	26
SPESIFIKASI BAHAN BAKU DAN PRODUK.....	26
3.1 Spesifikasi Bahan Baku.....	26
3.1.1 Etilen.....	26
3.1.2 Uap air (H ₂ O).....	27
3.1.3 Katalis Asam Fosfat.....	27
3.2 Spesikasi Produk Etanol.....	28
BAB IV	29
DIAGRAM ALIR KUALITATIF	29
4.1 Diagram Alir Kualitatif	29
4.2 PEFD (Process Engineering Flow Diagram	30
BAB V.....	31
NERACA MASSA.....	31
5.1 Reaktor (1R-01).....	31
5.2 Separator (2S-01)	32
5.3 Distilasi (3D-01).....	32
5.4 Akumulator (3AC-01)	33
5.5 Reboiler (3RB-01).....	33
BAB VI.....	36
NERACA PANAS.....	36
6.1 Kompresor (1C-01)	36
6.2 Heater (1H-01)	36
6.3 Reaktor (1R-01).....	37
6.4 Ekspander (2C-02)	37
6.5 Kondensor (2CD-01).....	38
6.6 Preaheater (3H-02)	38
6.7 Menara Distilasi (3D-01).....	39
6.8 Cooler (3CO-01).....	40
BAB VII.....	41
SPESIFIKASI ALAT	41
7.1 Tangki penampung C ₂ H ₄	41

7.2 Komprseor	41
7.3 Kondensor-1	42
7.4 Flash Separator	43
7.5 Pompa-1	43
7.6 Distilasi.....	44
7.7 Akumulator	45
7.8 Reboiler	45
7.9 Cooler	46
7.10 Heater	47
7.11 Reaktor.....	48
BAB VIII	49
UTILITAS.....	49
8.1 Unit Pengadaan Steam.....	49
8.2 Unit Penyedia Air	51
8.3 Unit Pengadaan Listrik	54
BAB IX	58
LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK.....	58
9.1 Lokasi Pabrik.....	58
9.2 Tata Letak Pabrik.....	58
9.2.1 Tata Letak Pabrik	58
9.2.2 Perincian Luas Tanah	59
9.2.3 Tata Letak Pabrik Etanol.....	60
9.2.4 Tata Letak Peralatan Proses Pabrik Etanol	62
BAB X.....	64
ORGANISASI PERUSAHAAN.....	64
10.1 Dasar Perusahaan	64
10.2 Bentuk Perusahaan	64
10.3 Struktur Organisasi	65
10.4 Pembagian Tugas dan Tanggung Jawab	66
10.5 Sistem Kerja	71
10.6 Penggolongan dan Tingkat Pendidikan Karyawan.....	73
10.7 Perincian Jumlah Tenaga Kerja	75

10.8 Perincian Jumlah Tenaga Kerja	77
10.9 Keselamatan Kerja	78
BAB XI	79
EVALUASI EKONOMI	79
11.1 Penentuan Modal Industri (<i>Total Capital Investement</i> , TCI)	79
11.1.1 Biaya Langsung/ <i>Direct Cost</i>	79
11.1.2 Biaya Tidak Langsung/ <i>Indirect Cost</i>	79
11.1.3 <i>Fixed Capital Investment</i>	79
11.1.4 <i>Work Capital Investment (WCI)</i>	79
11.2 Penentuan Biaya Produksi (<i>Total Production Cost</i> , TPC).....	80
11.2.1 Biaya Produksi Langsung/ <i>Direct Production Cost</i>	80
11.2.2 Biaya Tetap/ <i>Fixed Cost</i>	81
11.2.3 Biaya <i>Overhead</i> Pabrik (POC).....	81
11.2.4 Biaya Pengeluaran Umum (<i>General Expences/GE</i>)	81
11.3 Analisa Profitabilitas	81
11.3.1 Laba Perusahaan	82
11.3.2 Laju Pengembalian Modal (ROR)	82
11.3.3 Laju Pengembalian Modal/ <i>Internal Rate of Return (IRR)</i>	82
11.3.4 Lama Pengembalian Modal/ <i>Pay Out Time (POT)</i>	83
11.3.5 Titik Impas/ <i>Break Event Point (BEP)</i>	84
BAB XII	86
KESIMPULAN	86
DAFTAR PUSTAKA	87
LAMPIRAN	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Struktur Kimia Etanol.....	3
Gambar 1.2 Peta Lokasi Kawasan Industri Cilegon, Kabupaten Banten	21
Gambar 1.3 Peta Potensi Gempa di Pulau Jawa	22
Gambar 4.1 Diagram Alir Kualitatif Proses Pembuatan Etanol dari Etilen dan Air	29
Gambar 4.2 PEFD Proses Pembuatan Etanol dari Etilen dan Air	30
Gambar 5.1 Diagram Alir Reaktor	31
Gambar 5.2 Diagram Alir Separator	32
Gambar 5.3 Diagram Alir Destilasi	32
Gambar 5.4 Diagram Alir Akumulator	33
Gambar 5.5 Diagram Alir Reboiler	33
Gambar 6.1 Diagram Alir Kompresor	36
Gambar 6.2 Diagram Alir Heater	36
Gambar 6.3 Diagram Alir Reaktor	37
Gambar 6.4 Diagram Alir Ekspander	37
Gambar 6.5 Diagram Alir Kondensor.....	38
Gambar 6.6 Diagram Alir Preheater	38
Gambar 6.7 Diagram Alir Distilasi.....	39
Gambar 6.8 Diagram Alir Cooler	40
Gambar 6.8 Diagram Alir Cooler	38
Gambar 7.1 Tangki Penampung C_2H_4	41
Gambar 7.2 Kompresor	41
Gambar 7.3 Kondensor-1.....	42
Gambar 7.4 <i>Flash Separator</i>	43
Gambar 7.5 Pompa-1	43
Gambar 7.6 Distilasi	44
Gambar 7.7 Akumulator	45
Gambar 7.8 Reboiler.....	45
Gambar 7.9 Cooler	46
Gambar 7.10 Heater.....	47

Gambar 7.11 Reaktor	48
Gambar 9.1 Peta Kawasan Industri Cilegon Banten	58
Gambar 9.2 Tata Letak Pabrik Etanol.....	61
Gambar 9.3 Tata Letak Peralatan Proses Pabrik Etanol	63
Gambar 10.1 Struktur Organisasi	66
Gambar 11.1 Grafik <i>Break Event Point</i> (BEP)	84

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Perbandingan Metode Pembuatan Etanol	7
Tabel 1.2 Pembobotan Pemilihan Proses Produksi Etanol	8
Tabel 1.3 Produksi Etanol di Berbagai Perusahaan Indonesia	9
Tabel 1.4 Data Konsumsi Etanol di Indonesia	10
Tabel 1.5 Data Impor dan Ekspor Etanol di Indonesia.....	11
Tabel 1.6 Perbandingan Ketersediaan Bahan Baku Etilen di Berbagai Perusahaan Indonesia	14
Tabel 1.7 Pembobotan Pemilihan Lokasi Pembangunan Pabrik Etanol.....	20
Tabel 5.1 Neraca Massa Reaktor	31
Tabel 5.2 Neraca Massa Separator	32
Tabel 5.3 Neraca Massa Destilasi.....	32
Tabel 5.4 Neraca Massa Akumulator.....	33
Tabel 5.5 Neraca Massa Reboiler	34
Tabel 6.1 Neraca Panas Kompresor.....	36
Tabel 6.2 Neraca Panas Heater	36
Tabel 6.3 Neraca Panas Reaktor	37
Tabel 6.4 Neraca Panas Ekspander.....	38
Tabel 6.5 Neraca Panas Kondensor	38
Tabel 6.6 Neraca Panas Preheater.....	39
Tabel 6.7 Neraca Panas Distilasi	39
Tabel 6.8 Neraca Panas Cooler.....	40
Tabel 8.1 Kebutuhan Steam pada Proses.....	49
Tabel 8.2 Kebutuhan Air Sanitasi	52
Tabel 8.3 Kebutuhan Air Pendingin	52
Tabel 8.4 Kebutuhan Air yang harus Disuplai.....	54
Tabel 8.5 Kebutuhan Listrik pada Peralatan Proses	54
Tabel 8.6 Kebutuhan Listrik untuk Penerangan	55
Tabel 8.7 Total Kebutuhan Listrik	56
Tabel 9.1 Pembagian Penggunaan Areal Tanah.....	59
Tabel 10.1 Jadwal Kerja Karyawan Shift	73
Tabel 10.2 Kebutuhan Tenaga Kerja Pabrik Etanol.....	75

Tabel 11.1 <i>Total Direct Cost</i>	79
Tabel 11.2 <i>Total Indirect Cost</i>	79
Tabel 11.3 <i>Fixed Capital Investment</i>	80
Tabel 11.4 <i>Direct Production Cost</i>	80
Tabel 11.5 <i>Fixed Cost</i>	81
Tabel 11.6 <i>General Expenses (GE)</i>	81
Tabel 11.7 <i>Internal Rate of Return (IRR)</i>	82
Tabel 11.8 <i>Pay Out Time (POT)</i>	83
Tabel 11.9 <i>Biaya FC, VC, SVC, dan S</i>	84
Tabel 11.10 <i>Grafik Break Event Point (BEP)</i>	85