

LAPORAN TUGAS AKHIR

**PRARANCANGAN PABRIK ETILBENZENA DARI BENZENA DAN
ETILENA DENGAN PROSES ALKILASI KAPASITAS 125.000
TON/TAHUN**

*PREDESIGN OF ETHYLBENZENE PLANT FROM BENZENE AND
ETHYLENE BY ALKYLATION PROCESS WITH 125.000 TON/YEAR
CAPACITY*



DISUSUN OLEH:

MUHAMMAD HELMI (2110814110010)

WAFIQ NUR AZIZAH (2110814120009)

DOSEN PEMBIMBING:

JEFRIADI, S.T., M.Eng.

NIP. 198808272023211017

**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARBARU**

2025

LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK KIMIA

PRARANCANGAN PABRIK ETILBENZENA DARI BENZENA DAN
ETILENA DENGAN PROSES ALKILASI KAPASITAS
125.000 TON/TAHUN

Oleh:

Muhammad Helmi (2110814110010)

Wafiq Nur Azizah (2110814120009)

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada 13 November 2025 dan dinyatakan

LULUS

Komite Penguji:

Ketua : Awali Sir Kautsae Harivram, S.T., M.T
NIP. 198910302020121006

Anggota : Ir. Primata Mardina, S.T., M.Eng., Ph.D
NIP. 198103242006042002

Pembimbing : Jefriadi, S.T., M.Eng.
NIP. 198808272023211017



Banjarbaru,.....

Diketahui dan disahkan oleh:

Wakil Dekan Bidang Akademik
Studi Fakultas Teknik ULM,




Dr. Mahmud, S.T., M.T.

NIP. 197401071998021001

Koordinator Program
S-1 Teknik Kimia,



Hesti Wijavanti, S.T., M.Eng., Ph.D.

NIP. 1980052920055012003

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN
HASIL TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama	NIM
Muhammad Helmi	2110814110010
Wafiq Nur Azizah	2110814120009

Menyatakan bahwa seluruh komponen dan isi dalam Laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya sendiri. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa ada beberapa bagian dari karya ini adalah bukan hasil karya sendiri, maka saya siap menanggung risiko dan konsekuensi apapun.

Demikian pernyataan ini kami buat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Banjarbaru, 22 Oktober 2025



Muhammad Helmi

2110814110010

Banjarbaru, 22 Oktober 2025



Wafiq Nur Azizah

2110814120009

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat dan rahmat-Nya, maka penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Prarancangan Pabrik Etilbenzena dari Benzena dan Etilena dengan Proses Alkilasi Kapasitas 125.000 Ton/Tahun”. Tugas ini disusun dalam rangka memenuhi mata kuliah tugas Prarancangan Pabrik Kimia atau Tugas Akhir serta sebagai persyaratan memperoleh gelar sarjana pada Program Studi S-1 Teknik Kimia Universitas Lambung Mangkurat. Dalam kesempatan ini, kami mengucapkan terima kasih yang sebesar- besarnya kepada:

1. Bapak Jefriadi, S.T.,M.Eng. selaku dosen pembimbing tugas akhir kami di Program Studi S-1 Teknik Kimia ULM yang telah membimbing dan memberikan saran dan masukan yang berguna dalam kemajuan tugas akhir ini.
2. Bapak Dr. Doni Rahmat Wicakso, S.T., M.Eng. selaku Koordinator Program Studi S-1 Teknik Kimia ULM yang telah memberikan masukan terhadap perkuliahan kami.
3. Seluruh dosen Program Studi Teknik yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu, yang telah memberikan bantuan dalam pengerjaan tugas akhir ini dan senantiasa memberikan banyak ilmu yang bermanfaat untuk kami selama masa perkuliahan.
4. Seluruh staff Program Studi Teknik Kimia yang telah memberikan bantuan dalam urusan administrasi sebagai mahasiswa selama menuntut ilmu di ULM.
5. Orang tua tercinta, kakak, adik, dan seluruh keluarga besar kami yang telah memberikan segala bantuan, dukungan moral dan moril serta do'a yang tiada henti kepada kami mulai dari awal kuliah hingga kami menyelesaikan perkuliahan ini.
6. Teman- teman seperjuangan Teknik Kimia Universitas Lambung Mangkurat angkatan 2021 yang selalu menemani dan kebersamai dari awal perkuliahan hingga akhir perkuliahan.
7. Seluruh keluarga besar Mahasiswa dan Alumni Teknik Kimia ULM yang telah mau meluangkan waktunya untuk berbagi informasi, memberikan saran serta memberikan beberapa literatur yang sangat membantu dalam pengerjaan tugas akhir ini.

8. Seluruh civitas akademik dan orang- orang yang ada disekitar Fakultas Teknik ULM Banjarbaru yang memberikan kami pelajaran dan pengalaman berharga selama perkuliahan.
9. Seluruh teman dan sahabat kami yang berada di luar sana yang tidak bisa kami sebutkan satu persatu, terimakasih atas bantuan dan do'anya.

Kami menyadari bahwa tugas akhir ini masih banyak kekurangan, seperti kita ketahui bahwa tidak ada manusia yang sempurna, kami hanya bisa berusaha melakukan yang terbaik dan semaksimal mungkin. Adanya kekurangan pada tugas akhir ini, maka kami mengharapkan saran dan kritik yang membangun demi diperolehnya hasil yang terbaik dari tugas akhir ini. Semoga tugas akhir Prarancangan Pabrik ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Banjarbaru, Oktober 2025

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL TUGAS AKHIR.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
INTISARI.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN	I-1
1.1 Latar Belakang.....	I-1
1.2 Tinjauan Pustaka	I-2
1.2.1 Etilbenzena	I-2
1.2.2 Etilena.....	I-2
1.2.3 Benzena	I-3
1.2.4 Mobil Crystalline Material (MCM-22).....	I-4
1.2.5 Zeolit Y.....	I-5
1.2.5 Proses Alkilasi	I-5
1.2.6 Proses Transalkilasi	I-6
1.3 Penentuan Kapasitas Perancangan.....	I-6
1.3.1 Peluang Kapasitas Produksi Pabrik Etilbenzena	I-6
1.3.2 Ketersediaan Bahan Baku.....	I-9
1.3.3 Kapasitas Minimum Pabrik	I-10
1.4 Spesifikasi Bahan	I-12
1.4.1 Spesifikasi Bahan Baku	I-12

1.4.2 Spesifikasi Bahan Penunjang.....	I-13
1.4.3 Spesifikasi Produk Utama	I-13
BAB II URAIAN PROSES	II-15
2.1 Seleksi Proses	II-15
2.1.1 Macam-Macam Proses	II-15
2.1.2 Pemilihan Proses	II-18
2.2 Uraian Proses	II-20
2.2.1 Tahap Persiapan Bahan Baku	II-20
2.2.2 Proses Pembentukan Produk Etilbenzena	II-21
2.2.3 Tahap Pemurnian Produk	II-22
2.3 Tinjauan Termodinamika.....	II-22
2.3.1 Panas Pembentukan Standar	II-23
2.3.2 Energi Bebas Gibbs	II-26
2.3.3 Harga Kesetimbangan Kimia.....	II-29
2.4 Tinjauan Kinetika	II-33
2.4.1 Alkilasi Benzena dan Etilena.....	II-33
2.4.2 Transalkilasi Dietilbenzena dan Benzena.....	II-34
2.5 Diagram Alir Kualitatif.....	II-36
2.6 Diagram Alir Kuantitatif	II-37
BAB III NERACA MASSA.....	III-1
3.1 Akumulator 1	III-1
3.2 <i>Vaporizer</i>	III-1
3.3 Alkilator.....	III-2
3.5 <i>Mixing Point 2</i>	III-2
3.6 Transalkilator.....	III-3

3.7 Menara Distilasi 1.....	III-3
3.8 Menara Distilasi 2.....	III-4
BAB IV NERACA PANAS	IV-1
4.1 Akumulator 1	IV-1
4.2 <i>Heater</i>	IV-2
4.3 <i>Vaporizer</i>	IV-2
4.4 Alkilator.....	IV-3
4.5 <i>Cooler</i> 1	IV-4
4.6 <i>Mixing Point</i>	IV-4
4.7 Transalkilator.....	IV-5
4.8 <i>Cooler</i> 2	IV-6
4.9 Menara Distilasi 1.....	IV-6
4.10 Menara Distilasi 2.....	IV-7
4.11 <i>Cooler</i> 3	IV-8
BAB V SPESIFIKASI ALAT PROSES	V-1
5.1 Tangki Penyimpanan Benzena (F-110).....	V-1
5.2 Pompa Benzena 1 (L-111).....	V-1
5.3 Akumulator 1 (F-112).....	V-2
5.4 Pompa Benzena 2 (L-213).....	V-2
5.5 <i>Heater</i> (E-114).....	V-3
5.6 Tangki Penyimpanan Etilena (F-120)	V-3
5.7 Pompa Etilena (L-121)	V-4
5.8 <i>Vaporizer</i> (V-122)	V-4
5.9 Alkilator (R-210).....	V-5
5.10 Pompa Alkilator (L-211)	V-6

5.11 <i>Cooler</i> 1 (E-212).....	V-6
5.12 Transalkilator (R-220)	V-7
5.13 Pompa Transalkilator (L-221)	V-8
5.14 <i>Cooler</i> 2 (E-222).....	V-8
5.15 Menara Distilasi 1 (D-310).....	V-9
5.16 Kondensor 1 (E-321)	V-9
5.17 Akumulator 2 (F-312).....	V-10
5.18 Pompa Refluks 1 (L-313)	V-11
5.19 <i>Reboiler</i> 1 (E-314).....	V-11
5.20 Pompa <i>Bottom</i> 1 (L-315)	V-12
5.21 Menara Distilasi 2 (D-320).....	V-12
5.22 Kondensor 2 (E-321)	V-13
5.23 Akumulator 3 (F-322).....	V-13
5.24 Pompa Refluks 2 (L-323)	V-14
5.25 <i>Reboiler</i> 2 (E-324)	V-14
5.26 Pompa <i>Bottom</i> 2 (L-325)	V-15
5.27 <i>Cooler</i> 3 (E-326).....	V-15
5.28 Tangki Etilbenzena (F-330).....	V-16
BAB VI INSTRUMENTASI	VI-1
6.1 Instrumentasi	VI-1
BAB VII KESELAMATAN, KESEHATAN KERJA DAN LINGKUNGAN PABRIK KIMIA (ANALISIS HAZID DAN HAZOP).....	VII-1
7.1 Latar Belakang.....	VII-1
7.2 Identifikasi <i>Hazard</i> Bahan.....	VII-3
7.4 Identifikasi Potensi Paparan Bahan	VII-15

7.4.1 Identifikasi Hazard Limbah Gas dalam Proses.....	VII-15
7.4.2 Identifikasi Hazard Limbah Cair dalam Proses	VII-17
7.5 Identifikasi <i>Hazard</i> Peralatan Proses.....	VII-21
7.5.1 Identifikasi <i>Hazard</i> Kondisi Peralatan Proses	VII-21
7.5.2 Identifikasi <i>Hazard</i> Kondisi Peralatan Pengolahan Air	VII-27
7.5.3 Identifikasi <i>Hazard Plant Layout</i> dan Lokasi Pabrik.....	VII-34
7.6 HAZOP (<i>Hazard and Operability Study</i>).....	VII-51
7.6.1 Deskripsi.....	VII-51
7.6.2 Potensi Bahaya dalam Sistem.....	VII-52
7.6.3 Estimasi <i>Consequences</i>	VII-54
7.6.4 Analisis Risiko.....	VII-57
7.7 Rekomendasi Mitigasi	VII-59
7.8 Kesimpulan.....	VII-67
BAB VIII TATA LETAK PABRIK.....	VIII-1
8.1 Lokasi Pabrik.....	VIII-1
8.2 Tata Letak Bangunan dan Alat Proses.....	VIII-6
8.2.1 <i>Layout</i> Pabrik.....	VIII-7
8.2.2 Tata Letak Alat Proses.....	VIII-12
BAB IX ORGANISASI DAN MANAJEMEN PERUSAHAAN.....	IX-1
9.1 Organisasi Perusahaan.....	IX-1
9.1.1 Bentuk Umum Perusahaan	IX-1
9.1.2 Struktur Organisasi	IX-3
9.1.3 Uraian Tugas, Wewenang dan tanggung Jawab.....	IX-8
9.2 Pembagian Jam Kerja Karyawan.....	IX-16
9.3 Status Karyawan dan Sistem Upah.....	IX-18

9.4 Penggolongan Jabatan, Jumlah dan Gaji Karyawan.....	IX-18
9.4.1 Penggolongan Jabatan Kerja	IX-18
9.4.2 Jumlah Karyawan dan Sistem Gaji Karyawan	IX-20
9.5 Tata Tertib	IX-24
BAB X UTILITAS	X-1
10.1 Unit Pengolahan Air	X-1
10.1.1 Kebutuhan Air pendingin	X-1
10.1.2 Kebutuhan Air Umpan Boiler.....	X-3
10.1.3 Kebutuhan Air Domestik (Sanitasi)	X-4
10.1.4 Kebutuhan Uap (<i>Steam</i>)	X-5
10.1.4 Pengolahan Air	X-7
10.1.5 Spesifikasi Alat Unit Pengolahan Air.....	X-13
10.2 Unit Penyedia <i>Steam</i>	X-32
10.2.1 <i>Boiler</i> (Q-290)	X-33
10.2.2 Kondensor <i>Steam Return</i> (E-291).....	X-33
10.2.3 <i>Cooler Steam Return</i>	X-34
10.3 Unit Pembangkit Listrik	X-34
10.4 Unit Penyedia Bahan Bakar.....	X-35
10.5 Unit Pengolahan Limbah	X-36
10.6 PFD Utilitas	X-39
BAB XI ANALISA EKONOMI	XI-1
11.1 Penaksiran Harga Peralatan	XI-2
11.2 Penentuan Investasi Modal Total (TCI)	XI-3
11.2.1 Investasi Modal Tetap (<i>Fixed capital investment</i>)	XI-3
11.2.2 Modal Kerja / <i>Working Capital</i> (WC).....	XI-5

11.2.3 <i>Plant Start Up</i>	XI-6
11.3 Penentuan Biaya Total Produksi (TPC)	XI-6
11.3.1 <i>Manufacturing Cost (MC)</i>	XI-6
11.3.2 <i>General Expense</i>	XI-9
11.4 Total Penjualan.....	XI-9
11.5 Perkiraan Laba Usaha.....	XI-10
11.6 Analisa Kelayakan.....	XI-10
11.6.1 <i>Percent Profit on Sales (POS)</i>	XI-10
11.6.2 <i>Percent Return On Investement (ROI)</i>	XI-10
11.6.3 <i>Pay Out Time (POT)</i>	XI-11
11.6.4 Net Present Value (NPV)	XI-11
11.6.5 Interest Rate of Return (IRR)	XI-12
11.6.6 <i>Break Even Point (BEP)</i>	XI-12
11.6.7 <i>Shut Down Point (SDP)</i>	XI-13
BAB XII KESIMPULAN.....	XII-1
DAFTAR PUSTAKA.....	1

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Struktur Kimia Etilbenzena	I-2
Gambar 1. 2 Struktur Kimia Etilena.....	I-3
Gambar 1. 3 Struktur Kimia Benzena	I-4
Gambar 2. 1 Diagram Alir Proses Mobil-Badger Generasi ke-3	II-16
Gambar 2. 2 Diagram Alir Proses CDTech.....	II-17
Gambar 2. 3 Diagram Alir Proses Mobil-Badger EBMax.	II-18
Gambar 2. 4 Diagram Alir Kualitatif Pembuatan Etilbenzena dengan Proses Mobil/Badger	II-36
Gambar 2. 5 Diagram Alir Kuantitatif Pembuatan Etilbenzena dengan Proses Mobil/Badger	II-37
Gambar 8. 1 Peta Lokasi Pabrik Etilbenzena dari Benzena dan Etilena dengan Kapasitas 125.000 ton/tahun	VIII-6
Gambar 8. 2 Tata Letak Bangunan Pabrik Etilbenzena.....	VIII-10
Gambar 8. 3 Tata Letak Alat Pabrik Etilbenzena.....	VIII-14
Gambar 9. 1 Bagan Struktur Organisasi Perusahaan.....	IX-7
Gambar 11. 1 <i>Break Event Point</i> dan <i>Shut Down Point</i> Prarancangan Pabrik Etilbenzena dengan Kapasitas 125.000 Ton/Tahun.....	XI-14

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1	Data Etilbenzena di Indonesia.....	I-7
Tabel 1. 2	Data Ketersediaan Bahan Baku Etilbenzena di Indonesia	I-10
Tabel 1. 3	Data Kapasitas Produksi Etilbenzena di Dunia	I-10
Tabel 2. 2	Tinjauan Pemilihan Proses	II-18
Tabel 2. 3	Harga ΔH_f° Masing-Masing Komponen	II-23
Tabel 2. 4	Harga ΔH_r° pada Temperatur Operasi Masing-Masing Reaksi	II-25
Tabel 2. 5	Harga (ΔG_f°) masing- masing Komponen	II-26
Tabel 2. 6	Harga ΔG_r° pada Temperatur Operasi Reaksi.....	II-29
Tabel 2. 7	Harga Keseimbangan Kimia Reaksi	II-33
Tabel 3. 1	Neraca massa di <i>Mixing Point</i> 1.....	III-1
Tabel 3. 2	Neraca massa di <i>Vaporizer</i>	III-2
Tabel 3. 4	Neraca massa di Alkilator	III-2
Tabel 3. 5	Neraca massa di <i>Mixing Point</i> 2.....	III-3
Tabel 3. 6	Neraca massa di Transalkilator	III-3
Tabel 3. 7	Neraca massa di Menara Distilasi 1	III-4
Tabel 3. 8	Neraca massa di Menara Distilasi 2	III-4
Tabel 4. 1	Neraca Panas <i>Mixing Point</i> 1	IV-1
Tabel 4. 2	Neraca Panas di <i>Heater</i> 1	IV-2
Tabel 4. 3	Neraca Panas <i>Vaporizer</i>	IV-3
Tabel 4. 4	Neraca Panas Alkilator.....	IV-3
Tabel 4. 5	Neraca Panas <i>Cooler</i> 1	IV-4
Tabel 4. 6	Neraca Panas <i>Mixing Point</i> 2	IV-5
Tabel 4. 7	Neraca Panas Transalkilator.....	IV-5
Tabel 4. 8	Neraca Panas <i>Cooler</i> 2	IV-6
Tabel 4. 9	Neraca Panas Menara Distilasi 1	IV-7
Tabel 4. 10	Neraca Panas Menara Distilasi 2.....	IV-7
Tabel 4. 11	Neraca panas <i>Cooler</i> 3	IV-8
Tabel 6. 1	Instrumentasi pada Prarancangan Pabrik Etilbenzena.	VI-5
Tabel 7. 1	Guide Word dan Deviasi komponen <i>Node</i> Reaktor	VII-52
Tabel 7. 2	Guide Word dan Deviasi komponen <i>node</i> TIC dan LIC.....	VII-53

Tabel 7. 3	<i>Guide Word</i> dan Deviasi komponen <i>node Input</i> Reaktor.....	VII-54
Tabel 7. 4	<i>Guide Word</i> dan Deviasi komponen <i>node Output</i> Reaktor.....	VII-54
Tabel 7. 5	Estimasi <i>Consequences node</i> Reaktor	VII-54
Tabel 7. 6	Estimasi <i>Consequences node</i> LIC dan TIC	VII-55
Tabel 7. 7	Estimasi <i>Consequences node Input</i> Reaktor	VII-56
Tabel 7. 8	Estimasi <i>Consequences node Output</i> Reaktor.....	VII-57
Tabel 7. 9	Analisis Risiko <i>node</i> Reaktor	VII-57
Tabel 7. 10	Analisis Risiko <i>node</i> LIC dan TIC	VII-58
Tabel 7. 11	Analisis Risiko <i>node Input</i> dan <i>Output</i> Reaktor.....	VII-58
Tabel 7. 12	Rekomendasi Mitigasi Analisis HAZOP Reaktor <i>Packed bed</i> ..	VII-59
Tabel 8. 1	Perincian Luas Tanah dan Bangunan Pabrik.....	VIII-11
Tabel 9. 1	Jadwal Siklus Kerja Masing- Masing Per Kelompok	IX-17
Tabel 9. 2	Penggolongan Jabatan Kerja	IX-18
Tabel 9. 3	Jumlah Karyawan dan Rincian Gaji Karyawan (belum disesuaikan dengan UMP sekarang).....	IX-21
Tabel 10. 1	Kebutuhan Air Pendingin	X-3
Tabel 10. 2	Kebutuhan Air Sanitasi untuk Berbagai Kebutuhan.	X-5
Tabel 10. 3	Kebutuhan <i>Steam</i>	X-7
Tabel 10. 4	Kebutuhan Air Keseluruhan.....	X-7
Tabel 10. 5	Standar Kualitas Air Bersih.....	X-8
Tabel 10. 6	Syarat-Syarat Air Umpan <i>Boiler</i>	X-13