

**PRARANCANGAN PABRIK SIKLOHEKSANA DARI BENZENA
DAN HIDROGEN MENGGUNAKAN PROSES HIDROGENASI
DENGAN KAPASITAS 5.000 TON/TAHUN**

*(Pre- Design of Cyclohexane Plant Using Hydrogenation Process of
Benzene and Hydrogen with 5,000 Tons/Year Capacity)*

TUGAS AKHIR

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Program Studi S-1 Teknik Kimia**



Dosen Pembimbing:

PRIMATA MARDINA, S.T., M. Eng., Ph.D

Disusun Oleh :

LIZA LESTARI

2010814220046

OKTEFANI KUSUMA RAWEI

2010814220010

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARBARU**

2024

LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK KIMIA

**Prarancangan Pabrik Sikloheksana Dari Benzena Dan Hidrogen
Menggunakan Proses Hidrogenasi Dengan Kapasitas 5.000 Ton/Tahun**

Oleh:

Liza Lestari (2010814220046)

Oktefani Kusuma Rawel (2010814220010)

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada 09 Desember 2024 dan dinyatakan

LULUS

Komite Penguji:

Ketua : Rinna Juwita, S.T., M.T
NIP. 199002112022032004

Anggota : Dr. Ir. Doni Rahmat Wicakso, S.T., M.Eng.
NIP. 198101122003121001

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








Banjarbaru, 16 JAN 2025

Diketahui dan disahkan oleh :



**Dekan Bidang Akademik
Fakultas Teknik ULM,
Dr. M. Mardiana, S.T., M.T.
NIP. 197401071998021001**

**Koordinator Program Studi
S-1 Teknik Kimia**


Dr. Ir. Doni Rahmat Wicakso, S.T., M.Eng.
NIP. 198101122003121001

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN
HASIL TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

NAMA	NIM
LIZA LESTARI	2010814220046
OKTEFANI KUSUMA RAWEI	2010814220010

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

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

Banjarbaru, Desember 2024



Liza Lestari

2010814220046



Oktefani Kusuma Rawei

2010814220010

INTISARI

Sikloheksana merupakan senyawa turunan benzena yang memiliki kegunaan sangat luas dalam industri kimia. Sikloheksana digunakan sebagai pelarut nonpolar untuk varnish, resin, lemak, minyak, lilin, penghilang cat, pada pembuatan nilon, dan untuk ekstraksi minyak atsiri. Sehingga membuat kebutuhan akan sikloheksana semakin besar dan penting di dunia industri. Peluang didirikannya pabrik sikloheksana di Indonesia cukup besar, maka perlu direncanakan perancangan pabrik kimia dengan produk sikloheksana. Pabrik ini direncanakan akan berdiri pada tahun 2029 dengan kapasitas 5000 ton/tahun di daerah Gresik, Jawa Timur dengan luas tanah sebesar $\pm 20.000 \text{ m}^2$. Pabrik beroperasi selama 330 hari dalam setahun dengan jumlah tenaga kerja 110 orang.

Pembuatan sikloheksana menggunakan proses hidrogenasi, dimana proses ini dilakukan dengan mereaksikan benzena dan hidrogen di dalam reaktor batch dengan bantuan katalis Ru-Pt. Reaktor beroperasi pada kondisi temperatur 60°C dan tekanan 1 atm. Di dalam reaktor terjadi reaksi yang bersifat ireversibel, dan eksotermis. Reaksi pertama mereaksikan benzena dan hidrogen menghasilkan sikloheksana sebagai produk utama. Konversi yang dihasilkan adalah 90%. Produk yang telah dipisah dari katalis dialirkan menuju mixer untuk mencampurkan produk keluaran reaktor dengan solvent sulfolane. Selanjutnya menuju dekanter untuk memisahkan komponen berdasarkan berat jenisnya. Produk atas dari dekanter berupa benzene, air dan sikloheksana akan dialirkan menuju menara distilasi untuk memurnikan produk utama berupa sikloheksana 97%. Kemudian produk dialirkan ke tangki penyimpanan produk.

Hasil Analisa ekonomi didapat modal investasi sebesar Rp. 492.200.150.273,99 dan diperoleh hasil penjualan yaitu sebesar Rp. 745.000.000.000. Selain itu diperoleh juga Return of Investment (ROI) sebelum pajak sebesar 15,49% dan Return of Investment (ROI) sesudah pajak sebesar 10,07%. Pay Out Time (POT) sebelum pajak 3,92 tahun dan Pay Out Time (POT) sesudah pajak sebesar 4,98 tahun. Sehingga diperoleh Break Event Point (BEP) sebesar 53% dan Shut down point (SDP) sebesar 23%. Berdasarkan pertimbangan hasil evaluasi tersebut, maka pabrik sikloheksana dengan kapasitas 5000 ton/tahun ini layak untuk didirikan

Kata kunci: Sikloheksana, Benzena, Hidrogen, Hidrogenasi, Ru-Pt

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 Sikloheksana Dari Benzena Dan Hidrogen Menggunakan Proses Hidrogenasi Dengan Kapasitas 5.000 Ton/Tahun". Tugas ini disusun dalam rangka memenuhi mata kuliah tugas perancangan 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. Ibu Primata Mardina S.T., M.Eng., Ph.D. selaku dosen pembimbing tugas akhir kami di Program Studi S-1 Teknik Kimia ULM yang telah membimbing dan memberi saran dan masukan yang berguna dalam kemajuan tugas akhir ini.
2. Bapak Prof. 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 Kimia 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 staf Program Studi Teknik 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.

6. Teman-teman seperjuangan Teknik Kimia Universitas Lambung Mangkurat angkatan 2020 yang selalu menemani dan bersama dari awal perkuliahan hingga akhir perkuliahan.

7. Seluruh keluarga besar Mahasiswa dan Alumni Teknik Kimia ULM yang telah mau meluangkan waktunya 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 di sekitar Fakultas Teknik ULM Banjarbaru yang memberikan kami pelajaran dan pengalaman yang 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 maksimal dan terbaik dari tugas akhir ini. Semoga tugas akhir Prarancangan Pabrik ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Banjarbaru, Desember 2024

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR TABEL.....	vii
INTISARI.....	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
1.1 Latar Belakang.....	I-1
1.2 Tinjauan Pustaka.....	I-2
1.3 Penentuan Kapasitas Perancangan.....	I-4
1.4 Spesifikasi Bahan.....	I-7
BAB II URAIAN PROSES.....	II-1
2.1 Jenis Proses.....	II-1
2.2 Uraian Proses.....	II-2
2.3 Tinjauan Termodinamika.....	II-4
2.4 Tinjauan Kinetika.....	II-8
BAB III NERACA MASSA.....	III-1
3.1 Reaktor (R-210).....	III-1
3.2 Mixer (M-310).....	III-1
3.3 Dekanter (H-320).....	III-2
3.4 Menara Distilasi (D-320).....	III-3
BAB IV NERACA PANAS.....	IV-1
4.1 Heater-01 (E-112).....	IV-1
4.2 Expander (G-121).....	IV-1
4.3 Reaktor (R-210).....	IV-2
4.4 Kompresor (G-211).....	IV-2
4.5 Cooler-01 (E-212).....	IV-3
4.6 Cooler-02 (E-214).....	IV-4

4.7	<i>Mixer (M-310)</i>	IV-4
4.8	Dekanter (H-320).....	IV-4
4.9	<i>Heater-02 (E-322)</i>	IV-5
4.10	Menara Distilasi (D-330).....	IV-5
4.11	<i>Cooler-03 (E-334)</i>	IV-6
4.12	<i>Cooler-04 (E-337)</i>	IV-6
BAB V SPESIFIKASI ALAT		V-1
5.1	Tangki Penyimpanan Benzene (F-110).....	V-1
5.2	Pompa Benzene (L-111).....	V-1
5.3	Heater-01 (E-112).....	V-2
5.4	Tangki Penyimpanan Hidrogen (F-120).....	V-2
5.5	<i>Expander (G-121)</i>	V-3
5.6	Tangki Penyimpanan Sulfolane (F-130).....	V-3
5.7	Pompa Sulfolane (L-131).....	V-4
5.8	Reaktor (R-210).....	V-4
5.9	Kompresor (G-213).....	V-5
5.10	<i>Cooler-01 (E-212)</i>	V-5
5.11	Pompa Produk Bawah Reaktor (L-213).....	V-6
5.12	<i>Cooler-02 (E-214)</i>	V-6
5.13	<i>Mixer (M-310)</i>	V-7
5.14	Pompa Mixer (L-311).....	V-8
5.15	Dekanter (H-320).....	V-8
5.16	Pompa Dekanter Atas (L-312).....	V-9
5.17	Heater Dekanter (E-322).....	V-9
5.18	Pompa Dekanter Bawah (L-323).....	V-10
5.19	Menara Distilasi (D-310).....	V-10
5.20	Kondensor (E-331).....	V-11
5.21	Tangki Akumulator (F-322).....	V-11
5.22	Pompa Akumulator (L-333).....	V-12
5.23	Cooler 03 (E-214).....	V-13
5.24	Reboiler (E-335).....	V-14

5.25	Pompa Reboiler (L-336).....	V-14
5.26	Cooler 04 (E-337).....	V-14
5.27	Tangki Penyimpanan Hidrogen (F-340).....	V-15
5.28	Tangki Penyimpanan Hidrogen (F-310).....	V-15
BAB VI INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA.....		VI-1
6.1	Instrumentasi.....	VI-1
6.2	Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3).....	VI-8
6.3	Alat Pelindung Diri.....	VI-14
6.4	Peraturan Keselamatan Kerja di Pabrik.....	VI-15
BAB VII TATA LETAK PABRIK.....		VII-1
7.1	Lokasi Pabrik.....	VII-1
7.2	Tata Letak Pabrik (<i>Plant Layout</i>).....	VII-3
BAB VIII ORGANISASI PERUSAHAAN.....		VIII-1
8.1	Organisasi Perusahaan.....	VIII-1
8.2	Jadwal Kerja Karyawan.....	VIII-4
8.3	Jumlah dan Gaji Karyawan.....	VIII-5
BAB IX UTILITAS.....		IX-1
9.1	Unit Pengolahan Air.....	IX-1
9.2	Unit Penyedia Steam.....	IX-21
9.3	Unit Pembangkit Listrik.....	IX-22
9.4	Unit Penyedia Bahan Bakar.....	IX-22
9.5	Unit Pengolahan Limbah.....	IX-24
BAB X EVALUASI EKONOMI.....		X-1
10.1	Penaksiran Harga Peralatan.....	X-1
10.2	Penentuan Investasi Modal Total (TCI).....	X-2
10.3	Penentuan Biaya Total Produksi (TPC).....	X-6
10.4	Total Penjualan.....	X-9
10.5	Perkiraan Rugi/Laba Usaha.....	X-9
10.6	Analisa Kelayakan.....	X-9

BAB XI KESIMPULAN.....XI-1
DAFTAR PUSTAKA.....DP-1

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Data Ketersediaan Bahan Baku.....	I-4
Tabel 1. 2 Data Impor Sikloheksana di Indonesia.....	I-4
Tabel 1. 3 Data Pabrik Sikloheksana yang Telah Berdiri.....	I-6
Tabel 2. 1 Perbandingan Proses Pembuatan Sikloheksana.....	II-2
Tabel 2. 2 Data Entalpi Pembentukan (ΔH°_f) (T= 298,15 K).....	II-4
Tabel 2.3 Data Heat Capacity, Cp, J/mol (Yaws, 1999).....	II-5
Tabel 2.4 Harga ΔH untuk umpan masuk dan produk (J/mol).....	II-5
Tabel 2. 5 Data Energi Bebas Gibbs (ΔG°_f) (T= 298,15 K) (Smith dkk, 2022)..	II-6
Tabel 3. 1 Neraca Massa Reaktor (R-210).....	III-1
Tabel 3. 2 Neraca Massa Mixer (M-310).....	III-2
Tabel 3. 3 Neraca Massa Dekanter (H-320).....	III-2
Tabel 3. 4 Neraca Massa Menara Distilasi.....	III-3
Tabel 4.1 Neraca Panas pada Heater 01 (E-112).....	IV-1
Tabel 4.2 Neraca Panas pada Expander (G-121).....	IV-2
Tabel 4.3 Neraca Panas pada Reaktor (R-210).....	IV-2
Tabel 4.4 Neraca Panas pada Kompresor (G-211).....	IV-3
Tabel 4.5 Neraca Panas pada Cooler 01 (E-212).....	IV-3
Tabel 4.6 Neraca Panas pada Cooler 2 (E-214).....	IV-4
Tabel 4.7 Neraca Panas pada Mixer (M-310).....	IV-4
Tabel 4.8 Neraca Panas pada Dekanter (H-320).....	IV-4
Tabel 4.9 Neraca Panas pada Heater 02 (E-322).....	IV-5
Tabel 4.10 Neraca Panas pada Menara Distilasi (D-330).....	IV-5
Tabel 4.11 Neraca Panas pada Cooler 03 (E-334).....	IV-6
Tabel 4.12 Neraca Panas pada Cooler 4 (E-337).....	IV-6
Tabel 6. 1 Penggunaan Instrumentasi pada Peralatan Pabrik Sikloheksana.....	VI-7
Tabel 6.2 Alat pelindung dan keselamatan kerja pada Pabrik Sikloheksana..	VI-14
Tabel 7.1 Sifat Fisik Air Sungai Donan.....	VII-2
Tabel 7.2 Rincian luas tanah dan penggunaanya.....	VII-4
Tabel 8.1 Jumlah Karyawan dan Rincian Gaji Karyawan.....	VIII-7

Tabel 9.1 Kebutuhan Steam.....	X-3
Tabel 9.2 Kebutuhan Air Pendingin.....	IX-3
Tabel 9.3 Kebutuhan Air Sanitasi.....	IX-4
Tabel 9.4 Kebutuhan Air Keseluruhan.....	IX-5
Tabel 9.5 Kualitas Air Sungai Donan.....	IX-5

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Rumus Struktur Kimia Benzena	I-2
Gambar 1. 2 Rumus Struktur Kimia Sikloheksana.....	I-3
Gambar 1. 2 Grafik Impor Sikloheksana di Indonesia.....	I-5
Gambar 1. 3 Konsumsi Sikloheksana di Dunia.....	I-6
Gambar 2. 1 Diagram Kualitatif Prarancangan Pabrik Sikloheksana dari Benzene Dan Hidrogen.....	II-9
Gambar 7.2 Tata Letak Bangunan Pabrik.....	VII-6
Gambar 7.3 Tata Letak Peralatan Proses.....	VII-8
Gambar 10.1 Grafik Break Event Point Dan Shut Down Point Perancangan Pabrik Sikloheksana Dengan Kapasitas 5.000 Ton/Tahun.....	XI-13