

**TUGAS AKHIR**

**PRARANCANGAN PABRIK NITROBENZENA DARI BENZENA DAN  
ASAM NITRAT MENGGUNAKAN PROSES NITRASI DENGAN  
KAPASITAS 15.000 TON/TAHUN**

***PRE-DESIGN OF NITROBENZENE PLANT BY NITRATION PROCESS  
BETWEEN BENZENE AND NITRIC ACID WITH 15,000 TONS/YEAR  
CAPACITY***



**DISUSUN OLEH:**

**AHMAD MAKHREZA MUTTAQIN**

**2010814210028**

**AHMAD MAKHREZI MUTTAQIN**

**2010814210029**

**DOSEN PEMBIMBING:**

**RINNY JELITA, S.T., M.Eng**

**NIP. 19900211 201903 2 019**

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

**2024**

**TUGAS AKHIR**

**PRARANCANGAN PABRIK NITROBENZENA DARI BENZENA DAN  
ASAM NITRAT MENGGUNAKAN PROSES NITRASI DENGAN  
KAPASITAS 15.000 TON/TAHUN**

***PRE-DESIGN OF NITROBENZENE PLANT BY NITRATION PROCESS  
BETWEEN BENZENE AND NITRIC ACID WITH 15,000 TONS/YEAR  
CAPACITY***



**DISUSUN OLEH:**

**AHMAD MAKHREZA MUTTAQIN**

**2010814210028**

**AHMAD MAKHREZI MUTTAQIN**

**2010814210029**

**DOSEN PEMBIMBING:**

**RINNY JELITA, S.T., M.Eng**

**NIP. 19900211 201903 2 019**

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

**2024**

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**TUGAS AKHIR PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK KIMIA**

**Prarancangan Pabrik Nitrobenzena Dari Benzena Dan Asam Nitrat**  
**Menggunakan Proses Nitration Dengan Kapasitas 15.000 Ton/Tahun**

**Oleh:**

**Ahmad Makhreza Muttaqin                    (2010814210028)**

**Ahmad Makhrezi Muttaqin                    (2010814210029)**

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada 17 Juli 2024 dan dinyatakan  
**LULUS**

**Komite Penguji:**

**Ketua                    : Riani Ayu Lestari, S.T., M.Eng.**  
**NIP. 198604292023212031**

**Anggota                : Prof. Dr. Ir. Agus Mirwan, S.T., M.T**  
**NIP. 197608192003121001**

**Pembimbing : Rinny Jelita, S.T., M.Eng**  
**NIP. 199002112019032019**



Banjarbaru, 13 1 JUL 2024

diketahui dan disahkan oleh:

**Wakil Dekan Bidang Akademik**  
**Fakultas Teknik ULM,**

**Dr. Mahmud, 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 PENGESAHAN  
TUGAS AKHIR**

**PRARANCANGAN PABRIK NITROBENZENA DARI BENZENA DAN ASAM  
NITRAT MENGGUNAKAN PROSES NITRASI DENGAN KAPASITAS 15.000  
TON/TAHUN**

***PRE-DESIGN OF NITROBENZENE PLANT BY NITRATION PROCESS  
BETWEEN BENZENE AND NITRIC ACID WITH 15,000 TONS/YEAR CAPACITY***

Disusun oleh:

AHMAD MAKHREZA MUTTAQIN (2010814210028)  
AHMAD MAKHREZA MUTTAQIN (2010814210029)

Telah disetujui untuk disidangkan di Program Studi S-1 Teknik Kimia  
Universitas Lambung Mangkurat

Banjarbaru, 12 Juli 2024

**Pembimbing Tugas Akhir**



**RINNY JELITA, S.T., M.Eng**

**NIP. 19900211 201903 2 019**

**LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN  
HASIL TUGAS AKHIR**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	NIM
Ahmad Makhreza Muttaqin	2010814210028
Ahmad Makhrezi Muttaqin	2010814210029

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, 30 Juli 2024



**Ahmad Makhreza Muttaqin**

**NIM. 2010814210028**

Banjarbaru, 30 Juli 2024



**Ahmad Makhrezi Muttaqin**

**NIM. 2010814210029**

## KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT karena atas rahmat-Nya maka penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “ Prarancangan Pabrik Nitrobenzena dari Benzena dan Asam Nitrat Menggunakan Proses Nittrasi Dengan Kapasitas 15.000 Ton/Tahun” Tugas ini disusun dalam rangka memenuhi mata kuliah tugas akhir dan 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. Orang tua, kakak, adik dan seluruh keluarga besar kami yang telah memberikan segala bantuan , baik dukungan moral dan moril serta doa yang tiada henti kepada kami.
2. Ibu Rinny Jelita, S.T., M.Eng selaku dosen pembimbing tugas akhir kami yang telah membimbing dan memberikan bantuan berupa saran, masukan dan ilmu yang berguna dalam kemajuan tugas akhir ini. Terima kasih pula karena ibu telah meluangkan banyak waktu untuk kami berkonsultasi.
3. Ibu Dr. Ir. Isna Syauqiah, S.T., M.T selaku dosen pembimbing Praktik Kerja Lapangan (PKL) kami karena telah bersedia membimbing kami selama pelaksanaan PKL di PT. Adaro Indonesia Site Kelanis. Terima kasih pula karena ibu telah meluangkan banyak waktu untuk kami berkonsultasi.
4. Bapak Dr. Doni Rahmat Wicakso, S.T., M.Eng selaku Ketua Program Studi S-1 Teknik Kimia ULM
5. Seluruh dosen Program Studi Teknik Kimia yang telah memberikan bantuan dalam pengerjaan tugas akhir ini dan senantiasa memberikan banyak ilmu yang bermanfaat untuk kami selama masa perkuliahan.
6. Seluruh civitas akademik dan orang-orang yang ada disekitar Fakultas Teknik ULM Banjarbaru yang memberikan kami pelajaran dan pengalaman yang berharga mengenai masalah perkuliahan atau pun yang tidak berkaitan dengan itu.
7. Seluruh staf Program Studi Teknik Kimia yang telah memberikan bantuan dalam urusan administrasi sebagai mahasiswa selama menuntut ilmu di ULM.

8. Teman-teman seperjuangan Teknik Kimia Universitas Lambung Mangkurat angkatan 2020 yang sangat kami sayangi (maaf tidak disebutkan satu-persatu) yang selalu membantu berupa diskusi, bertukar pendapat, memberikan masukan dan kritik yang membangun. Tanpa adanya kalian perkuliahan kami menjadi tidak berwarna.
9. Teknisi laboratorium teknologi proses, operasi teknik kimia, dan laboratorium komputasi proses yang telah mengizinkan kami untuk mengerjakan tugas akhir ini dan penelitian.
10. Seluruh teman dan sahabat kami diluar sana yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu namun tidak mengurangi rasa hormat dan sayang kami kepada kalian, terima kasih telah memberikan bantuan berupa dukungan, semangat dan doa kepada kami.
11. Serta semua pihak yang telah memberikan masukan, bantuan dan kerja samanya.

Kami menyadari bahwa tugas akhir ini masih banyak kekurangan, seperti kita ketahui bahwa tidak ada manusia yang sempurna di dunia ini, karena kesempurnaan hanya milik Allah SWT. 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, Juli 2024

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	i
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	ii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	ix
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	x
<b>INTISARI</b> .....	xi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	I-1
1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik.....	I-1
1.2 Tinjauan Pustaka .....	I-2
1.2.1 Benzena.....	I-2
1.2.2 Asam Nitrat.....	I-3
1.2.3 Asam Sulfat.....	I-4
1.2.4 Natrium Hidroksida .....	I-6
1.2.5 Nitrobenzena.....	I-7
1.2.6 Kegunaan Produk .....	I-9
1.2 Pemilihan Kapasitas Produksi .....	I-9
1.2.1 Penentuan Kapasitas Berdasarkan Metode Regresi Linear .....	I-10
1.2.2 Penentuan Kapasitas Dengan Metode <i>Discounted</i> .....	I-12
1.3 Spesifikasi Bahan .....	I-15
1.3.1 Sifat Fisik Bahan Baku .....	I-15
1.3.2 Sifat Fisik Produk .....	I-17
<b>BAB II URAIAN PROSES</b> .....	II-1
2.1 Jenis-Jenis Proses .....	II-1
2.1.1 Nitration Benzena dengan <i>Pure</i> HNO <sub>3</sub> .....	II-1
2.1.2 Nitration Benzena dari HNO <sub>3</sub> dengan Katalis H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....	II-1
2.1.3 Nitration Benzena dari HNO <sub>3</sub> dengan katalis ZSM-5 Zeolit .....	II-3
2.2 Seleksi Proses .....	II-3
2.3 Uraian Proses.....	II-4

2.3.1	Persiapan Bahan Baku .....	II-4
2.3.2	Tahap Pembentukan Produk .....	II-4
2.3.3	Tahap Pemurnian Produk.....	II-5
2.4	Tinjauan Termodinamika .....	II-6
2.5	Tinjauan Kinetika .....	II-9
2.6	Diagram Alir Kualitatif .....	II-11
2.7	Diagram Alir Kuantitatif .....	II-12
2.8	<i>Engineering Flow Diagram</i> .....	II-14
<b>BAB III NERACA MASSA.....</b>		<b>III-1</b>
3.1	<i>Mixer</i> (M-150) .....	III-1
3.2	Reaktor <i>Batch</i> (R-210) .....	III-2
3.3	<i>Neutralizer</i> (N-220) .....	III-3
3.4	Dekanter (H-310) .....	III-4
3.5	Filter Press (H-320) .....	III-4
<b>BAB IV NERACA PANAS.....</b>		<b>IV-1</b>
4.1	<i>Heater-01</i> (E-152) .....	IV-1
4.2	<i>Heater-02</i> (E-312) .....	IV-2
4.3	Reaktor <i>Batch</i> (R-210) .....	IV-2
4.4	<i>Cooler</i> (E-212) .....	IV-3
4.5	<i>Neutralizer</i> (N-220) .....	IV-4
<b>BAB V SPESIFIKASI ALAT PROSES .....</b>		<b>V-1</b>
5.1	Tangki Penyimpanan Asam Nitrat (F-110) .....	V-1
5.2	Pompa Asam Nitrat (L-111) .....	V-1
5.3	Tangki Penyimpanan Asam Sulfat (F-120) .....	V-2
5.4	Pompa Asam Sulfat (L-121) .....	V-2
5.5	<i>Mixer</i> (M-150) .....	V-3
5.6	Pompa <i>Mixer</i> (L-151) .....	V-4
5.7	<i>Heater-01</i> (E-152) .....	V-4
5.8	Tangki Penyimpanan Benzena (F-130) .....	V-5
5.9	Pompa Benzen (L-131) .....	V-5
5.10	<i>Heater-02</i> (E-132) .....	V-6

5.11 Reaktor <i>Batch</i> (R-210) .....	V-6
5.12 Pompa Reaktor (L-211).....	V-8
5.13 <i>Cooler</i> (E-212) .....	V-8
5.14 Tangki Penyimpanan Natrium Hidroksida (F-140).....	V-9
5.15 Pompa Natrium Hidroksida (L-141) .....	V-10
5.16 <i>Neutralizer</i> (N-220).....	V-10
5.17 Pompa <i>Neutralizer</i> (L-221) .....	V-11
5.18 Dekanter (H-310) .....	V-12
5.19 Pompa Dekanter (L-311).....	V-13
5.20 <i>Filter Press</i> (H-320) .....	V-13
5.21 Pompa Produk Filter Press (L-321).....	V-14
5.22 Tangki Penyimpanan Nitrobenzena (F-330) .....	V-14
<b>BAB VI INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA</b> .....	VI-1
6.1 Instrumentasi .....	VI-1
6.2 Keselamatan Kerja .....	VI-6
6.2.1 Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Pada Pabrik Nitrobenzena.....	VI-7
<b>BAB VII TATA LETAK PABRIK</b> .....	VII-1
7.1 Lokasi Pabrik.....	VII-1
7.2 Tata Letak Bangunan dan Alat Proses.....	VII-6
7.2.1 <i>Layout</i> Pabrik.....	VII-7
7.2.2 Tata Letak Alat Proses .....	VII-10
<b>BAB VIII ORGANISASI DAN MANAJEMEN PERUSAHAAN</b> .....	VIII-1
8.1 Bentuk Badan Usaha Perusahaan .....	VIII-1
8.2 Manajemen Perusahaan .....	VIII-3
8.3 Struktur Organisasi Perusahaan.....	VIII-4
8.4 Uraian Tugas, Wewenang dan Tanggung Jawab .....	VIII-7
8.4.1 Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS).....	VIII-7
8.4.2 Dewan Komisaris.....	VIII-7
8.4.3 Direktur .....	VIII-7
8.4.4 Sekretaris .....	VIII-8
8.4.5 Manajer R&D (Research and Development).....	VIII-8

8.4.6	Manajer Produksi .....	VIII-8
8.4.7	Manajer Teknik.....	VIII-8
8.4.8	Manajer Umum dan Keuangan.....	VIII-9
8.4.9	Manajer Pembelian dan Pemasaran .....	VIII-9
8.5	Sistem Kerja .....	VIII-9
8.6	Jumlah Karyawan dan Tingkat Pendidikan.....	VIII-11
8.7	Fasilitas Tenaga Kerja .....	VIII-13
8.8	Sistem Penggajian .....	VIII-15
8.9	Tata Tertib .....	VIII-17
8.10	BPJS Ketenagakerjaan dan Fasilitas Tenaga Kerja.....	VIII-18
<b>BAB IX UTILITAS .....</b>		<b>IX-1</b>
9.1	Unit Pengolahan Air .....	IX-1
9.1.1	Kebutuhan Uap (Steam).....	IX-1
9.1.2	Kebutuhan Air Pendingin .....	IX-3
9.1.3	Air Proses.....	IX-5
9.1.4	Air Sanitasi .....	IX-5
9.1.5	Pengolahan Air .....	IX-6
9.1.6	Spesifikasi Alat Unit Pengolahan Air .....	IX-12
9.3	Unit Pembangkit Listrik .....	IX-33
9.4	Unit Penyedia Bahan Bakar .....	IX-33
9.5	Unit Pengolahan Limbah .....	IX-35
<b>BAB X ANALISA EKONOMI .....</b>		<b>X-1</b>
10.1	Penaksiran Harga Peralatan .....	X-2
10.2	Penentuan Investasi Modal Total (TCI) .....	X-3
10.2.1	Investasi Modal Tetap ( <i>Fixed Capital Investment</i> ).....	X-3
10.2.2	Modal Kerja / <i>Working Capital</i> (WC) .....	X-5
10.2.3	<i>Plant Start Up</i> .....	X-5
10.3	Penentuan Biaya Total Produksi (TPC) .....	X-6
10.3.1	<i>Manufacturing Cost</i> (MC) .....	X-6
10.3.2	<i>General Expense</i> .....	X-8
10.4	Total Penjualan.....	X-9

10.5 Perkiraan Laba Usaha.....	X-9
10.6 Analisa Kelayakan.....	X-9
10.6.1 <i>Percent Profit on Sales</i> (POS) .....	X-10
10.6.2 <i>Percent Return On Investement</i> (ROI).....	X-10
10.6.3 <i>Pay Out Time</i> (POT) .....	X-10
10.6.4 <i>Net Present Value</i> (NPV).....	X-11
10.6.5 <i>Interest Rate of Return</i> (IRR).....	X-11
10.6.6 <i>Break Even Point</i> (BEP) .....	X-12
10.6.7 <i>Shut Down Point</i> (SDP) .....	X-12
<b>BAB XI KESIMPULAN</b> .....	XI-1
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	DP-1
<b>LAMPIRAN A</b> .....	A-1
<b>LAMPIRAN B</b> .....	B-1
<b>LAMPIRAN C</b> .....	C-1
<b>LAMPIRAN D</b> .....	D-1
<b>LAMPIRAN E</b> .....	E-1

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.1</b> Struktur Molekul Benzena.....	I-3
<b>Gambar 1.2</b> Struktur Molekul Asam Nitrat.....	I-4
<b>Gambar 1.3</b> Struktur Molekul Asam Sulfat.....	I-5
<b>Gambar 1.4</b> Struktur Molekul Natrium Hidroksida.....	I-7
<b>Gambar 1.5</b> Struktur Molekul Nitrobenzena.....	I-8
<b>Gambar 1.6</b> Jumlah Impor Nitrobenzena di Indonesia.....	I-11
<b>Gambar 2.1</b> Diagram Alir Kualitatif.....	II-11
<b>Gambar 2.2</b> Diagram Alir Kuantitatif.....	II-12
<b>Gambar 2.3</b> <i>Engineering Flow Diagram</i> Prarancangan Pabrik Nitrobenzena.....	II-14
<b>Gambar 5.1</b> <i>Major Design</i> Reaktor (R-210).....	V-16
<b>Gambar 5.2</b> <i>Major Design</i> Dekanter (H-310).....	V-17
<b>Gambar 7.1</b> Peta Lokasi Rencana Pendirian Pabrik Nitrobenzena.....	VII-5
<b>Gambar 7.2</b> Tata Letak Bangunan Pabrik Nitrobenzena.....	VII-9
<b>Gambar 7.3</b> Tata Letak Alat Proses Pabrik Nitrobenzena.....	VII-13
<b>Gambar 8.1</b> Bagan Struktur Organisasi Prarancangan Pabrik Nitrobenzena.....	VIII-6
<b>Gambar 9.1</b> <i>Flow Diagram</i> Utilitas.....	IX-37
<b>Gambar 10.1</b> <i>Break Event Point</i> dan <i>Shut Down Point</i> Prarancangan Pabrik Nitrobenzena dengan Kapasitas 15.000 Ton/Tahun.....	X-14

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1.1</b> Ketersediaan Bahan Baku .....	I-2
<b>Tabel 1.2</b> Data Impor Nitrobenzena di Indonesia .....	I-10
<b>Tabel 1.3</b> Data Impor Nitrobenzena Pada Beberapa Negara.....	I-10
<b>Tabel 1.4</b> Pabrik Nitrobenzena yang telah Beroperasi di Seluruh Dunia.....	I-14
<b>Tabel 2.1</b> Karakteristik Jenis-Jenis Proses Pengolahan Nitrobenzena .....	II-3
<b>Tabel 2.2</b> Nilai $\Delta H_f$ dan $\Delta G_f$ Setiap Komponen .....	II-6
<b>Tabel 2.3</b> Data Kapasitas Panas.....	II-8
<b>Tabel 6.1</b> Daftar Instrumentasi Pada Prarancangan Pabrik Nitrobenzena .....	VI-4
<b>Tabel 7.1</b> Perincian Luas Tanah dan Bangunan Pabrik.....	VII-10
<b>Tabel 8.1</b> Jadwal Kerja Karyawan <i>Shift</i> .....	VIII-10
<b>Tabel 8.2</b> Jumlah Karyawan .....	VIII-12
<b>Tabel 8.3</b> Jumlah Karyawan dan Rincian Gaji Karyawan .....	VIII-16
<b>Tabel 9.1</b> Kebutuhan <i>Steam</i> .....	IX-3
<b>Tabel 9.2</b> Kebutuhan Air Pendingin.....	IX-4
<b>Tabel 9.3</b> Kebutuhan Air Proses.....	IX-5
<b>Tabel 9.4</b> Kebutuhan Air Sanitasi .....	IX-6
<b>Tabel 9.5</b> Kebutuhan Air Keseluruhan.....	IX-6
<b>Tabel 9.6</b> Standar Kualitas Air Bersih.....	IX-7
<b>Tabel 9.7</b> Syarat-Syarat Air Umpan <i>Boiler</i> .....	IX-12

## INTISARI

Nitrobenzena memiliki rumus kimia  $C_6H_5NO_2$ . Nitrobenzena merupakan bahan baku pembuatan pada industri cat, anilin, para-aminophenol, dan pewarna nigrosin. Direncanakan pabrik ini akan beroperasi selama 330 hari/tahun dengan kapasitas sebesar 15.000 ton/tahun. Benzena diperlukan sebagai bahan baku utama diimpor dari China. Direncanakan pabrik berdiri pada wilayah industri Cilacap, provinsi Jawa Tengah lokasi pabrik berdekatan Sungai Serayu, yang mana sungai tersebut digunakan sebagai sumber air untuk unit utilitas.

Dalam pembuatan nitrobenzena proses yang digunakan merupakan nitrasi benzena dengan asam campuran, dengan kondisi tekanan 1 atm dan temperatur  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ , serta digunakan Reaktor *Batch* sebagai alat reaksi dan sifat reaksi eksotermis (menghasilkan kalor). Hasil keluaran reaktor dipompakan ke *neutralizer*. Setelah itu, produk hasil *neutralizer* dipisahkan fase berat dengan fase ringan menggunakan dekanter. Produk bawah yaitu senyawa air, natrium sulfat dan nitrobenzena dipisahkan menggunakan filter press. Nitrobenzena selanjutnya disimpan pada tangki penyimpanan., sementara itu produk atas dekanter serta *cake* dari filter press diumpahkan menuju WTP.

Berdasarkan hasil perhitungan ekonomi didapatkan *Total Capital Investment* (TCI) dengan nilai Rp 948.773.304.269,74 dan didapat hasil penjualan produk dengan nilai Rp 1.474.020.000.000,00. Selain itu didapatkan pula Pengembalian Investasi (ROI) sebelum perhitungan pajak sebesar 26 % dan Pengembalian Investasi (ROI) sesudah perhitungan pajak sebesar 17 %. Waktu pembayaran (POT) sebelum perhitungan pajak sebesar 2,78 tahun, Waktu pembayaran (POT) sesudah perhitungan pajak sebesar 3,72 tahun. Didapatkan *Break Event Point* (BEP) sebesar 46,36% serta *Shut down point* (SDP) sebesar 24,46%. Berdasarkan hasil Analisis ekonomi, pabrik nitrobenzena dengan kapasitas 15.000 ton/tahun ini layak untuk pertimbangan lebih lanjut .

**Kata kunci** : Nitrobenzena, benzena, asam campuran, Reaktor *Batch*