

TUGAS AKHIR

PRARANCANGAN PABRIK MONONITROTOLUENA DARI TOLUENA DAN ASAM CAMPURAN DENGAN PROSES NITRASI KAPASITAS 25.000 TON/TAHUN

*(PRE-DESIGN OF MONONITROTOLUENE PLANT BY NITRATION
PROCESS BETWEEN TOLUENE AND MIXED ACID WITH 25.000
TONS/YEAR CAPACITY)*

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



DISUSUN OLEH:

ZELVA NOVRIZA

2010814220045

**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 MONONITROTOLUENA DARI TOLUENA
DAN ASAM CAMPURAN DENGAN PROSES NITRASI KAPASITAS
25.000 TON/TAHUN**

Disusun Oleh:

ZELVA NOVRIZA (2010814220045)

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada 16 Januari 2025 dan dinyatakan
LULUS

Komite Penguji:

**Ketua : Prof. Ir. Meilana Dharma Putra, S.T.,
M.Sc., Ph.D., IPM., ASEAN Eng.
NIP. 198205012006041014**



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



**Pembimbing : Desi Nurandini, S.T., M.Eng.
NIP. 198711152015042004**



Banjarbaru, **10.7.FEB.2025**.....

diketahui dan disahkan oleh:

Wakil Dekan Bidang Akademik

Koordinator Program Studi

Dr. M. M. Hidayat, S.T., M.T.

S-1 Teknik Kimia

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

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

IPM., ASEAN Eng.

NIP. 197401071998021001

NIP. 198101122003121001

**LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

**PRARANCANGAN PABRIK MONONITROTOLUENA
DARI TOLUENA DAN ASAM CAMPURAN DENGAN
PROSES NITRASI KAPASITAS 25.000 TON/TAHUN**

*(PRE-DESIGN OF MONONITROTOLUENE PLANT BY
NITRATION PROCESS BETWEEN TOLUENE AND MIXED
ACID WITH 25.000 TONS/YEAR CAPACITY)*

Disusun Oleh:

ZELVA NOVRIZA

2010814220045

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

Banjarbaru, 2 Januari 2025

Dosen Pembimbing



DESI NURANDINI ST., M.Eng

NIP. 198711152015042004

**LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN
HASIL TUGAS AKHIR**

Saya yang bertandatangan di bawah ini,

Nama : Zelva Novriza

NIM : 2010814220045

Menyatakan bahwa seluruh komponen dan isi dalam Laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya sendiri. Apabaila 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 saya buat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Banjarbaru, 7 Februari 2025



Zelva Novriza

NIM. 2010814220045

PRAKATA

Puji syukur saya dipanjatkan atas kehadiran Allah Subhanahu wa Ta'ala. Atas rahmat-Nya jugalah saya dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul **“Prarancangan Pabrik Mononitrotoluena Dari Toluena Dan Asam Campuran Dengan Proses Nitration Kapasitas 25.000 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 penyusunan Tugas Akhir ini banyak hambatan serta rintangan yang penulis hadapi namun pada akhirnya dapat melalui berkat adanya bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak baik secara moral maupun spiritual. Untuk itu pada kesempatan ini saya menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Orang tua tercinta dan tersayang yang tanpa henti selalu memaklumi, memberikan semangat, doa dan dukungan baik moral maupun moril yang begitu berarti bagi kehidupan saya serta keluarga-keluarga saya yang ikut memberikannya.
2. Bapak Dr. Ir. Doni Rahmat Wicakso, S. T., M. Eng. selaku Koordinator Program Studi S-1 Teknik Kimia ULM.
3. Ibu Desi Nurandini, ST., M.Eng. selaku dosen pembimbing tugas akhir yang sudah sangat sabar membimbing dan sangat banyak memberikan bantuan berupa saran atau masukan yang berguna dalam kemajuan tugas akhir ini.
4. Bapak Prof. Ir. Meilana Dharma Putra, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM., ASEAN Eng. selaku dosen penguji 1 dan Ibu Riani Ayu Lestari, ST., M. Eng. selaku dosen penguji 2 pada sidang tugas akhir yang membantu saya dalam memberikan masukan saran dan kritik untuk hasil yang terbaik pada tugas akhir ini.
5. Ibu Prof. Ir. Iryanti F. Nata, S. T., M. T., Ph. D. selaku koordinator tugas akhir.
6. Seluruh dosen Program Studi Teknik Kimia yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu yang telah memberikan bantuan dalam pengerjaan tugas akhir dan senantiasa memberikan banyak ilmu yang bermanfaat untuk saya selama

masa perkuliahan.

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 selalu membantu selalu dengan senang hati berbagai informasi dan tukar pendapat mengenai tugas akhir, tanpa kalian semua saya tidak akan menjadi seperti sekarang dan tanpa adanya kalian masa perkuliahan saya tidak akan bermanfaat indah dan seberkah ini.
9. Seluruh keluarga besar Teknik Kimia ULM Mahasiswa dan Alumni yang telah menerima saya dalam keluarga besar ini yang memiliki rasa kekeluargaan yang kuat dan memberikan saya banyak pelajaran yang berharga.
10. Seluruh teman dan sahabat saya yang berada di luar sana yang tidak bisa saya sebutkan satu-persatu, terimakasih atas bantuannya.

Saya menyadari akan keterbatasan dalam menyelesaikan laporan ini. Saya hanya bisa berusaha melakukan yang terbaik dan semaksimal mungkin. Adanya kekurangan pada tugas akhir ini maka saya 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, Januari 2025

Zelva Novriza

DAFTAR ISI

| | |
|--|-------------|
| LEMBAR PENGESAHAN | ii |
| PRAKATA | v |
| DAFTAR ISI..... | vii |
| DAFTAR GAMBAR..... | xi |
| DAFTAR TABEL | xii |
| DAFTAR NOTASI..... | xiii |
| INTISARI | xiv |
| BAB I PENDAHULUAN..... | I-1 |
| 1.1 Latar Belakang..... | I-2 |
| 1.2 Tinjauan Pustaka | I-2 |
| 1.2.1 Mononitrotoluena..... | I-2 |
| 1.2.2 Toluena | I-2 |
| 1.2.3 Asam Nitrat..... | I-3 |
| 1.2.4 Asam Sulfat..... | I-3 |
| 1.3 Penentuan Kapasitas Perancangan | I-3 |
| 1.3.1 Ketersediaan Bahan Baku | I-4 |
| 1.3.2 Perkiraan Kebutuhan Mononitrotoluena di Indonesia | I-4 |
| 1.4 Spesifikasi Bahan | I-10 |
| 1.4.1 Spesifikasi Bahan Baku | I-10 |
| 1.4.2 Spesifikasi Katalis..... | I-12 |
| 1.4.3 Spesifikasi Produk Utama..... | I-12 |
| BAB II URAIAN PROSES | II-1 |
| 2.1 Pemilihan Proses Pembuatan Mononitrotoluena..... | II-1 |
| 2.2 Uraian Proses..... | II-4 |
| 2.2.1 Persiapan Bahan Baku | II-4 |
| 2.2.2 Tahap Reaksi..... | II-4 |
| 2.2.3 Tahap Pemurnian Produk..... | II-4 |
| 2.3 Tinjauan Termodinamika | II-5 |

| | | |
|--|--|---------------|
| 2.4 | Tinjauan Kinetika | II-7 |
| 2.5 | Diagram Alir..... | II-9 |
| 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 |
| 6.1 | Instrumentasi | VI-1 |
| 6.2 | Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)..... | VI-7 |
| 6.2.1 | Jenis Bahaya Utama dan Pencegahannya | VI-11 |
| 6.2.2 | Alat Pelindung Diri (APD) | VI-19 |
| BAB VII TATA LETAK PABRIK..... | | VII-1 |
| 7.1 | Lokasi Pabrik..... | VII-1 |
| 7.2 | Tata Letak Bangunan dan Peralatan Pabrik | VII-5 |
| 7.2.1 | Tata Letak Bangunan Pabrik..... | VII-5 |
| 7.2.2 | Tata Letak Peralatan Proses | VII-8 |
| BAB VIII ORGANISASI DAN MANAJEMEN PERUSAHAAN..... | | VIII-1 |
| 8.1 | Organisasi Perusahaan | VIII-1 |
| 8.1.1 | Bentuk Perusahaan..... | VIII-1 |
| 8.1.2 | Struktur Organisasi | VIII-2 |
| 8.1.3 | Tugas dan Wewenang | VIII-5 |
| 8.2 | Pembagian Jam Kerja Karyawan..... | VIII-8 |
| 8.3 | Status Karyawan dan Sistem Gaji | VIII-9 |
| 8.4 | Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji | VIII-11 |
| 8.5 | Kesejahteraan Karyawan | VIII-15 |
| 8.6 | Tata Tertib..... | VIII-15 |
| BAB IX UTILITAS..... | | IX-1 |
| 9.1 | Unit Penyediaan Air | IX-1 |
| 9.1.1 | Kebutuhan Air..... | IX-5 |
| 9.1.1.1 | Kebutuhan Air Pendingin | IX-5 |
| 9.1.1.2 | Kebutuhan <i>Steam</i> | IX-7 |
| 9.1.1.3 | Kebutuhan Air Sanitasi | IX-9 |

| | | |
|---------------|--|-------------|
| 9.1.2 | Pengolahan Air | IX-11 |
| 9.1.3 | Kebutuhan Bahan Kimia Untuk Pengolahan Air..... | IX-12 |
| 9.1.4 | Spesifikasi Alat Unit Penyediaan Air | IX-13 |
| 9.2 | Unit Pembangkit Listrik | IX-28 |
| 9.3 | Unit Penyediaan Bahan Bakar..... | IX-28 |
| 9.4 | Unit Pengelolaan Limbah..... | IX-30 |
| 9.4.1 | Spesifikasi Alat Pengelolaan Limbah | IX-31 |
| BAB X | EVALUASI EKONOMI..... | X-1 |
| 10.1 | Penafsiran Harga Peralatan..... | X-2 |
| 10.2 | Penentuan Total Investasi Modal (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-6 |
| 10.3 | Penentuan Total Biaya Total Produksi | X-6 |
| 10.3.1 | <i>Manufacturing Cost</i> (MC) | X-6 |
| 10.3.2 | <i>General Expence</i> | X-8 |
| 10.4 | Total Penjualan | X-9 |
| 10.5 | Perkiraan Rugi/Laba Usaha..... | X-9 |
| 10.6 | Analisis Kelayakan..... | X-9 |
| 10.6.1 | <i>Percent Profit on Sales</i> (POS) | X-9 |
| 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-10 |
| 10.6.5 | <i>Interest Rate of Return</i> (IRR)..... | X-11 |
| 10.6.6 | <i>Break Even Point</i> (BEP) | X-11 |
| 10.6.7 | <i>Shut Down Point</i> (SDP) | X-12 |
| BAB XI | KESIMPULAN | XI-1 |
| | DAFTAR PUSTAKA | DP-1 |
| | LAMPIRAN A | A-1 |
| | LAMPIRAN B | B-1 |
| | LAMPIRAN C | C-1 |

LAMPIRAN D D-1

LAMPIRAN EE-1

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|--------|
| Gambar 1.1 Struktur Kimia Mononitrotoluena..... | I-2 |
| Gambar 1.2 Struktur Kimia Toluena | I-2 |
| Gambar 1.3 Struktur Kimia Asam Nitrat..... | I-3 |
| Gambar 1.4 Struktur Kimia Asam Sulfat..... | I-3 |
| Gambar 1.5 Grafik Perhitungan dengan Metode Regresi Linear | I-10 |
| Gambar 2.1 Diagram Alir Kualitatif Prarancangan Pabrik Mononitrotoluena | II-6 |
| Gambar 2.2 Diagram Alir Kuantitatif Prarancangan Pabrik Mononitrotoluena | II-7 |
| Gambar 2.3 <i>Process Engineering Flow Diagram</i> Prarancangan Pabrik Mononitrotoluena | II-8 |
| Gambar 5.1 Desain Alat Utama Reaktor (R-210)..... | V-17 |
| Gambar 5.2 Desain Alat Utama Menara Distilasi (D-320) | V-18 |
| Gambar 7.1 Peta Lokasi Rencana Pendirian Pabrik Mononitroroluena | VII-5 |
| Gambar 7.2 Tata Letak Bangunan Pabrik Mononitrotoluena..... | VII-7 |
| Gambar 7.3 Skema Alat Proses Pabrik Mononitrotoluena..... | VII-9 |
| Gambar 8.1 Bagan Stuktur Organisasi Pabrik Mononitrotoluena ... | VIII-4 |
| Gambar 9.1 Diagram Utilitas | IX-35 |
| Gambar 10.1 <i>Break Even Point</i> dan <i>Shut Down Point</i> | X-1 |

DAFTAR TABEL

| | | |
|------------------|--|---------|
| Tabel 1.1 | Pabrik Indonesia yang Menggunakan Mononitrotoluena..... | I-5 |
| Tabel 1.2 | Data Mononitrotoluena Asetat di Luar Negeri | I-6 |
| Tabel 1.3 | Data Impor Mononitrotoluena di Indonesia | I-7 |
| Tabel 2.1 | Proses Pembuatan Mononitrotoluena | II-3 |
| Tabel 2.2 | Nilai ΔH_f° dan ΔG_f° | II-5 |
| Tabel 3.1 | Neraca Massa <i>Continuous Stirred Tank Reactor</i> (R-210).... | III-1 |
| Tabel 3.2 | Neraca Massa <i>Decanter</i> (H-310)..... | III-2 |
| Tabel 3.3 | Neraca Massa Menara Distilasi (D-320) | III-3 |
| Tabel 4.1 | Neraca Panas <i>Heater</i> 1 (E-112)..... | I-6 |
| Tabel 4.2 | Neraca Panas <i>Heater</i> 2 (E-122)..... | I-8 |
| Tabel 4.3 | Neraca Panas <i>Heater</i> 3 (E-132)..... | I-9 |
| Tabel 4.4 | Neraca Panas <i>Continuous Stirred Tank Reactor</i> (R-210).... | I-10 |
| Tabel 4.5 | Neraca Panas <i>Decanter</i> (H-310)..... | I-6 |
| Tabel 4.6 | Neraca Panas <i>Heater</i> 4 (E-312)..... | I-8 |
| Tabel 4.7 | Neraca Panas Menara Distilasi (D-320) | I-9 |
| Tabel 4.8 | Neraca Panas <i>Cooler</i> 1 (E-324)..... | I-10 |
| Tabel 4.9 | Neraca Panas <i>Cooler</i> 2 (E-327)..... | I-10 |
| Tabel 6.1 | Instrumentasi pada Alat-Alat di Pabrik Mononitrotoluena | VI-6 |
| Tabel 6.2 | Alat Pelindung Diri (APD)..... | VI-21 |
| Tabel 7.1 | Rincian Luas Tanah dan Bangunan Pabrik..... | VII-6 |
| Tabel 8.1 | Jadwal Kerja Masing-Masing Per Kelompok..... | VIII-10 |
| Tabel 8.2 | Penggolongan Jabatan | VIII-10 |
| Tabel 8.3 | Jumlah Karyawan beserta Gaji | VIII-13 |
| Tabel 9.1 | Syarat-syarat Air Pengisi Ketel Uap dan Air Ketel Uap | IX-5 |
| Tabel 9.2 | Kebutuhan Air Pendingin..... | IX-6 |
| Tabel 9.3 | Kebutuhan Air <i>Steam</i> | IX-9 |
| Tabel 9.4 | Kebutuhan Air Keseluruhan | IX-11 |
| Tabel 9.5 | Standar Kualitas Air Bersih..... | IX-12 |

DAFTAR NOTASI

| | |
|----------------------|---|
| F | = Nilai kebutuhan produksi pada tahun 2027 |
| P | = Besarnya impor pada tahun 2022 (Ton/Tahun) |
| i | = Rata-rata pertumbuhan |
| n | = Selisih tahun |
| m ₁ | = Nilai impor 2028 (Ton/Tahun) |
| m ₂ | = Produksi pabrik dalam negeri (Ton/Tahun) |
| m ₃ | = Kapasitas pabrik yang akan didirikan pada tahun 2028 (Ton/Tahun) |
| m ₄ | = Nilai ekspor tahun 2028 (Ton/Tahun) |
| m ₅ | = Nilai konsumsi tahun 2028 (Ton/Tahun) |
| ΔH°_f | = Entalpi (kJ/mol) |
| ΔG°_f | = Energi Bebas Gibbs Reaksi Standar (kJ/mol) |
| R | = Tetapan Gas Ideal (0,008314 (kJ/mol.K) |
| T | = Temperatur (K) |
| K | = Konstanta Keseimbangan |
| -r _A | = Kecepatan reaksi (L ² /mol ² jam) |
| k | = Konstanta kecepatan reaksi (L ² /mol ² s) |
| C _A | = Konsentrasi zat A (kmol/L) |
| C _B | = Konsentrasi zat B (kmol/L) |
| A | = Faktor tumbukan tingkat percampuran zat-zat yang bereaksi |
| E | = Energi aktivasi |
| R | = Tetapan gas umum |
| T _m | = Suhu mutlak |
| T | = Toluena |
| AN | = Asam Nitrat |
| AS | = Asam Sulfat |
| W | = Air |

| | |
|-----|---|
| MNT | = Mononitrotoluena |
| NPS | = <i>Nominal Pipe Size</i> |
| IPS | = <i>Iron Pipe Size</i> |
| OD | = <i>Outside Diameter</i> |
| ID | = <i>Inside Diameter</i> |
| A | = <i>Sectional Area</i> |
| Ey | = Harga alat pada tahun pemesanan |
| Ex | = Harga alat pada tahun referensi |
| Ny | = Nilai indeks tahun pabrik berdiri |
| Nx | = Nilai indeks tahun referensi |
| Ea | = Harga alat dengan kapasitas diketahui |
| Eb | = Harga alat dengan kapasitas dicari |
| Ca | = Kapasitas alat x |
| Cb | = Kapasitas alat y |
| Fa | = <i>Fixed Manufacturing cost</i> |
| Ra | = <i>Regular cost</i> |
| Va | = <i>Variable cost</i> |
| Sa | = Penjualan produk |

INTISARI

Mononitrotoluena (MNT) merupakan produk dari senyawa organik turunan termetilasi dari nitrobenzena. MNT biasanya digunakan untuk bahan dasar cat, bahan peledak, bahan farmasi, pembuatan pestisida, parfum dan bahan campuran industri karet di Indonesia saat ini belum terdapat pabrik MNT, sehingga untuk memenuhi kebutuhan MNT di Indonesia, perlu dilakukan prarancangan pabrik MNT dengan kapasitas 25.000 ton/tahun dengan bahan baku toluena dan asam campuran. Pabrik MNT ini direncanakan didirikan pada tahun 2028.

Metode untuk pembuatan MNT menggunakan proses nitrasi. Proses yang digunakan untuk pelaksanaan pabrik ini yaitu dengan mereaksikan toluena dan asam campuran dengan bantuan katalisator asam sulfat (H_2SO_4). Reaksi akan dilakukan dalam *continuous stirrer tank reactor* (CSTR) secara kontinu pada suhu $50^\circ C$ dan tekanan 1 atm. Keluaran reaktor berupa fasa organik dan fasa nonorganik. Fasa organik diumpangkan menuju menara distilasi untuk memurnikan produk MNT dengan kemurnian 99% *impurities* toluena 1% sebagai hasil bawah menara distilasi, sedangkan hasil atas menara distilasi berupa air, toluena, dan sedikit MNT. Sementara fasa non-organik dilakukan pengolahan limbah.

Hasil dari perhitungan evaluasi ekonomi untuk pendirian pabrik mononitrotoluena, membutuhkan modal tetap sebesar Rp262.871.429.069,92,-, modal kerja Rp96.251.756.062,08,-, *manufacturing cost* Rp346.795.176.798,28,-, dan pengeluaran umum Rp170.968.853.290,65,-. Harga jual produksi sebesar Rp799.795.833.251,43,- per tahun, dengan keuntungan sebelum dan sesudah pajak berturut-turut Rp245.873.547.144,82,- per tahun dan Rp159.817.805.644,13,-. Nilai *Return on Investment* (ROI) setelah pajak untuk pabrik ini sebesar 61%, *Pay Out Time* (POT) sesudah pajak sebesar 1,41 tahun, sedangkan *Break Even Point* (BEP) sebesar 46,58 %, dan *Shut Down Point* (SDP) sebesar 29,70%. Nilai-nilai hasil perhitungan menunjukkan bahwa pabrik mononitrotoluena ini layak untuk dipertimbangkan pendiriannya dan dapat diteruskan ke tahap rancangan pabrik.

Kata Kunci: Mononitrotoluena (MNT), Asam Sulfat, Asam Nitrat, Toluena