

**PRARANCANGAN PABRIK DIFENILAMIN DARI ANILIN
MENGUNAKAN METODE KONDENSASI FASE UAP KAPASITAS
60.000 TON/TAHUN**

*PRE-DESIGN OF DIPHENYLAMINE PLANT FROM ANILINE BY VAPOR
PHASE CONDENSATION METHOD WITH 60,000 TON/YEAR CAPACITY*



DISUSUN OLEH:

FARAH PEBRIANTI	2010814220030
ERMILA RAMADANI AISYAH	2010814220038

DOSEN PEMBIMBING:

RIANI AYU LESTARI, S.T., M.Eng.

NIP. 19860429 202321 2 031

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

2024

**PRARANCANGAN PABRIK DIFENILAMIN DARI ANILIN
MENGUNAKAN METODE KONDENSASI FASE UAP KAPASITAS
60.000 TON/TAHUN**

*PRE-DESIGN OF DIPHENYLAMINE PLANT FROM ANILINE BY VAPOR
PHASE CONDENSATION METHOD WITH 60,000 TON/YEAR CAPACITY*



DISUSUN OLEH:

FARAH PEBRIANTI	2010814220030
ERMILA RAMADANI AISYAH	2010814220038

DOSEN PEMBIMBING:

RIANI AYU LESTARI, S.T., M.Eng.

NIP. 19860429 202321 2 031

**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 Difenilamin Dari Anilin Menggunakan Metode
Kondensasi Fase Uap Kapasitas 60.000 Ton/Tahun**

Oleh:

Farah Pebrianti (2010814220030)

Ermila Ramadani Aisyah (2010814220038)

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada 16 Desember 2024 dan dinyatakan

LULUS

Komite Penguji:

Ketua : Prof. Ir. Muthia Elma, S.T., M.Sc., Ph.D.

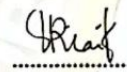
NIP. 197405212002122003

Anggota : Awali Sir Kautsar Harivram, S.T., M.T.

NIP. 198910302020121006

Pembimbing : Riani Ayu Lestari, S.T., M.Eng.

NIP. 19860429 202321031



Banjarbaru, 30 Desember 2024

diketahui dan disahkan oleh:

Wakil Dekan Bidang Akademik

Koordinator Program Studi

Fakultas Teknik ULM,

Sid. Teknik Kimia



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

NIP. 197401071998021001



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

NIP. 198101122003121001

**LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

**PRARANCANGAN PABRIK DIFENILAMIN DARI ANILIN
MENGUNAKAN METODE KONDENSASI FASE UAP KAPASITAS
60.000 TON/TAHUN**

Disusun Oleh:

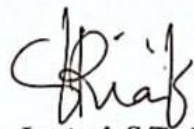
Farah Pebrianti (2010814220030)

Ermila Ramadani Aisyah (2010814220038)

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

Banjarbaru, 25 November 2024

Dosen Pembimbing



Riani Ayu Lestari, S.T., M.Eng.

NIP. 19860429 202321 2 031

**LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN
HASIL TUGAS AKHIR**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	NIM
Farah Pebrianti	2010814220030
Ermila Ramadani Aisyah	2010814220038

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, Januari 2025



Farah Pebrianti

NIM. 2010814220030

Banjarbaru, Januari 2025



Ermila Ramadani Aisyah

NIM. 2010814220038

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul "Prarancangan Pabrik Difenilamin dari Anilin Menggunakan Metode Kondensasi Fase Uap Kapasitas 60.000 Ton/Tahun" sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi S-1 dan untuk meraih gelar Sarjana Teknik di Program Studi S-1 Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Orang tua, kakak dan adik kami tercinta yang tanpa henti selalu memberikan doa, semangat serta dukungan baik moral maupun moril yang sangat berarti bagi kehidupan kami.
2. Bapak Dr. Doni Rahmat Wicakso, S.T., M.Eng. Selaku Ketua Prodi S-1 Teknik Kimia ULM yang sudah banyak memberikan saran dan masukan selama perkuliahan.
3. Ibu Riani Ayu Lestari, S.T., M.Eng. Selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah membimbing penulis serta memberikan arahan berupa saran atau masukan dalam pengerjaan tugas akhir. Terimakasih kepada ibu karena telah memberikan ilmu yang bermanfaat kepada penulis serta telah bersedia dalam meluangkan waktu untuk saat konsultasi.
4. Ibu Prof. Ir. Muthia Elma, S.T., M.Sc., Ph.D dan Bapak Awali Sir Kautsar Harivram, S.T., M.T. Selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan, kritik dan saran untuk mendapatkan hasil terbaik pada tugas akhir ini.
5. Seluruh dosen Program Teknik Kimia yang namanya tidak dapat kami sebutkan satu persatu, yang telah memberikan bantuan dalam pengerjaan tugas akhir ini serta senantiasa memberikan banyak ilmu yang bermanfaat selama masa perkuliahan.
6. Seluruh staf Program Studi Teknik Kimia yang telah memberikan bantuan dalam hal administrasi sebagai mahasiswa ULM.
7. Seluruh teman seperjuangan Teknik Kimia ULM angkatan 2020 yang kami sayangi dan terimakasih telah membantu, memberikan informasi, saran dan

masukannya selama perkuliahan berlangsung maupun dalam pengerjaan tugas akhir.

8. Para teknisi Laboratorium Teknologi Proses dan Operasi Teknik Kimia yang telah mengizinkan kami dalam mengerjakan penelitian dan tugas akhir ini.
9. HIMATEKKIM ULM organisasi yang telah menjalankan kegiatan kemahasiswaan serta merangkul mahasiswa Teknik Kimia.
10. Seluruh teman dan sahabat penulis, terimakasih atas dukungan dan doanya.
11. Ruang Baca yang telah menyediakan tempat yang nyaman bagi penulis dalam pengerjaan tugas akhir.

Penulis menyadari banyaknya kekurangan pada tugas akhir ini, sebagai manusia yang tidak luput dari kesalahan maka dengan senang hati penulis menerima kritik dan saran yang membangun dari pembaca agar dapat menghasilkan tugas akhir yang maksimal. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Banjarbaru, November 2024

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
INTISARI	I-1
BAB I PENDAHULUAN	I-1
1.1 Latar Belakang.....	I-1
1.2 Tinjauan Pustaka.....	I-2
1.3 Penentuan Kapasitas Pabrik.....	I-4
1.4 Spesifikasi Bahan Baku, Katalis, dan Produk	I-7
BAB II PEMILIHAN DAN URAIAN PROSES	II-1
2.1 Seleksi Proses	II-1
2.2 Uraian Proses	II-3
2.3 Diagram Alir.....	II-6
2.4 Tinjauan Termodinamika.....	II-8
2.5 Tinjauan Kinetika	II-11
BAB III NERACA MASSA	III-1
BAB IV NERACA PANAS	IV-1
BAB V SPESIFIKASI ALAT PROSES	V-1
BAB VI INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA	VI-1
6.1 Instrumentasi.....	VI-1
6.2 Keselamatan Kerja.....	VI-7
6.3 Keselamatan Kerja Pada Pabrik Pembuatan Difenilamin	VI-8
BAB VII TATA LETAK PABRIK	VII-1
7.1 Lokasi Pabrik.....	VII-1
7.2 Tata Letak Bangunan dan Alat Proses.....	VII-8
BAB VIII ORGANISASI DAN MANAJEMEN PERUSAHAAN	VIII-1
8.1 Bentuk Badan Usaha Perusahaan	VIII-1

8.2 Manajemen Perusahaan	VIII-4
8.3 Struktur Organisasi Perusahaan	VIII-5
8.4 Uraian Tugas Wewenang, dan Tanggung Jawab.....	VIII-7
8.5 Pembagian Jam Kerja Karyawan.....	VIII-15
8.6 Status Karyawan dan Sistem Upah.....	VIII-17
8.7 Penggolongan Jabatan, Jumlah, dan Gaji Karyawan.....	VIII-17
8.8 Tata Tertib	VIII-20
8.9 BPJS Ketenagakerjaan dan Fasilitas Tenaga Kerja	VIII-23
BAB IX UTILITAS	IX-1
9.1 Unit Pengolahan Air	IX-1
9.2 Unit Penyedia Uap (steam).....	IX-27
9.3 Unit Penyedia Pendingin (dowtherm)	IX-28
9.4 Unit Penyedia Udara Tekan.....	IX-29
9.5 Unit Penyedia Listrik.....	IX-30
9.6 Unit Penyedia Bahan Bakar.....	IX-31
9.7 Unit Pengolahan Limbah	IX-32
BAB X EVALUASI EKONOMI.....	X-1
10.1 Penaksiran Harga Peralatan	X-1
10.2 Penentuan Investasi Modal Total (TCI)	X-3
10.3 Penentuan Biaya Total Produksi (Total Production Cost).....	X-6
10.4 Total Penjualan	X-9
10.5 Perkiraan Laba Usaha	X-9
10.6 Analisa Kelayakan	X-9
BAB XI KESIMPULAN	XI
DAFTAR PUSTAKA	DP-1
LAMPIRAN A Perhitungan Neraca Massa	A-1
LAMPIRAN B Perhitungan Neraca Panas	B-1
LAMPIRAN C Perhitungan Spesifikasi Alat	C-1
LAMPIRAN D Perhitungan Utilitas.....	D-1
LAMPIRAN E Perhitungan Evaluasi Ekonomi	E-1

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Struktur Kimia Difenilamin	I-2
Gambar 1.2 Struktur Kimia Anilin	I-3
Gambar 2.1 Diagram Alir Kualitatif Prarancangan Pabrik Difenilamin dari Anilin Kapasitas 60.000 ton/tahun	II-6
Gambar 2.2 Diagram Alir Kuantitatif Prarancangan Pabrik Difenilamin dari Anilin Kapasitas 60.000 ton/tahun	II-7
Gambar 7.1 Peta Lokasi Rencana Pendirian Pabrik Difenilami	VII-7
Gambar 7.2 Tata Letak Bangunan Pabrik Difenilamin.....	VII-11
Gambar 7.3 Tata Letak Alat Proses Pabrik Difenilamin.....	VII-16
Gambar 8.1 Bagan Stuktur Organisasi Perusahaan.....	VIII-6
Gambar 10.1 <i>Break Event Point</i> dan <i>Shut Down Point</i> Prarancangan Pabrik Difenilamin dengan Kapasitas 60.000 ton/tahun	X-14

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Data Impor Difenilamin di Indonesia	I-4
Tabel 1.2 Kapasitas Pabrik Difenilamin di Dunia	I-6
Tabel 1.3 Kapasitas Pabrik Anilin di Dunia	I-6
Tabel 2.1 Macam-Macam Proses Pembuatan Difenilamin.....	II-2
Tabel 2.2 Harga Bahan Baku dan Produk.....	II-3
Tabel 2.3 Nilai ($\Delta H^{\circ}f$) dan ($\Delta G^{\circ}f$)	II-8
Tabel 2.4 Nilai Cp untuk masing-masing komponen.....	II-8
Tabel 2.5 Data Kinetika Reaksi Konversi Fase Uap Anilin	II-11
Tabel 3.1 Neraca Massa pada <i>Mixer</i>	III-1
Tabel 3.2 Neraca Massa pada Reaktor	III-2
Tabel 3.3 Neraca Massa pada Separator	III-3
Tabel 3.4 Neraca Massa pada Separator 2	III-3
Tabel 4.1 Neraca Panas pada <i>Vaporizer</i> 1	IV-1
Tabel 4.2 Neraca Panas pada Kompresor 1	IV-2
Tabel 4.3 Neraca Panas pada <i>Heater</i>	IV-3
Tabel 4.4 Neraca Panas pada Reaktor	IV-3
Tabel 4.5 Neraca Panas pada <i>Expander</i>	IV-4
Tabel 4.6 Neraca Panas pada Kondensor 1	IV-5
Tabel 4.7 Neraca Panas pada Separator 1	IV-5
Tabel 4.8 Neraca Panas pada Kompresor 2	IV-6
Tabel 4.9 Neraca Panas pada Kondensor 2.....	IV-7
Tabel 4.10 Neraca Panas pada <i>Vaporier</i> 2	IV-7
Tabel 4.11 Neraca Panas pada Separator 2	IV-8
Tabel 4.12 Neraca Panas pada <i>Cooler</i>	IV-9
Tabel 4.13 Neraca Panas pada <i>Drum Flaker</i>	IV-10
Tabel 4.14 Neraca Panas pada Kondensor 3.....	IV-10
Tabel 6.1 Instrumentasi pada Prarancangan Pabrik Difenilamin.....	VI-3
Tabel 6.2 Alat Pelindung Pekerja pada Prarancangan Pabrik Difenilamin	VI-12
Tabel 7.1 Perincian Luas Tanah dan Bangunan Pabrik	VII-12

Tabel 8.1 Jadwal Siklus Kerja Setiap Kelompok.....	VIII-16
Tabel 8.2 Penggolongan Jabatan Kerja.....	VIII-17
Tabel 8.3 Jumlah Karyawan dan Rincian Gaji Karyawan	VIII-20
Tabel 9.1 Kebutuhan <i>steam</i>	IX-3
Tabel 9.2 Kebutuhan air pendingin.....	IX-5
Tabel 9.3 Kebutuhan air sanitasi.....	IX-6
Tabel 9.4 Kebutuhan air keseluruhan.....	IX-6
Tabel 9.5 Standar kualitas air sanitasi.....	IX-7
Tabel 9.6 Syarat-syarat air umpan <i>boiler</i>	IX-12

INTISARI

Difenilamin ($C_{12}H_{11}N$) merupakan salah satu senyawa kimia berbentuk kristal dan tidak berwarna. Difenilamin dapat digunakan sebagai antioksidan pada berbagai polimer dan elastomer, dan prekursor untuk sintesis kimia pewarna. Sampai saat ini Indonesia masih mengimpor difenilamin dari negara lain untuk kebutuhan industri, sehingga untuk memenuhinya perlu dilakukan prarancangan pabrik difenilamin dengan pertimbangan kapasitas sebesar 60.000 ton/tahun yang direncanakan berdiri pada tahun 2029.

Pabrik akan didirikan di Kawasan Industri JIPE Gresik yang berada di dekat Sungai Mireng. Produk difenilamin diperoleh dari reaksi kondensasi fase uap anilin menggunakan katalis *activated alumina* (Al_2O_3). Reaktor yang digunakan adalah *multitubular fixed bed* yang beroperasi pada temperatur $450^\circ C$, tekanan 5 atm, dan reaksi bersifat eksotermis. Reaksi menghasilkan difenilamin fase gas dengan yield sebesar 94%. Selanjutnya, difenilamin dimurnikan dalam separator 1 dan separator 2 kemudian menuju *drum flaker* untuk didapatkan difenilamin dengan kemurnia 99,9%.

Pemasaran produk difenilamin diutamakan untuk kebutuhan dalam negeri dan juga dipasarkan ke luar negeri (ekspor). Bentuk perusahaan berupa Perseroan Terbatas (PT) dengan sistem organisasi *line* dan *staff* dengan jumlah karyawan 134 orang. Adapun hasil analisa ekonomi diperoleh investasi modal total (TCI) Rp 6.397.473.512.894,7200 dan hasil penjualan Rp 7.421.563.737.522,1500. Selain itu diperoleh *Return of Investment* (ROI) sebelum pajak sebesar 41% dan sesudah pajak 27%. *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak 1,9 tahun dan sesudah pajak 2,7 tahun. Sehingga diperoleh *Break Event Point* (BEP) sebesar 45% dan *Shut Down Point* (SDP) sebesar 29%. Berdasarkan pertimbangan hasil evaluasi tersebut, maka pabrik difenilamin dengan kapasitas 60.000 ton/tahun ini layak untuk dipertimbangkan pendiriannya dan dapat diteruskan ke tahap perencanaan pabrik. .

Kata kunci: anilin, difenilamin, katalis Al_2O_3 , kondensasi fase uap, *multitubular fixed bed reactor*