

LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK KIMIA

**Prarancangan Pabrik Antrakuinon dari Ftalat Anhidrida dan Benzena dengan Proses
Friedel-Crafts Kapasitas 35.000 Ton/Tahun**

Oleh:

Dini Maulida (1910814120008)
Putri Handayani (1910814220012)

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada 27 Desember 2023 dan dinyatakan

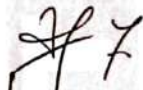
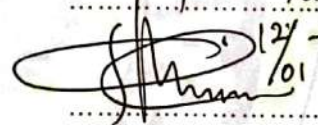
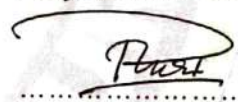
L U L U S

Komite Penguji :

Ketua : Jefriadi, S.T., M.Eng.
NIP. 19880827201709108050

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

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

 11/01 - 2024
 12/01 - 2024
 11/01 - 2024

Banjarbaru,
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 ANTRAKUINON DARI FTALAT
ANHIDRIDA DAN BENZENA DENGAN PROSES *FRIEDEL-CRAFTS*
KAPASITAS 35.000 TON/TAHUN**

*PRE-DESIGN OF ANTHRAQUINONE PLANT BY FRIEDEL-CRAFTS
PROCESS FROM PHTHALIC ANHYDRIDE AND BENZENE WITH 35.000
TONS/YEAR CAPACITY*

Oleh :

DINI MAULIDA 1910814120008
PUTRI HANDAYANI 1910814220012

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

Banjarbaru, 14 Desember 2023

Dosen Pembimbing



Primata Mardina, S.T., M.Eng., Ph.D.

NIP. 19810324 200604 2 002

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah Subhanahu Wa Ta'ala karena atas rahmat-Nya maka penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul "Prarancangan Pabrik Antrakuinon dari Ftalat Anhidrida dan Benzena dengan Proses *Friedel-Crafts* Kapasitas 35.000 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, saudara dan seluruh keluarga besar kami yang telah memberikan segala bantuan, dukungan moral dan moril serta doa yang tiada henti kepada kami mulai dari awal kuliah sampai kami menyelesaikan perkuliahan.
2. Bapak Dr. Doni Rahmat Wicakso, ST., M.Eng selaku Ketua program studi S-1 Teknik Kimia ULM yang telah memberikan masukan terhadap perkuliahan kami.
3. Ibu Primata Mardina, ST., M.Eng., Ph.D selaku dosen pembimbing tugas akhir kami di Program Studi S-1 Teknik Kimia ULM yang telah sangat sabar membimbing dan sangat banyak memberikan bantuan berupa saran atau masukan yang berguna dalam kemajuan tugas akhir ini.
4. Bapak Jefriadi, S.T., M.Eng. dan Bapak Dr. Ir. Agus Mirwan, S.T., M.T., selaku dosen penguji sidang tugas akhir yang telah membantu kami dalam memberikan masukan, saran dan kritik untuk hasil yang terbaik pada tugas akhir ini.
5. Ibu Prof. Ir. Iryanti Fatyasari Nata, S.T., M.T., Ph.D dan Ibu Rinna Juwita, S.T., M.T selaku Koordinator Tugas Akhir
6. 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.
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 2019 yang sangat kami sayangi dan cintai yang selalu membantu, selalu dengan senang hati berbagi informasi dan tukar pendapat mengenai tugas akhir, tanpa kalian semua kami tidak akan menjadi seperti sekarang dan tanpa adanya kalian masa perkuliahan kami tidak akan berwarna dan indah ini untuk dikenang.
9. Seluruh keluarga besar Teknik Kimia ULM Mahasiswa dan Alumni angkatan 2005-2018 yang telah mau meluangkan waktunya untuk berbagi informasi, memberikan saran serta memberikan beberapa literatur yang sangat membantu dalam pengerjaan tugas akhir ini.
10. Teknisi Laboratorium Teknologi Proses, Komputasi & Permodelan dan Operasi Teknik Kimia yang telah mengizinkan kami untuk mengerjakan penelitian dan tugas akhir ini
11. Seluruh teman dan sahabat kami yang berada di luar sana yang tidak bisa kami sebutkan satu-persatu, terimakasih atas bantuan dan doanya.
12. Serta semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu-persatu, terimakasih untuk semua masukan, bantuan dan kerjasamanya.

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, Desember 2023

Penulis

INTISARI

Antrakuinon merupakan golongan dari senyawa glikosida dan termasuk turunan kuinon. Senyawa ini berfungsi sebagai bahan baku dalam pembuatan pewarna untuk industri tekstil serta efektif sebagai katalis dalam industri *pulp* dan kertas. Peluang didirikannya pabrik antrakuinon di Indonesia cukup besar karena di Indonesia belum terdapat pabrik antrakuinon. Pabrik direncanakan akan berdiri pada tahun 2027 dengan kapasitas 35.000 Ton/Tahun di daerah Kecamatan Bungah, Kabupaten Gresik, Jawa Timur dengan luas tanah $\pm 109.515 \text{ m}^2$. Pabrik beroperasi selama 330 hari dalam setahun dengan jumlah tenaga kerja 148 orang.

Pembuatan antrakuinon menggunakan proses *friedel-crafts* dengan bantuan katalis aluminium klorida pada reaktor *batch* 1. Reaktor 1 beroperasi pada suhu 50°C dan tekanan 1 atm. Konversi yang dihasilkan adalah 95%. Produk dari reaktor 1 akan masuk ke dalam *flash evaporator* untuk memisahkan komponen berdasarkan titik didih dan volatilitasnya. Produk atas *flash evaporator* akan menuju katalis regenerasi dan produk bawah berupa *benzoyl benzoic acid* menuju reaktor *batch* 2. Reaktor 2 beroperasi pada 100°C dan tekanan 1 atm. Konversi antrakuinon yang dihasilkan adalah 93%. Produk keluaran reaktor 2 kemudian dialirkan menuju ke *neutralizer* untuk menetralkan hasil produk reaktor 2. Selanjutnya dialirkan menuju ke dekanter untuk memisahkan komponen berdasarkan berat jenisnya. Produk bawah dekanter dialirkan menuju menara distilasi untuk memurnikan produk yang dihasilkan. Produk berupa antrakuinon dengan kemurnian 99% dialirkan menuju ke tangki penyimpanan. Kebutuhan utilitas di ambil dari sungai Bengawan Solo, Jawa Timur sebanyak 70.453,873 kg/jam, sedangkan kebutuhan listrik untuk operasional pabrik sebesar 1.927,8123 kW.

Pemasaran antrakuinon untuk konsumsi dalam negeri dan luar negeri. Analisa ekonomi didapatkan hasil *Total Capital Investment* (TCI) sebesar Rp.720.875.808.355,55. Selain itu, diperoleh juga *Return of Investment* (ROI) sebelum pajak sebesar 40,10% dan *Return of Investment* (ROI) sesudah pajak sebesar 26,06%. *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak sebesar 2,079 tahun dan *Pay Out Time* (POT) sesudah pajak sebesar 2,936 tahun. Sehingga diperoleh *Break Event Point* (BEP) sebesar 45% dan *Shut Down Point* (SDP) sebesar 28,64%. Berdasarkan pertimbangan hasil evaluasi tersebut, maka pabrik antrakuinon dengan kapasitas 35.000 ton/tahun ini layak untuk didirikan.

Kata Kunci: antrakuinon, benzena, *friedel-craft*, ftalat anhidrida

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
INTISARI	xiii
BAB I PENDAHULUAN	I-1
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Tinjauan Pustaka	I-2
1.2.1 Antrakuinon	I-2
1.2.2 Ftalat Anhidrida	I-3
1.2.3 Benzena	I-3
1.2.4 Aluminium Klorida	I-4
1.2.5 <i>Benzoyl Benzoic Acid</i>	I-4
1.2.6 Asam Sulfat	I-5
1.2.7 Natrium Hidroksida	I-5
1.2.8 Natrium Sulfat	I-6
1.3 Penentuan Kapasitas Pabrik	I-6
1.3.1 Ketersediaan Bahan Baku	I-6
1.3.2 Perkiraan Kebutuhan Antrakuinon di Indonesia	I-7
1.3.2.1 Penentuan Kapasitas Pabrik dengan Metode <i>Discounted</i>	I-7
1.3.2.2 Penentuan Kapasitas Pabrik dengan Metode Regresi Linear	I-9
1.3.3 Kapasitas Pabrik Antrakuinon yang Sudah Beroperasi	I-10
1.4 Spesifikasi Bahan	I-9
1.4.1 Spesifikasi Bahan Baku.....	I-12
1.4.2 Spesifikasi Bahan Pembantu	I-12
1.4.3 Spesifikasi Produk Antara.....	I-14
1.4.4 Spesifikasi Produk.....	I-15

BAB II PEMILIHAN DAN URAIAN PROSES.....	II-1
2.1 Seleksi Proses.....	II-1
2.1.1 Pemilihan Proses	II-2
2.2 Uraian Proses	II-3
2.2.1 Tahap Persiapan Bahan Baku.....	II-3
2.2.2 Tahap Reaksi.....	II-4
2.2.3 Tahap Pemurnian	II-5
2.2.4 Tinjauan Termodinamika	II-5
2.2.4.1 Entalpi Pembentukan	II-5
2.2.4.2 Energi Bebas Gibbs.....	II-7
2.2.4.3 Konstanta Kesetimbangan.....	II-8
2.2.5 Tinjauan Kinetika.....	II-10
2.3 Diagram Alir Kualitatif.....	II-12
2.4 Diagram Alir Kuantitatif.....	II-13
BAB III NERACA MASSA.....	III-1
3.1 Reaktor 1 (R-210)	III-1
3.2 <i>Flash Evaporator</i> (V-212)	III-2
3.3 Reaktor 2 (R-310)	III-2
3.4 <i>Mixer</i> (M-160).....	III-3
3.5 <i>Neutralizer</i> (N-314).....	III-3
3.6 Dekanter (H-315)	III-4
3.7 Menara Distilasi (D-320)	III-5
BAB IV NERACA PANAS.....	IV-1
4.1 <i>Heater Benzena</i> (E-111).....	IV-1
4.2 Reaktor 1 (R-210)	IV-2
4.3 <i>Flash Evaporator</i> (V-212)	IV-3
4.4 <i>Cooler Flash Evaporator</i> (E-214).....	IV-4
4.5 <i>Heater Asam Sulfat</i> (E-142)	IV-4
4.6 Reaktor 2 (R-310)	IV-5
4.7 <i>Cooler</i> Reaktor 2 (E-313).....	IV-5
4.8 <i>Mixer</i> (M-160).....	IV-6

4.9 <i>Cooler</i> NaOH (E-162).....	IV-7
4.10 <i>Neutralizer</i> (N-314)	IV-7
4.11 Dekanter (E-315)	IV-8
4.12 <i>Heater</i> Menara Distilasi (E-318).....	IV-9
4.13 Menara Distilasi (D-320)	IV-10
4.14 <i>Cooler</i> Distilat (E-324)	IV-11
4.15 <i>Cooler Bottom</i> (E-327).....	IV-11
BAB V SPESIFIKASI ALAT PROSES	V-1
5.1 Tangki Benzena.....	V-1
5.2 Pompa Benzena.....	V-1
5.3 <i>Heater</i> Benzena.....	V-2
5.4 Gudang Ftalat Anhidrida.....	V-2
5.5 <i>Screw Conveyor</i> Ftalat Anhidrida	V-3
5.6 <i>Bucket Elevator</i> Ftalat Anhidrida.....	V-3
5.7 <i>Bin</i> Ftalat Anhidrida	V-4
5.8 Gudang Aluminium Klorida	V-5
5.9 <i>Screw Conveyor</i> Aluminium Klorida.....	V-5
5.10 <i>Bucket Elevator</i> Aluminium Klorida	V-6
5.11 <i>Bin</i> Aluminium Klorida	V-6
5.12 Tangki Asam Sulfat	V-7
5.13 Pompa Asam Sulfat.....	V-7
5.14 <i>Heater</i> Asam Sulfat.....	V-8
5.15 Gudang Natrium Hidroksida.....	V-9
5.16 <i>Screw Conveyor</i> Natrium Hidroksida	V-9
5.17 <i>Bucket Elevator</i> Natrium Hidroksida	V-10
5.18 <i>Bin</i> Natrium Hidroksida	V-10
5.19 <i>Mixer</i>	V-11
5.20 Pompa <i>Mixer</i>	V-12
5.21 <i>Cooler Mixer</i>	V-13
5.22 Reaktor 1	V-13
5.23 Pompa Reaktor 1	V-14

5.24 <i>Flash Evaporator</i>	V-15
5.25 <i>Ejector</i>	V-16
5.26 <i>Barometric Condensor</i>	V-16
5.27 <i>Pompa Brometric Condensor</i>	V-16
5.28 <i>Cooler Flash Evaporator</i>	V-17
5.29 <i>Reaktor 2</i>	V-18
5.30 <i>Pompa Reaktor 2 A</i>	V-19
5.31 <i>Pompa Reaktor 2 B</i>	V-19
5.32 <i>Cooler Reaktor 2</i>	V-20
5.33 <i>Neutralizer</i>	V-21
5.34 <i>Dekanter</i>	V-21
5.35 <i>Pompa Dekanter Atas</i>	V-22
5.36 <i>Pompa Dekanter Bawah</i>	V-23
5.37 <i>Heater Menara Distilasi</i>	V-23
5.38 <i>Menara Distilasi</i>	V-24
5.39 <i>Kondensor</i>	V-25
5.40 <i>Tangki Accumulator Menara Distilasi</i>	V-25
5.41 <i>Pompa Accumulator</i>	V-26
5.42 <i>Cooler Distilat</i>	V-26
5.43 <i>Reboiler</i>	V-27
5.44 <i>Pompa Reboiler</i>	V-28
5.45 <i>Cooler Bottom</i>	V-28
5.46 <i>Tangki Antrakuinon</i>	V-29
BAB VI INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA	VI-1
6.1 <i>Instrumentasi</i>	VI-1
6.2 <i>Keselamatan Kerja</i>	VI-9
BAB VII TATA LETAK PABRIK	VII-1
7.1 <i>Lokasi Pabrik</i>	VII-1
7.2 <i>Tata Letak Pabrik</i>	VII-5
7.3 <i>Tata Letak Peralatan Proses (Process Layout)</i>	VII-9
BAB VIII ORGANISASI DAN MANAJEMEN PERUSAHAAN.....	VIII-1

8.1 Bentuk Organisasi Perusahaan	VIII-1
8.2 Manajemen Perusahaan	VIII-4
8.3 Bentuk Hukum Badan Usaha.....	VIII-5
8.4 Struktur Organisasi Perusahaan.....	VIII-7
8.5 Uraian Tugas, Wewenang dan Tanggung Jawab	VIII-14
8.6 Pembagian Jam Kerja Karyawan.....	VIII-18
8.7 Status Karyawan dan Sistem Upah.....	VIII-20
8.8 Penggolongan Jabatan, Jumlah dan Gaji Karyawan	VIII-21
8.9 Tata Tertib.....	VIII-26
8.10 BPJS Ketenagakerjaan dan Fasilitas Tenaga Kerja.....	VIII-26
BAB IX UTILITAS	IX-1
9.1 Unit Pengolahan Air (Water Treatment)	IX-1
9.2 Unit Penyediaan Steam.....	IX-35
9.3 Unit Penyedia Listrik	IX-36
9.4 Unit Penyedia Bahan Bakar	IX-40
9.5 Unit Pengolahan Limbah	IX-41
BAB X ANALISA EKONOMI	X-1
10.1 Penaksiran Harga Peralatan	X-2
10.2 Penanganan Investasi Modal	X-2
10.3 Penentuan Biaya Total Produksi	X-6
10.4 Total Penjualan	X-9
10.5 Perkiraan Laba Usaha.....	X-9
10.6 Analisa Kelayakan.....	X-10
BAB XI KESIMPULAN	XI-1
DAFTAR PUSTAKA	DP-1
LAMPIRAN.....	Lamp-1

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Rumus Struktur Kimia Antrakuinon	I-2
Gambar 1.2 Rumus Struktur Kimia Ftalat Anhidrida	I-3
Gambar 1.3 Rumus Struktur Kimia Benzena.....	I-3
Gambar 1.4 Rumus Struktur Kimia Aluminium Klorida.....	I-4
Gambar 1.5 Rumus Struktur Kimia <i>Benzoylbenzoic Acid</i>	I-4
Gambar 1.6 Rumus Struktur Kimia Asam Sulfat.....	I-5
Gambar 1.7 Rumus Struktur Kimia Natrium Hidroksida	I-5
Gambar 1.8 Rumus Struktur Kimia Natrium Sulfat.....	I-6
Gambar 1.9 Grafik Perhitungan Kapasitas dengan Metode Regresi Linear ..	I-10
Gambar 2.1 Diagram Alir Kualitatif Prarancangan Pabrik Antrakuinon.....	II-12
Gambar 2.1 Diagram Alir Kuantitatif Prarancangan Pabrik Antrakuinon.....	II-13
Gambar 6.1 Baju Pelindung	VI-9
Gambar 6.2 <i>Safety Helmet</i>	VI-9
Gambar 6.3 Sarung Tangan.....	VI-9
Gambar 6.4 <i>Safety Shoes</i>	VI-10
Gambar 6.5 <i>Ear Muffs</i> dan <i>Ear Plugs</i>	VI-10
Gambar 6.6 <i>Face Shield</i>	VI-11
Gambar 6.7 Kacamata.....	VI-11
Gambar 7.1 Peta Lokasi Rencana Pendirian Pabrik Antrakuinon	VII-4
Gambar 7.2 Tata Letak Bangunan Pabrik	VII-8

Gambar 7.3 Tata Letak Peralatan Proses	VII-11
Gambar 8.1 Bagan Struktur Organisasi Perusahaan	VIII-6
Gambar 10.1 Grafik <i>Break Event Point</i> dan <i>Shut Down Point</i> Prarancangan Pabrik Antrakuinon dengan Kapasitas 35.000 Ton/Tahun.....	X-14

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Sumber Penghasil Bahan Baku di Indonesia	I-7
Tabel 1.2 Data Impor Antrakuinon di Indonesia	I-8
Tabel 1.3 Data Pabrik Antrakuinon yang Telah Berdiri	I-11
Tabel 2.1 Parameter Perbandingan Pemilihan Proses Produksi Antrakuinon .	II-2
Tabel 2.2 Nilai ΔH°_f (kJ/mol) Masing-Masing Komponen	II-6
Tabel 2.3 Nilai ΔG°_f (kJ/mol) Masing-Masing Komponen	II-7
Tabel 6.1 daftar Instrumentasi pada Prarancangan Pabrik Antrakuinon.....	VI-5
Tabel 7.1 Rincian Luas Tanah dan Bangunan Pabrik	VII-6
Tabel 8.1 Jadwal Kerja Masing-Masing Per Kelompok	VIII-16
Tabel 8.2 Penggolongan Jabatan pada Perusahaan Antrakuinon.....	VIII-17
Tabel 8.3 Jumlah Karyawan dan Rincian Gaji Karyawan	VIII-19
Tabel 9.1 Kebutuhan Air Pendingin	XI-2
Tabel 9.2 Kebutuhan <i>Steam</i>	XI-4
Tabel 9.3 Kebutuhan Air Sanitasi untuk Berbagai Kebutuhan	XI-5
Tabel 9.4 Standar Kualitas Air Bersih	XI-6
Tabel 9.5 Syarat-Syarat Air Umpan <i>Boileri</i>	XI-12
Tabel 9.6 Kebutuhan Listrik Alat Proses	XI-33
Tabel 9.7 Kebutuhan Listrik Alat Utilitas.....	XI-34
Tabel 9.8 Kebutuhan Listrik untuk Penerangan.....	XI-35