

**PRARANCANGAN PABRIK N-BUTIL AKRILAT DARI ASAM AKRILAT
DAN N-BUTANOL DENGAN PROSES ESTERIFIKASI KAPASITAS
24.000 TON/TAHUN**

***PRE-DESIGN OF N-BUTYL ACRYLATE PLANT BY ESTERIFICATION
PROCESS BETWEEN ACRYLIC ACID AND N-BUTANOL WITH 24,000
TONS/YEAR CAPACITY***



DISUSUN OLEH:

MUHAMMAD ZAIDAN NAUFAL

1910814210003

DHAMAR RAMADHAN

1910814210019

DOSEN PEMBIMBING

DESI NURANDINI, ST., M.ENG.

NIP. 19871115 201504 2 004

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

2023

TUGAS AKHIR

**PRARANCANGAN PABRIK N-BUTIL AKRILAT DARI ASAM AKRILAT
DAN N-BUTANOL DENGAN PROSES ESTERIFIKASI KAPASITAS
24.000 TON/TAHUN**

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



DISUSUN OLEH:

MUHAMMAD ZAIDAN NAUFAL

1910814210003

DHAMAR RAMADHAN

1910814210019

DOSEN PEMBIMBING

DESI NURANDINI, ST., M.ENG.

NIP. 19871115 201504 2 004

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

2023

LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK KIMIA

Prarancangan Pabrik N-Butil Akriolat dari Asam Akriolat dan N-Butanol dengan Proses
Esterifikasi Kapasitas 24.000 Ton/Tahun

Oleh:

Muhammad Zaidan Naufal (1910814210003)

Dhamar Ramadhan (1910814210019)

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada 9 November 2023 dan
dinyatakan

L U L U S

Komite Penguji :

Ketua : Primata Mardina S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP. 19810324006042002

Anggota : Dr. Abubakar Tuhuloula, S.T., M.T.
NIP. 197508202005011001

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

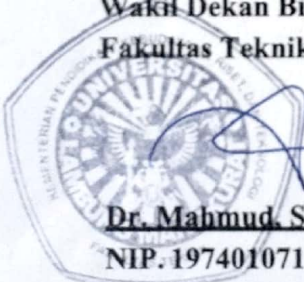
Banjarbaru,
diketahui dan disahkan oleh:

Wakil Dekan Bidang Akademik
Fakultas Teknik ULM,

Dr. Mahmud, S.T., M.T.
NIP. 197401071998021001

Koordinator Program Studi
S-1 Teknik Kimia,

Dr. D. Don Rahmat Wicakso, S.T., M.Eng.
NIP. 198101122003121001



LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN
HASIL TUGAS AKHIR

Saya yang bertandatangan dibawah ini,

Nama	NIM
Muhammad Zaidan Naufal	1901814210003
Dhamar Ramadhan	1910814210019

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 saya buat, semoga dipergunakan sebagaimana mestinya

Banjarbaru, 12 Desember 2023



Muhammad Zaidan Naufal
NIM. 1910814210003



Dhamar Ramadhan
NIM. 1910814210019

PRAKATA

Puji syukur penulis dipanjatkan kehadirat Allah Subhanahu wa Ta'ala. Atas rahmat-Nya jugalah penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul **“Prarancangan Pabrik N-Butil Akrilat dari Asam Akrilat dan N-Butanol dengan Proses Esterifikasi Kapasitas 24.000 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 penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Orang tua tercinta dan kakak 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 memberikan dukungannya.
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 telah sangat sabar membimbing dan sangat banyak memberikan bantuan berupa saran atau masukan yang berguna dalam kemajuan tugas akhir ini.
4. Ibu Primata Mardina, S.T., M.Eng., Ph.D. dosen penguji 1 dan Bapak Dr. Abubakar Tuhuloula, S.T., M.T. selaku dosen penguji 2 sidang tugas akhir yang membantu kami 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 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.

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 selalu membantu selalu dengan senang hati berbagai 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 bermanfaat indah dan seberkah ini.
9. Seluruh keluarga besar Teknik Kimia ULM Mahasiswa dan Alumni yang telah menerima kami dalam keluarga besar ini yang memiliki rasa kekeluargaan yang kuat dan memberikan kami banyak pelajaran yang berharga.
10. Seluruh teman dan sahabat kami yang berada di luar sana yang tidak bisa kami sebutkan satu-persatu, terimakasih atas bantuan dan bantuannya.

Kami menyadari akan keterbatasan dalam menyelesaikan laporan ini. 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, 12 Desember 2023

Penyusun

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	ii
PRAKATA	v
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
INTISARI	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Tinjauan Pustaka.....	I-1
1.2.1 N-Butil Akrilat.....	I-1
1.2.2 Asam Akrilat	I-2
1.2.3 N-Butanol	I-3
1.2.4 <i>Amberlyst-15</i>	I-3
1.3 Penentuan Kapasitas Perancangan.....	I-4
1.3.1 Ketersediaan Bahan Baku.....	I-4
1.3.2 Perkiraan Kebutuhan N-Butil Akrilat di Indonesia	I-5
1.3.2.1 Penentuan Kapasitas Pabrik	I-5
1.3.2.1.1 Penentuan Kapasitas Pabrik dengan Metode	
<i>Discounted</i>	I-5
1.3.2.1.2 Penentuan Kapasitas Pabrik dengan Metode Regresi	
Linear	I-9
1.3.3 Kapasitas Pabrik N-Butil Akrilat yang Sudah Beroperasi	I-10
1.4 Spesifikasi Bahan.....	I-11
1.4.1 Spesifikasi Bahan Baku	I-11
1.4.2 Spesifikasi Bahan Penunjang	I-13
1.4.3 Spesifikasi Produk Utama	I-13
BAB II URAIAN PROSES.....	II-1

2.1	Jenis Proses	II-1
2.1.1	Proses <i>Reppe</i>	II-1
2.1.2	Proses Etilen Sianohidrin	II-1
2.1.3	Proses Esterifikasi Asam Akilat.....	II-2
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 dan Pemisahan Produk	II-5
2.3	Tinjauan Termodinamika.....	II-5
2.3.1	Entalpi Pembentukan.....	II-5
2.3.2	Energi Bebas Gibbs	II-7
2.3.3	Konstanta Keseimbangan	II-9
2.4	Tinjauan Kinetika.....	II-11
2.5	Diagram Alir Kualitatif.....	II-12
2.6	Diagram Alir Kuantitatif.....	II-13
BAB III NERACA MASSA.....		III-1
3.1	Reaktor (R-210)	III-1
3.2	<i>Rotary Drum Vacuum Filter</i> (H-310)	III-2
3.3	Tangki Pengaduk (M-320).....	III-2
3.4	Dekanter (H-330).....	III-3
3.5	Menara Distilasi 1 (D-340)	III-3
BAB IV NERACA PANAS.....		IV-1
4.1	<i>Heater</i> 1 (E-112).....	IV-1
4.2	<i>Heater</i> 2 (E-122).....	IV-2
4.3	Reaktor (R-210)	IV-2
4.4	<i>Rotary Drum Vacuum Filter</i> (H-310)	IV-3
4.5	<i>Cooler</i> 1 (E-313).....	IV-4
4.6	<i>Heater</i> 3 (E-333).....	IV-4
4.7	Menara Distilasi 1 (D-340)	IV-5
4.8	<i>Cooler</i> 2 (E-344).....	IV-6
4.9	<i>Cooler</i> 3 (E-347).....	IV-6

BAB V SPESIFIKASI ALAT	V-1
5.1. Tangki Asam Akrilat (F-110)	V-1
5.2. Pompa Asam Akrilat (L-111)	V-1
5.3. Tangki n-Butanol (F-120).....	V-2
5.4. Pompa n-Butanol (L-121)	V-2
5.5. <i>Heater</i> 1 (E-112).....	V-3
5.6. <i>Heater</i> 2 (E-122).....	V-4
5.7. Gudang Penyimpanan Katalis (F-130).....	V-4
5.8. <i>Belt Conveyor</i> (J-131).....	V-5
5.9. <i>Bucket Elevator</i> (J-132)	V-5
5.10. Bin Katalis (F-133)	V-6
5.11. Reaktor <i>Batch</i> (R-210).....	V-6
5.12. Pompa Reaktor (L-211)	V-7
5.13. Tangki Penampung (F-212)	V-8
5.14. <i>Rotary Drum Vacuum Filter</i> (H-310)	V-8
5.15. Pompa Filtrat <i>Rotary Drum Vacuum Filter</i> (L-311).....	V-9
5.16. Pompa <i>Cake Rotary Drum Vacuum Filter</i> (L-312)	V-9
5.17. <i>Cooler</i> 1 (E-313).....	V-10
5.18. Tangki Pengaduk (M-320).....	V-10
5.19. Dekanter (H-330).....	V-11
5.20. Pompa Hasil Atas Dekanter (L-331).....	V-11
5.21. Pompa Hasil Bawah Dekanter (L-332).....	V-11
5.22. <i>Heater</i> 3 (E-333).....	V-12
5.23. Menara Distilasi (D-340).....	V-12
5.24. Kondensor (E-341).....	V-13
5.25. Akumulator (F-342).....	V-14
5.26. Pompa Hasil Atas MD (L-343).....	V-14
5.27. <i>Cooler</i> 2 (E-344).....	V-14
5.28. <i>Reboiler</i> (E-345)	V-15
5.29. Pompa Hasil Bawah MD (L-346).....	V-16
5.30. <i>Cooler</i> 3 (E-347).....	V-16

5.31. Tangki Penyimpanan n-Butil Akrilat (F-350).....	V-16
BAB VI INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA.....	VI-1
6.1 Instrumentasi.....	VI-1
6.2. Keselamatan Kerja Pabrik.....	VI-6
6.3. Keselamatan Kerja Pada Pabrik Pembuatan n-Butil Akrilat	VI-7
6.3.1. Pencegahan terhadap Kebakaran dan Ledakan	VI-8
6.3.2. Pencegahan terhadap Bahaya Mekanis	VI-9
6.3.3. Pencegahan terhadap Bahaya Listrik.....	VI-10
6.3.4. Alat Pelindung Diri (APD).....	VI-10
6.3.5. Penyediaan Meeting Point dan Poliklinik di Lokasi Pabrik.....	VI-11
6.3.6. Penanganan Alat Proses	VI-11
BAB VII TATA LETAK PABRIK.....	VII-1
7.1 Lokasi Pabrik	VII-1
7.2 Tata Letak Bangunan dan Peralatan Pabrik	VII-5
7.3.1. Tata Letak Bangunan Pabrik	VII-5
7.3.2. Tata Letak Peralatan Proses.....	VII-8
BAB VIII ORGANISASI DAN MANAJEMEN PERUSAHAAN.....	VIII-1
8.1 Organisasi Perusahaan	VIII-1
8.1.1 Bentuk Umum Perusahaan	VIII-1
8.1.2 Struktur Organisasi	VIII-2
8.1.3 Tugas Dan Wewenang.....	VIII-7
8.1.3.1 Dewan Komisaris	VIII-7
8.1.3.2 Direktur Utama.....	VIII-7
8.1.3.3 Direktur	VIII-8
8.1.3.4 Kepala Bagian	VIII-8
8.1.3.5 Kepala Seksi	VIII-10
8.1.3.6 Kepala Sub-Seksi	VIII-13
8.2 Pembagian Jam Kerja Karyawan.....	VIII-14
8.3 Status Karyawan dan Sistem Upah.....	VIII-15
8.4 Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji	VIII-16
8.4.1 Penggolongan Jabatan dan Jumlah Karyawan	VIII-16

8.4.2	Jumlah Karyawan dan Sistem Gaji Pegawai	VIII-17
BAB IX UTILITAS.....		IX-1
9.1	Unit Pengolahan Air	IX-1
9.1.1	Kebutuhan Air Pendingin	IX-1
9.1.2	Kebutuhan Air Umpan Boiler	IX-3
9.1.3	Kebutuhan Air Domestik.....	IX-3
9.1.4	Pengolahan Air	IX-4
9.1.5	Spesifikasi Peralatan Unit Pengolahan Air.....	IX-11
9.2	Unit Penyedia Uap (<i>Steam</i>).....	IX-32
9.3	Unit Pembangkit Listrik.....	IX-34
9.4	Unit Penyedia Bahan Bakar	IX-34
9.5	Unit Pengolahan Limbah	IX-36
BAB X EVALUASI EKONOMI.....		X-1
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 (WCI)	X-5
10.2.3	<i>Plant Start Up</i>	X-6
10.3	Penentuan Biaya Total Produksi (TPC).....	X-6
10.3.1	<i>Manufacturing Cost (MC)</i>	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 (POS)</i>	X-10
10.6.2	<i>Percent Return On Investment (ROI)</i>	X-10
10.6.3	<i>Pay Out Time (POT)</i>	X-10
10.6.4	<i>Net Present Value (NPV)</i>	X-11
10.6.5	<i>Interest Rate of Return (IRR)</i>	X-11
10.6.6	<i>Break Even Point (BEP)</i>	X-12
10.6.7	<i>Shut Down Point (SDP)</i>	X-12

BAB XI KESIMPULAN	XI-18
DAFTAR PUSTAKA	DP-1

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Rumus Struktur N-Butil Akrilat	I-2
Gambar 1.2	Rumus Struktur Asam Akrilat	I-3
Gambar 1.3	Rumus Struktur N-Butanol.....	I-3
Gambar 1.4	Grafik Perhitungan dengan Metode Regresi Linear	I-9
Gambar 2.1	Diagram Alir Kualitatif Pra Rancangan Pabrik N-Butil Akrilat.....	II-12
Gambar 2.2	Diagram Alir Kuantitatif Pra Rancangan Pabrik N-Butil Akrilat.....	II-13
Gambar 2.3	Diagram Alir Proses Perancangan Pabrik N-Butil Akrilat dari Asam Akrilat dan N-Butanol dengan Proses Esterifikasi Kapasitas 24.000 Ton/Tahun.....	II-14
Gambar 5.1	Major Design Reaktor (R-210).....	V-21
Gambar 5.2	Major Design Menara Distilasi (D-330).....	V-22
Gambar 7.1	Peta Lokasi Rencana Pendirian Pabrik.....	VII-4
Gambar 7.2	Tata Letak Bangunan Pabrik	VII-7
Gambar 7.3	Tata Letak Alat Proses.....	VII-10
Gambar 8.1	Bagan Stuktur Organisasi Perusahaan.....	VIII-6
Gambar 9.1	Diagram Alir Utilitas	IX-38
Gambar 10.1	Break Event Point dan Shutdown Point Prarancangan Pabrik n-Butil Akrilat dengan Kapasitas 24.000 Ton/Tahun.....	X-13

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Kondisi Operasi Katalis Amberlyst-15	I-4
Tabel 1.2	Sumber Penghasil Bahan Baku di Indonesia.....	I-4
Tabel 1.3	Data Impor N-Butil Akrilat di Indonesia (BPS, 2022).....	I-5
Tabel 1.4	Data Ekspor N-Butil Akrilat di Indonesia (BPS, 2022).....	I-6
Tabel 1.5	Data Konsumsi N-Butil Akrilat di Indonesia.....	I-7
Tabel 1.6	Data Pabrik N-Butil Akrilat yang Telah Berdiri	I-10
Tabel 2.1	Tinjauan Pemilihan Proses	II-2
Tabel 2.2	Jenis Katalis untuk Proses Esterifikasi.....	II-3
Tabel 2.3	Data Entalpi Pembentukan Standar Masing-Masing Senyawa....	II-6
Tabel 2.4	Data Konstanta Masing-Masing Komponen	II-6
Tabel 2.5	Nilai ΔG_{of} (kJ/mol) Masing-Masing Komponen.....	II-8
Tabel 3.1	Neraca Massa Reaktor	III-1
Tabel 3.2	Neraca Massa Total <i>Rotary Drum Vacuum Filter</i>	III-2
Tabel 3.3	Neraca Massa Tangki Berpengaduk.....	III-3
Tabel 3.4	Neraca Massa Total Dekanter	III-3
Tabel 3.5	Neraca Massa Total Menara Distilasi	III-4
Tabel 4.1	Neraca Panas Total <i>Heater 1</i>	IV-1
Tabel 4.2	Neraca Panas Total <i>Heater 1</i>	IV-2
Tabel 4.3	Neraca Panas Total Reaktor	IV-3
Tabel 4.4	Neraca Panas Total <i>Rotary Drum Vacuum Filter</i>	IV-3
Tabel 4.5	Neraca Panas Total <i>Cooler 1</i>	IV-4
Tabel 4.6	Neraca Panas Total <i>Heater 3</i>	IV-5
Tabel 4.7	Neraca Panas Total Menara Distilasi	IV-5
Tabel 4.8	Neraca Panas Total <i>Cooler 2</i>	IV-6

Tabel 4.9	Neraca Panas Total <i>Cooler 3</i>	IV-7
Tabel 6.1	Daftar Instrumentasi Pada Prarancangan Pabrik n-Butil Akrilat .	VI-5
Tabel 6.2.	Alat-Alat Keselamatan Kerja pada Pabrik n-Butil Akrilat.....	VI-11
Tabel 7.1.	Perincian Luas Tanah Bangunan Pabrik	VII-5
Tabel 8.1.	Jadwal kerja masing-masing per kelompok	VIII-15
Tabel 8.1.	Jadwal kerja masing-masing per kelompok (lanjutan).....	VIII-15
Tabel 8.2	Penggolongan Jabatan	VIII-16
Tabel 8.3	Jumlah Karyawan pada Masing-masing Bagian	VIII-18
Tabel 9.1	Kebutuhan Air Sanitasi untuk Berbagai Kebutuhan	IX-4
Tabel 9.2.	Standar Kualitas Air Bersih.....	IX-5
Tabel 9.3.	Syarat-Syarat Air Umpan <i>Boiler</i>	IX-11

INTISARI

n-Butil Akrilat dibuat dengan mereaksikan asam akrilat dan n-butanol. Proses dilakukan di dalam reaktor *batch* tangka berpengaduk membentuk n-Butil Akrilat dengan proses esterifikasi. Konversi reaksi ini adalah 76,4%, pada suhu 90 °C, tekanan 1 atm, waktu reaksi selama 3 jam dan menggunakan bantuan katalis *Amberlyst 15*. Reaksi bersifat endotermis.

Kebutuhan konsumsi n-Butil Akrilat di Indonesia dapat dipenuhi dengan melakukan prarancangan pabrik n-Butil Akrilat dengan kapasitas 24.000 ton/tahun dengan bahan baku asam akrilat dan n-butanol. Lokasi yang dipilih adalah di Kawasan Industri Cilegon seluas 32.395 m². Kebutuhan utilitas diambil dari sungai Cidanau sebanyak 299.492,5903 kg/jam. Sedangkan kebutuhan listrik untuk operasional pabrik sebesar 710,5050 kW disuplai dari generator. Untuk mengantisipasi adanya pemadaman maupun saat terjadi perawatan, maka disediakan generator yang berlebih. Bahan bakar untuk generator maupun *boiler* tersebut dipakai solar sebanyak 5.319,1755 liter/jam.

Nilai Return on Investment (ROI) sesudah pajak untuk pabrik ini sebesar 30%, *Pay Out Time (POT)* sesudah pajak sebesar 2,64 tahun, sedangkan *Break Even Point (BEP)* sebesar 41,37 %, dan *Shut Down Point (SDP)* sebesar 23,32 %. Nilai-nilai tersebut menunjukkan bahwa pabrik ini layak untuk dipertimbangkan pendiriannya dan dapat diteruskan ke tahap perencanaan pabrik.