

**PRARANCANGAN PABRIK ISOBUTIL AKRILAT DARI ASAM
AKRILAT DAN ISOBUTANOL MENGGUNAKAN PROSES
ESTERIFIKASI DENGAN KAPASITAS 45.000 TON/TAHUN**

***(PRE-DESIGN OF ISOBUTYL ACRYLATE PLANT BY ESETERIFICATION
PROCESS BETWEEN ACRYLID ACID AND ISOBUTANOL 45,000
TONS/YEAR CAPACITY)***



DISUSUN OLEH :

EKA SOFIA MAHARANI 2010814220001

RESA NABILA 2010814320005

DOSEN PEMBIMBING

JEFRIADI, S.T., M.ENG.

NIP. 19880827 202321 1 017

**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 ISOBUTIL AKRILAT DARI ASAM
AKRILAT DAN ISOBUTANOL MENGGUNAKAN PROSES
ESTERIFIKASI DENGAN KAPASITAS 45.000 TON/TAHUN**

Oleh:

EKA SOFIA MAHARANI (2010814220001)

RESA NABILA (2010814320005)

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada 19 Desember 2024 dan
dinyatakan
LULUS

Komite Penguji:

Ketua : Prof. Ir. Iryanti F. Nata, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 197501132000032003

Anggota : Rinny Jelita, S.T., M.Eng.
NIP. 199002112019032019

Pembimbing : Jefriadi, S.T., M.Eng.
NIP. 198808272023211017

Banjarbaru,
diketahui dan disahkan oleh:

Wakil Dekan Bidang Akademik
Fakultas Teknik ULM,

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

Koordinator Program Studi
Teknik Kimia

Doni Rahmat Wicakso, S.T., M.Eng.
NIP. 198101122003121001

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat dan rahmat-Nya, maka penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul **“Prarancangan Pabrik Isobutil Akrilat dari Asam Akrilat dan Isobutanol dengan Proses Esterifikasi Kapasitas 45.000 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, kakak, adik tersayang yang tanpa henti selalu memaklumi, memberikan semangat, doa dan dukungan baik moral maupun moril yang begitu berarti bagi kehidupan penulis serta keluarga-keluarga yang ikut memberikan dukungannya.
2. Bapak Dr. Ir. Doni Rahmat Wicakso, S. T., M. Eng. Selaku koordinator Program Studi S-1 Teknik Kimia Universitas Lambung Mangkurat,
3. Bapak Jefriadi, S. T., M. Eng. Selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah sangat sabar membimbing dan sangat banyak memberikan bantuan berupa saran dan masukan yang berguna dalam kemajuan tugas akhir ini.
4. Ibu Prof. Ir. Iryanti F. Nata, S. T., M. T., Ph. D. selaku dosen penguji 1 dan Ibu Rinny Jelita, S. T., M. Eng. 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 2020, 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 dan bantuannya.
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, 30 Januari 2025

Penyusun

DAFTAR PUSTAKA

PRAKATA	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
INTISARI	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
10.1 Latar Belakang	1
10.2 Tinjauan Pustaka	2
10.2.1 Isobutil Akrilat	2
10.2.2 Asam Akrilat	3
10.2.3 Iso-Butanol	3
10.2.4 Amberlyst 131	4
10.3 Penentuan Kapasitas Perancangan.....	4
10.3.1 Ketersediaan Bahan Baku.....	4
10.3.2 Kapasitas Pabrik Isobutil Akrilat yang Sudah Beroperasi	5
10.3.3 Penentuan Kapasitas Pabrik	6
10.4 Spesifikasi Bahan	9
10.4.1 Spesifikasi Bahan Baku.....	9
10.4.2 Spesifikasi Bahan Penunjang	9
10.4.3 Spesifikasi Produk Utama	10
BAB II URAIAN PROSES	11
2.1 Seleksi Proses.....	11
2.1.1 Proses Esterifikasi dengan Katalis Asam Sulfat	11
2.1.2 Proses Esterifikasi dengan Katalis Sulfonic Acid Lewatited Ion Exchanger 11	
2.1.3 Proses Esterifikasi dengan Katalis Amberlyst 131	12
2.2 Uraian Proses.....	14
2.2.1 Persiapan Bahan Baku.....	14
2.2.2 Tahap Reaksi	14
2.2.3 Tahap Pemurnian dan Pemisahan Produk	15
2.3 Tinjauan Termodinamika	15
2.3.1 Entalpi Pembentukan.....	15
2.3.2 Energi Bebas <i>Gibbs</i>	16
2.3.3 Nilai Konstanta Kesetimbang	17
2.4 Tinjauan Kinetika.....	18

2.5	Diagram Alir Kualitatif	20
2.6	Diagram Alir Kuantitatif	21
2.7	<i>Process Engineering Flow Diagram</i>	22
BAB III NERACA MASSA		23
3.1	Reaktor (R-210).....	23
3.2	Filter Press (H-310).....	24
3.3	Menara Distilasi 1 (D-320).....	24
3.4	Menara Distilasi 2 (D-330).....	25
BAB IV NERACA PANAS		27
4.1	Neraca Panas Heater-01 (E-112)	27
4.2	Neraca Panas <i>Heater</i> 2 (E-122)	28
4.3	Neraca Panas Reaktor (R-210)	28
4.4	Neraca Panas Rotary Drum Vacuum Filter (H-310)	29
4.5	Neraca Panas <i>Heater</i> 3 (E-312)	30
4.6	Neraca Panas Menara Distilasi 1 (D-320)	30
4.7	Neraca Panas <i>Cooler</i> 1 (E-324)	31
4.8	Neraca Panas <i>Heater</i> 4 (E-327)	32
4.9	Neraca Panas Menara Distilasi 2 (D-330)	32
4.10	Neraca Panas <i>Cooler</i> 2 (E-334)	33
4.11	Neraca Panas <i>Cooler</i> 3 (E-337)	34
BAB V SPESIFIKASI ALAT		35
5.1	Tangki Penyimpan Asam Akrilat (F-110)	35
5.2	Pompa Asam Akrilat (L-111)	35
5.3	Heater 1 (E-112)	36
5.4	Tangki Isobutano (F-120)	37
5.5	Pompa Isobutano (F-121)	37
5.6	Heater 2 (E-122)	38
5.7	Gudang Penyimpanan Amberlyst-131 (F-130)	39
5.8	Belt Conveyor (J-131)	40
5.9	Bucket Elevator (J-132)	40
5.10	Bin Katalis (F-133)	41
5.11	Reaktor (R-210)	42
5.12	Pompa Reaktor (L-211)	43
5.13	Filter Press (H-310)	44
5.14	Pompa <i>Rotary Drum Vacuum Filter</i> (L-311)	45
5.15	Heater 3 (E-322)	45

5.16	Menara Distilasi 1 (D-320).....	46
5.17	Kondensor (E-331).....	47
5.18	Tangki <i>Accumulator</i> (E-322).....	47
5.19	Pompa Akumulator (E-331).....	48
5.20	<i>Cooler</i> 1 (E-324).....	49
5.21	Reboiler 1 (E-325).....	49
5.22	Pompa Reboiler (L-326).....	50
5.23	Heater 4 (E-327).....	51
5.24	Menara Distilasi 2 (D-330).....	51
5.25	Kondensor 2 (E-331).....	52
5.26	Tangki Akumulator 2 (E-332).....	53
5.27	Pompa Akumulator (E-326).....	53
5.28	<i>Cooler</i> 2 (E-334).....	54
5.29	Tangki Produk Isobutil Akrilat (E-340).....	55
5.30	Reboiler 2 (E-335).....	55
5.31	Pompa Reboiler 2 (L-336).....	56
5.32	<i>Cooler</i> 3 (E-337).....	57
BAB VI INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA		58
6.1	Instrumentasi	58
6.2	Keselamatan Kerja Pabrik.....	65
6.3	Keselamatan Kerja Pada Pabrik Pembuatan Isobutil Akrilat	66
6.3.1	Pencegahan terhadap Kebakaran dan Ledakan.....	67
6.3.2	Pencegahan terhadap Bahaya Mekanis.....	68
6.3.3	Pencegahan terhadap Bahaya Listrik.....	68
6.3.4	Alat Pelindung Diri (APD).....	69
6.3.5	Penyediaan Meeting Point dan Poliklinik di Lokasi Pabrik	70
6.3.6	Penanganan Alat Proses	70
BAB VII TATA LETAK PABRIK		78
7.1	Lokasi Pabrik	78
7.2	Tata Letak Pabrik	82
7.1.2	Tata Letak Bangunan Pabrik	83
7.1.3	Tata Letak Peralatan Proses.....	86
BAB VIII ORGANISASI DAN MANAJEMEN PERUSAHAAN.....		89
8.1	Organisasi Perusahaan.....	89
8.1.1	Bentuk Umum Perusahaan	89
8.1.2	Struktur Organisasi.....	91

8.1.3	Tugas dan Wewenang	96
8.2	Pembagian Jam Kerja Karyawan.....	103
8.3	Status Karyawan dan Sistem Upah.....	105
8.3	Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji.....	106
8.4.1	Penggolongan Jabatan dan Jumlah Karyawan.....	106
8.4.2	Jumlah Karyawan dan Sistem Gaji Pegawai	108
BAB IX	UTILITAS	113
9.1	Unit Pengolahan Air.....	113
9.1.1	Kebutuhan Uap (<i>Steam</i>)	113
9.1.2	Kebutuhan Air Pendingin	115
9.1.3	Kebutuhan Air Umpan Boiler	117
9.1.4	Kebutuhan Air Domestik.....	117
9.1.5	Pengolahan Air.....	118
9.1.6	Spesifikasi Peralatan Unit Pengolahan Air.....	125
9.2	Unit Pengolahan Limbah.....	150
BAB X	EVALUASI EKONOMI.....	154
10.1	Penaksiran Harga Peralatan.....	155
10.2	Penentuan Investasi Modal Total (TCI)	156
10.2.1	Investasi Modal Tetap (Fixed Capital Investment).....	156
10.2.2	Modal Kerja/ <i>Working Capital</i> (WC).....	158
10.2.3	Plant Start Up	159
10.3	Penentuan Biaya Total Produksi (TPC).....	159
10.3.1	Manufacturing Cost (MC)	159
10.3.2	<i>General Expense</i>	161
10.4	Total Penjualan.....	162
10.5	Perkiraan Laba Usaha.....	162
10.6	Analisa Kelayakan.....	162
10.6.1	<i>Percent Profit on Sales</i> (POS)	163
10.6.2	<i>Percent Return on Investment</i> (ROI)	163
10.6.3	<i>Pay Out Time</i> (POT).....	163
10.6.4	<i>Net Present Value</i> (NPV)	164
10.6.5	<i>Interest Rate of Return</i> (IRR).....	164
10.6.6	<i>Break Even Point</i> (BEP).....	165
10.6.7	<i>Shut Down Point</i> (SDP).....	165
BAB XI	KESIMPULAN	168
DAFTAR PUSTAKA		170

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Struktur Molekul Isobutil Akrilat	2
Gambar 1.2	Struktur Molekul Asam Akrilat	3
Gambar 1.3	Struktur Molekul Isobutanol	3
Gambar 2.1	Diagram Alir Kualitatif	4
Gambar 2.2	Diagram Alir Kuantitatif	7
Gambar 2.3	Process Engineering Flow Diagram	24
Gambar 7.1	Peta Lokasi Rencana Pendirian Pabrik	91
Gambar 7.2	Tata Letak Lokasi Pabrik	97
Gambar 7.3	Tata Letak Alat Proses Pabrik.....	98
Gambar 8.1	Bagan Struktur Organisasi Perusahaan	104
Gambar 9.1	Diagram Alir Utilitas	156
Gambar 10.1	Grafik BEP dan SDP	170

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Kondisi Operasi Katalis Amberlyst 131.....	4
Tabel 1.2	Sumber Penghasil Bahan Baku di Indonesia.....	5
Tabel 1.3	Kapasitas Produksi Isobutil Akrilat.....	5
Tabel 1.4	Data Impor Isobutil Akrilat di Indonesia.....	6
Tabel 1.5	Data Ekspor Isobutil Akrilat di Indonesia.....	7
Tabel 1.6	Data Konsumsi Isobutil Akrilat di Indonesia.....	9
Tabel 2.1	Perbandingan Proses Pembentukan Isobutil Akrilat	15
Tabel 2.2	Data Kapasitas Panas dan Entalpi Pembentukan ΔH_f° 298K	19
Tabel 2.3	Nilai ΔG°_f (Kj/mol)	20
Tabel 3.1	Neraca Massa Reaktor	27
Tabel 3.2	Neraca Massa <i>Rotary Drum Vacuum Filter</i>	28
Tabel 3.3	Neraca Massa Menara Distilasi 1	29
Tabel 3.4	Neraca Massa Menara Distilasi 2.....	30
Tabel 4.1	Neraca Panas <i>Heater</i> 1	31
Tabel 4.2	Neraca Panas <i>Heater</i> 2	32
Tabel 4.3	Neraca Panas Reaktor.....	33
Tabel 4.4	Neraca Panas <i>Rotary Drum Vacuum Filter</i>	33
Tabel 4.5	Neraca Panas <i>Heater</i> 3	34
Tabel 4.6	Neraca Panas Menara Distilasi 1.....	35
Tabel 4.7	Neraca Panas <i>Cooler</i> 1	36
Tabel 4.8	Neraca Panas <i>Heater</i> 4.....	36
Tabel 4.9	Neraca Panas Menara Distilasi 2.....	37
Tabel 4.10	Neraca Panas <i>Cooler</i> 2	38
Tabel 4.11	Neraca Panas <i>Cooler</i> 3	38
Tabel 6.1	Daftar Penggunaan Instrumen Pabrik Isobutil Akrilat.....	67
Tabel 6.1	Daftar Penggunaan Instrumen Pabrik Isobutil Akrilat.....	67
Tabel 6.2	Alat-Alat Keselamatan Kerja pada Pabrik Isobutil Akrilat.....	75
Tabel 7.1	Perincian Luas Tanah Bangunan Pabrik.....	88

Tabel 7.1	Perincian Luas Tanah Bangunan Pabrik.....	93
Tabel 8.1	Jadwal Kerja Masing-Masing Per Kelompok	112
Tabel 8.2	Pengelolaan Jabatan Karyawan.....	114
Tabel 8.3	Jumlah Karyawan pada Masing-Masing Bagian	116
Tabel 9.1	Kebutuhan Steam.....	122
Tabel 9.2	Keburuhan Air Sanitasi.....	125
Tabel 9.3	Standar Kualitas Air Bersih.....	125
Tabel 9.4	Syarat-Syarat Air Umpan Boiler	131

INTISARI

Isobutil Akrilat dibuat dengan mereaksikan asam akrilat dan isobutanol. Proses dilakukan di dalam reaktor *continous stirred tank reactor* membentuk Isobutil Akrilat dengan proses esterifikasi. Konversi reaksi ini adalah 90% pada suhu 90°C, tekanan 1 atm, waktu reaksi selama 1 jam dan menggunakan bantuan katalis *Amberlyst 131*. Reaksi bersifat eksotermis.

Kebutuhan konsumsi Isobutil Akrilat di Indonesia dapat dipenuhi dengan melakukan prarancangan pabrik Isobutil Akrilat dengan kapasitas 45.000 ton/tahun dengan bahan baku asam akrilat dan isobutanol. Lokasi yang dipilih adalah di Kawasan Industri Cilegon seluas 25.196 m². Kebutuhan utilitas diambil dari sungai Cidanau sebanyak 299.492,5903 kg/jam. Sedangkan kebutuhan listrik untuk operasional pabrik sebesar 894,2612 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 7.279,0661 liter/jam.

Nilai Return on Investment (ROI) sesudah pajak untuk pabrik ini sebesar 40%, *Pay Out Time (POT)* sesudah pajak sebesar 2,00 tahun, sedangkan *Break Even Point (BEP)* sebesar 43,55% %, dan *Shut Down Point (SDP)* sebesar 32,20% %. Nilai-nilai tersebut menunjukkan bahwa pabrik ini layak untuk dipertimbangkan pendiriannya dan dapat diteruskan ke tahap perencanaan pabrik.