

**TUGAS AKHIR**  
**PRARANCANGAN PABRIK N-BUTIL METAKRILAT DARI ASAM**  
**METAKRILAT DAN N-BUTANOL DENGAN KAPASITAS 30.000**  
**TON/TAHUN**



**Disusun Oleh :**

<b>Yuni Fatmawati</b>	<b>(210606003)</b>
<b>M. Yanuar Setia Putra</b>	<b>(210606009)</b>
<b>M. Shobichul Mirbath</b>	<b>(210606011)</b>

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH GRESIK**

**2025**

## PERNYATAAN

Kami yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Yuni Fatmawati

NIM : 210606003

Nama : Muhammad Yanuar Setia Putra

NIM : 210606009

Nama : Muhammad Shobichul Mirbath

Nim : 210606011

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir yang berjudul:

“PRARANCANGAN PABRIK N-BUTIL METAKRILAT DARI ASAM METAKRILAT DAN N-BUTANOL DENGAN KAPASITAS 30.000 TON/TAHUN“ merupakan hasil karya yang kami buat sendiri dan tidak terdapat pemalsuan data serta plagiasi di dalamnya.

Demikian pernyataan ini kami buat, jika di kemudian hari pernyataan ini terbukti tidak benar, maka kami bersedia bertanggung jawab dan menanggung resiko berdasarkan hukum dan peraturan yang berlaku di Universitas Muhammadiyah Gresik.

Gresik, 21 Mei 2025

Hormat kami,

**Yuni Fatmawati**

NIM. 210606003

**M. Yanuar Setia Putra**

NIM. 210606009

**M. Shobichul Mirbath**

NIM. 210606011

## PRAKATA

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Kuasa yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul “Prarancangan Pabrik N-Butil Metakrilat dari Asam Metakrilat dan N-Butanol dengan Kapasitas 30.000 Ton/Tahun” yang terselesaikan tepat pada waktunya. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, maka dengan hati yang tulus dan ikhlas penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Keluarga yang telah memberikan dukungan baik secara materi dan juga moral.
2. Ibu Mega Mustikaningrum, S.T., M.Eng., selaku Ketua Progam Studi Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Gresik.
3. Bapak Benny Arif Pambudiarto, S.T., M.Eng., selaku dosen pembimbing TA yang telah memberikan bimbingan, arahan, saran, penengah, motivasi, nasihat, doa, dan semangat dengan baik hingga laporan TA ini dapat terselesaikan dengan baik dan lancar.
4. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Gresik yang telah memberikan ilmu, bantuan, saran, dan motivasi.
5. Teman – teman seperjuangan penulis yang telah memberi saran, nasihat, dan semangat hingga penulis bisa menyelesaikan Tugas Akhir dengan baik.

Penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak dan menambah ilmu dibidang pengetahuan.

Gresik, 19 Mei 2025

Penulis

## DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR .....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN .....	x
PRAKATA .....	xi
DAFTAR ISI .....	xii
DAFTAR TABEL .....	xv
ABSTRAK .....	xix
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2. Kapasitas Produksi .....	2
1.2.1 Kebutuhan N-Butil Metakrilat .....	2
1.3. Penentuan Tempat dan Lokasi pabrik .....	4
1.4 Proses Seleksi.....	6
1.3.1 Tinjauan Kinetika dan Termodinamika .....	9
BAB II URAIAN PROSES .....	12
BAB III SPESIFIKASI BAHAN .....	14
3.1 Bahan Baku .....	14
3.2 Bahan Pembantu.....	15
3.3 Produk Utama.....	15
BAB IV DIAGRAM ALIR KUALITATIF DAN KUANTITATIF .....	17
4.1 Diagram Kualitatif.....	17
4.2 Diagram Kuantitatif.....	18
BAB V NERACA MASSA .....	19
5.1.Neraca Massa Tiap Alat.....	19
5.2. Neraca Massa Total.....	26
BAB VI NERACA PANAS.....	27
6.1. Neraca Panas Tiap Alat .....	27
6.2. Neraca Panas Total .....	42
BAB VII SPESIFIKASI ALAT .....	43
7.1 Tangki Penyimpanan Asam Metakrilat (TK-01).....	43

7.2 Tangki Penyimpanan Butanol (TK-02).....	44
7.3 Tangki Penyimpanan Asam Sulfat (TK-03).....	45
7.4 Tangki Penyimpanan Natrium Hidroksida (TK-04).....	45
7.5 Tangki Penyimpanan N-Butil Metakrilat (TK-05).....	46
7.6 Reaktor.....	47
7.7 Netralizer (N-1).....	48
7.8 Dekanter (DK-1).....	50
7.9 Menara Distilasi (MD-01).....	51
7.10 Reboiler (RB-01).....	51
7.11 Akumulator (ACC-01).....	53
7.12 Condenser (CD-01).....	54
7.13 Heat Exchanger (HE-01).....	55
7.14 Heat Exchanger (HE-02).....	56
7.15 Heat Exchanger (HE-03).....	57
7.16 Heat Exchanger (HE-04).....	58
7.17 Heat Exchanger (HE-05).....	59
7.18 Heat Exchanger (HE-06).....	60
7.19 Heat Exchanger (HE-07).....	61
7.20 Pompa (P-01).....	62
7.21 Pompa (P-02).....	63
7.22 Pompa (P-03).....	64
7.23 Pompa (P-04).....	64
7.24 Pompa (P-05).....	65
7.25 Pompa (P-06).....	66
7.26 Pompa (P-07).....	66
7.27 Pompa (P-08).....	67
7.28 Pompa (P-09).....	68
7.29 Pompa (P-10).....	69
7.30 Pompa (P-11).....	69
7.31 Pompa (P-12).....	70
BAB VIII UTILITAS.....	72
8.1 Unit penyediaan dan pengolahan air.....	72
8.1.1 Kebutuhan Air.....	72

8.1.2 Sumber Air.....	73
8.1.3 Spesifikasi Alat Utilitas .....	74
8.2 Unit Pembangkit Steam .....	96
8.3 Kebutuhan Udara Instrumen .....	98
8.4 Kebutuhan listrik .....	98
8.5 Pengolahan Limbah .....	99
BAB IX TATA LETAK PABRIK .....	108
9.1 Lokasi Pabrik .....	108
9.1.1 Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik.....	108
9.1.2 Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik.....	109
9.2. Tata Letak Pabrik ( <i>Plant Layout</i> ) .....	110
BAB X PERTIMBANGAN ASPEK KESELAMATAN, KESEHATAN KERJA, DAN KELESTARIAN LINGKUNGAN .....	114
10.1 Pertimbangan Aspek Keselamatan .....	115
10.2 Pertimbangan Aspek Kesehatan .....	115
10.3 Pertimbangan Aspek Lingkungan.....	115
BAB XI ORGANISASI PERUSAHAAN .....	131
11.1 Diagram Organisasi .....	131
11.2 Perincian Tugas, Jumlah, dan Kualifikasi Karyawan .....	133
11.3 Struktur Penggajian Karyawan.....	139
11.3 Pembagian Jam Kerja karyawan .....	140
BAB XII EVALUASI EKONOMI .....	143
12.1 Dasar Perhitungan.....	143
12.2 Perkiraan Harga Alat.....	144
12.3 Modal Tetap.....	147
12.4 Modal Kerja .....	157
12.5 Biaya Total Produksi.....	159
12.6. Analisa Kelayakan .....	167
BAB XIII KESIMPULAN .....	173
DAFTAR PUSTAKA.....	174
LAMPIRAN A PERHITUNGAN SPESIFIKASI ALAT.....	176
LAMPIRAN B PROCESS ENGINEEING FLOW DIAGRAM UTILITAS ....	239
LAMPIRAN C PROCESS ENGINEEING FLOW DIAGRAM .....	241

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Kebutuhan N-Butil Metakrilat di Indonesia berdasarkan data impor.....	2
Tabel 1. 3 Kapasitas Pabrik N-Butil Metakrilat Diluar Negeri .....	4
Tabel 1. 4 Perbandingan Proses N-Butil Metakrilat .....	8
Tabel 1. 5 Nilai $\Delta G_f$ , 298K Tiap Komponen.....	10
Tabel 5. 1 Neraca Massa Pada Mixing Point.....	19
Tabel 5. 2 Neraca Massa Pada Reaktor .....	20
Tabel 5. 3 Neraca Massa Pada Reaktor .....	21
Tabel 5. 4 Neraca Massa Pada Reaktor .....	22
Tabel 5. 5 Neraca Massa Pada Netralizer (N-01) .....	23
Tabel 5. 6 Neraca Massa Pada Dekanter (DK-01).....	24
Tabel 5. 7 Neraca Massa Pada Menara Distilasi (MD-01).....	25
Tabel 5. 8 Neraca Massa Total.....	26
Tabel 6. 1 Neraca Energi Heat Exchanger (HE-01).....	27
Tabel 6. 2 Neraca Energi Heat Exchanger (HE-02).....	28
Tabel 6. 3 Neraca Energi Heat Exchanger (HE-03).....	29
Tabel 6. 4 Neraca Energi Reaktor .....	30
Tabel 6. 5 Neraca Energi Reaktor .....	31
Tabel 6. 6 Neraca Energi Reaktor .....	32
Tabel 6. 7 Neraca Energi Pada Netralizer (N-01).....	33
Tabel 6. 8 Neraca Energi Dekanter (DK-01).....	34
Tabel 6. 9 Neraca Energi Heat Exchanger (HE-04).....	35
Tabel 6. 10 Neraca Energi Heat Exchanger (HE-05).....	36
Tabel 6. 11 Neraca Energi Menara Distilasi (MD-01).....	37
Tabel 6. 12 Neraca Energi Condenser (COND-01) .....	38
Tabel 6. 13 Neraca Energi Reboiler (RB-01) .....	39
Tabel 6. 14 Neraca Energi Heat Exchanger (HE-06).....	40
Tabel 6. 15 Neraca Energi Heat Exchanger (HE-07).....	41
Tabel 6. 16 Neraca Energi Total .....	42

Tabel 8. 1 Kebutuhan Air Sanitasi .....	72
Tabel 8. 2 Batasan Air Umpan Boiler .....	96
Tabel 8. 3 Standar Baku Mutu Air Limbah di Sungai Jawa Barat.....	100
Tabel 8. 4 Standar Baku Mutu Air Limbah berdasarkan Permenkes RI No.2 Tahun 2023.....	102
Tabel 8. 5 Standar Baku Mutu Limbah Pencemaran Udara .....	106
Tabel 10. 1 Aspek Keselamatan Kerja .....	117
Tabel 10. 2 Aspek Kesehatan.....	123
Tabel 10. 3 Aspek <i>Enviromental</i> .....	127
Tabel 11. 1 Gaji Karyawan.....	139
Tabel 11. 2 Daftar Pembagian Shift untuk Karyawan.....	141
Tabel 11. 3 Daftar Pembagian Shift untuk <i>Security</i> .....	142
Tabel 12. 1 Data CEP Index .....	144
Tabel 12. 2 Harga Peralatan Proses.....	146
Tabel 12. 3 Total PEC .....	149
Tabel 12. 4 Purchased Equipment Cost .....	149
Tabel 12. 5 Piping Cost .....	150
Tabel 12. 6 Instrumentation Cost.....	151
Tabel 12. 7 Biaya Electrical Cost .....	151
Tabel 12. 8 Harga Peralatan Proses.....	152
Tabel 12. 9 Insulation Cost.....	155
Tabel 12. 10 Physycal Plant Cost (PPC) .....	155
Tabel 12. 11 Fixed Capital Investment (FCI).....	156
Tabel 12. 12 Raw Material Inventory .....	157
Tabel 12. 13 Total Working Capital Investment .....	158
Tabel 12. 14 Total Capital Investment .....	159
Tabel 12. 15 Raw Material Cost .....	159
Tabel 12. 16 Gaji Karyawan.....	161
Tabel 12. 17 Direct Manufacturing Cost.....	161
Tabel 12. 18 Indirect Manufacturing Cost .....	163
Tabel 12. 19 Fixed Manufacturing Cost.....	164
Tabel 12. 20 Total Manufacturing Cost.....	164

Tabel 12. 21 Management Salaries .....	165
Tabel 12. 22 Total Administration Cost .....	165
Tabel 12. 23 General Expense .....	166
Tabel 12. 24 Production Cost .....	166
Tabel 12. 25 Total Penjualan .....	167
Tabel 12. 26 Fixed Cost .....	169
Tabel 12. 27 Variabel Cost .....	169
Tabel 12. 28 Regulated Cost.....	170

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Grafik data impor N-Butil Metakrilat tahun 2019-2023 .....	3
Gambar 1. 2. Lokasi Pembangunan Pabrik .....	6
Gambar 5. 1 Diagram Blok Neraca Massa di <i>Mixing Point</i> .....	19
Gambar 5. 2 Diagram Blok Neraca Massa di Reaktor (R-01) .....	20
Gambar 5. 3 Diagram Blok Neraca Massa di Reaktor (R-01) .....	21
Gambar 5. 4 Diagram Blok Neraca Massa di Reaktor (R-01) .....	22
Gambar 5. 5 Diagram Blok Neraca Massa di <i>Neutralizer</i> (N-01).....	23
Gambar 5. 6 Diagram Blok Neraca Massa di Dekanter (DK-01) .....	24
Gambar 5. 7 Diagram Blok Neraca Massa di Menara Distilasi (MD-01) .....	25
Gambar 5. 8 Diagram Blok Neraca Massa di Menada Distilasi (MD-01).....	26
Gambar 6. 1 Diagram Blok Neraca Energi <i>Heat Exchanger</i> (HE-01) .....	27
Gambar 6. 2 Diagram Blok Neraca Energi <i>Heat Exchanger</i> (HE-02) .....	28
Gambar 6. 3 Diagram Blok Neraca Energi <i>Heat Exchanger</i> (HE-03) .....	29
Gambar 6. 4 Diagram Blok Neraca Energi Reaktor (R-01).....	30
Gambar 6. 5 Diagram Blok Neraca Energi Reaktor (R-02).....	31
Gambar 6. 6 Diagram Blok Neraca Energi Reaktor (R-03).....	32
Gambar 6. 7 Diagram Blok Neraca Energi <i>Neutralizer</i> (N-01) .....	33
Gambar 6. 8 Diagram Blok Neraca Energi Dekanter (DK-01).....	34
Gambar 6. 9 Diagram Blok Neraca Energi <i>Heat Exchanger</i> (HE-04) .....	35
Gambar 6. 10 Diagram Blok Neraca Energi <i>Heat Exchanger</i> (HE-05).....	36
Gambar 6. 11 Diagram Blok Neraca Energi Menara Distilasi (MD-01) .....	37
Gambar 6. 12 Diagram Blok Neraca Energi <i>Condenser</i> (COND-01) .....	38
Gambar 6. 13 Diagram Blok Neraca Energi <i>Reboiler</i> (RB-01) .....	39
Gambar 6. 14 Diagram Blok Neraca Energi <i>Heat Exchanger</i> (HE-06).....	40
Gambar 6. 15 Diagram Blok Neraca Energi <i>Heat Exchanger</i> (HE-07).....	41
Gambar 6. 16 Diagram Blok Neraca Energi Total.....	42
Gambar 8. 1 Proses Pengolahan Limbah .....	104
Gambar 9. 1 Denah Pabrik .....	112
Gambar 9. 2 Tata Letak Alat Proses.....	113

## ABSTRAK

N-Butil Metakrilat mempunyai rumus molekul  $C_8H_{14}O_2$  mempunyai nama IUPAC, di antaranya *2-methyl-2-proponic acid butyl ester*; *butyl 2-methyl-2-propionate*, dan *2-methyl butyl acrylate*. N-Butil Metakrilat suatu monomer yang dapat digunakan sebagai polimer emulsi, pengikat, pengental, *plasticizer* polimer yang banyak digunakan dalam berbagai produk seperti cat industri, tekstil, pelapis kertas dan kayu, tinta, kaca organik, resin sintesis, karet. Pabrik dengan kapasitas produksi sebesar 30.000 ton/tahun akan didirikan di Kota Cirebon Provinsi Jawa Barat, pada tahun 2030 dengan pertimbangan kemudahan akses bahan baku dan distribusi produk. Proses produksi dari N-Butil Metakrilat terdiri berbagai metode yaitu metode esterifikasi dengan katalis asam, metode ini bertujuan untuk mengurangi konsentrasi. Pabrik N-Butil Metakrilat bekerja secara semi kontinyu dan beroperasi selama 330 hari/tahun dengan kapasitas produksi 30.000 ton/tahun. Bahan baku berupa Asam Metakrilat yang dibutuhkan sebesar 2.390,1752 kg/jam dan N-Butanol sebesar 2.029,0586 kg/jam dengan bahan baku pendukung berupa Asam Sulfat dan Natrium Hidroksida. Kebutuhan utilitas berupa air sanitasi, air pendingin, air umpan boiler, air make up kondensat dan air proses masing-masing diambil dari laut yang ada disekitar pabrik. Limbah yang dihasilkan dari industri ini yaitu limbah cair, padat dan gas. Limbah cair, air buangan sanitasi, peralatan proses, utilitas, dan campuran air dan pengotor yang dihasilkan dari proses pemurnian. Limbah gas berupa hasil pembakaran batu bara pada unit boiler. Limbah padat berupa *sludge* dari bak sedimentasi pada unit pengolahan air. Analisis kelayakan menunjukkan ROI before tax 48% ROI after tax 36%, POT before tax 1,72 tahun, POT after tax 2,17 tahun, BEP 32,9%, SDP 14,7%, dan DCFRR 24,09%. Berdasarkan evaluasi ini, pabrik dinilai menarik dan layak untuk dikaji lebih lanjut.

**Kata kunci : N-Butil Metakrilat, Esterifikasi, Pengolahan Limbah, Analisis Kelayakan.**

## **ABSTRACT**

*N-Butyl Methacrylate has the molecular formula C<sub>8</sub>H<sub>14</sub>O<sub>2</sub> and has IUPAC names, including butyl 2-methyl-2-propenoate, 2-methyl-2-propenic acid butyl ester, and 2-methyl butyl acrylate. N-Butyl Methacrylate is a monomer that can be used as an emulsion polymer, binder, thickener, and polymer plasticizer widely used in various products such as industrial paints, textiles, paper and wood coatings, inks, organic glass, synthetic resins, and rubber. A factory with a production capacity of 30,000 tons/year will be established in Cirebon City, West Java Province, by 2030, considering the ease of access to raw materials and product distribution. The production process of N-Butyl Methacrylate consists of various methods, namely the esterification method with acid catalysts; this method aims to reduce concentration. The N-Butyl Methacrylate plant operates semi-continuously and runs for 330 days/year with a production capacity of 30,000 tons/year. The raw material needed in the form of Methacrylic Acid is 2.390,1752 kg/h. and N-Butanol at 2.029,0586 kg/h with supporting raw materials in the form of Sulfuric Acid and Sodium Hydroxide. Utility needs such as sanitation water, cooling water, boiler feed water, makeup condensate water, and process water are each taken from the sea surrounding the plant. The waste generated from this industry includes liquid, solid, and gas waste. Liquid waste consists of wastewater, process equipment, utilities, and a mixture of water and contaminants produced from the purification process. Gas waste is in the form of emissions from the combustion of coal in the boiler unit. Solid waste consists of sludge from the sedimentation tank in the water treatment unit. The feasibility analysis shows an ROI before tax of 48%, ROI after tax of 36%, POT before tax of 1.72 years, POT after tax of 2.17 years, BEP of 32.9%, SDP of 14.7%, and DCFRR of 24.09%. Based on this evaluation, the plant is considered attractive and worthy of further study.*

**Keywords: N-Butyl Methacrylate, Esterification, Waste Treatment, Feasibility Analysis**