

**TUGAS PRARANCANGAN PABRIK**

**PRARANCANGAN PABRIK n-BUTIL METAKRILAT**

**DARI ASAM METAKRILAT DAN BUTANOL**

**DENGAN PROSES ESTERIFIKASI KAPASITAS 12.000 TON/TAHUN**



Disusun sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh  
Gelar Kesarjanaan Strata 1 Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surakarta

**Oleh :**  
**Teguh Giri Suseno**  
**D500 120 062**

Dosen Pembimbing:  
Hamid Abdillah S.T., M.T.  
Kun Harismah, Ph.D.

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**  
**2017**

**HALAMAN PENGESAHAN**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA**

---

Nama : Teguh Giri Suseno  
NIM : D 500 012 062  
Judul TPP : Prarancangan Pabrik n-Butil Metakrilat dari Asam  
Metakrilat dan Butanol dengan Proses Esterifikasi  
Kapasitas 12.000 Ton/Tahun.  
Dosen Pembimbing : 1. Hamid Abdillah, S.T., M.T  
2. Kun Harismah, Ph.D

Surakarta, Juli 2017

Menyetujui,

Dosen Pembimbing 1

Dosen Pembimbing 2



Hamid Abdillah, S.T., M.T  
NIK. 894

Kun Harismah, Ph.D  
NIK. 402


Mengetahui,

Dekan

Ketua Program Studi

Fakultas Teknik

Teknik Kimia

  
  
Ir. H. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D  
NIK. 682  
Rois Fatoni, S.T., M.Sc., Ph.D.  
NIK. 892

## INTISARI

Butil metakrilat merupakan bahan baku yang mempunyai banyak kegunaan dalam industri, antara lain sebagai pendispersi pigmen, promotor perekatan, lapisan pelindung dan bahan baku industri cat. Untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dan juga adanya peluang ekspor, maka dirancanglah pabrik butil metakrilat dengan proses esterifikasi kapasitas 12.000 ton/tahun. Pabrik direncanakan akan didirikan di kawasan industri Cilegon pada tahun 2021.

Butil metakrilat diproduksi dengan cara mereaksikan asam metakrilat dan butanol dengan katalis asam sulfat pada reaktor alir tangki bertekanan (RATB) dengan suhu operasi 90°C dengan tekanan 1 atm, *reversible* dan eksotermis. Tahapan yang terjadi adalah persiapan bahan baku, reaksi, dan pemurnian. Kebutuhan asam metakrilat untuk pabrik ini sebesar 672,57 kg/jam dan butanol 3.1063,04 kg/jam. Butil metakrilat yang dihasilkan sebanyak 1.513,60 kg/jam. Unit utilitas dalam pabrik meliputi unit penyedia air sebanyak 42.668,33 kg/jam, unit penyedia *steam* sebanyak 1.963,90 kg/jam, unit penyedia listrik sebesar 83,02 kW yang akan disediakan oleh *generator* sebanyak 500 kW dan sisanya oleh PLN, unit penyedia udara tekan sebesar 50 m<sup>3</sup>/jam, dan unit penyedia bahan bakar berupa solar sebanyak 267,82 L/jam. Selain itu dibuat pula laboratorium yang berfungsi untuk mengontrol mutu bahan baku dan produk serta mengontrol bahan buangan pabrik.

Bentuk perusahaan yang digunakan adalah Perseroan Terbatas (PT). Sistem kerja yang diberlakukan di dalam pabrik berupa sistem *shift* dan *non shift* dengan jumlah karyawan 116 orang. Pabrik butil metakrilat ini menggunakan modal tetap sebesar Rp 14.797.778.874,35 dan modal kerja Rp 57.628.331.914,68. Dari analisis ekonomi yang dilakukan diperoleh keuntungan sebelum pajak sebesar Rp 23.207.178.274,95 dan keuntungan setelah pajak sebesar Rp 16.245.024.792,47 nilai *Return of Investment* sebelum dan sesudah pajak berturut-turut 17,88% dan 12,51%. *Pay Out Time* sebelum dan sesudah pajak berturut-turut 3,59 tahun dan 4,44 tahun. *Break Even Point* sebesar 53,06%. *Shut Down Point* sebesar 24,05%. *Internal Rate Return* berdasarkan dari *Discounted Cash Flow* sebesar 17,92%. Dari analisa ekonomi yang telah dilakukan pabrik ini layak untuk didirikan.

**Kata kunci:** butil metakrilat, *reversible*, RATB.

## ABSTRACT

*Butil methacrylate is useful industrial raw material, pigment dispersants, gluing promoter, protective layer, and raw material paint industry. The plant of butil methacrylate with production capacity 12.000 ton/year is intended to meet the requirement of butil methacrylate in the country and overseas. This plant will be planned on 2021 and built in Cilegon industrial regency.*

*Butil methacrylate is produced with reacting methacrylate acid and butanol in continous stirred tank reactor (CSTR) in temperatur 90°C and pressur 1 atm, with reversible and exsoterm reaction. The stage of butil methacrylate production is include formation of butil methacrylate, preparation of raw materials, reaction, and puring. In this plant, the need of methacrylate acid is 672.57 kg/hour and the need of butanol is 3,106.04 kg/hour. The product of butil methacrylate is 1,513.60 kg/hour. Utilities for this plant are 42,668.33 kg/hour of water supply, 1,963.90 kg/hour of steam need, 50 m<sup>3</sup>/hour of the pressed-air need, 83.02 kW of the electricity need from 500 kW of generator and the remain need will be supplied by PLN, and 267.82 L/hour of the diesel fuel need. In this plant also have laboratory to control quality of raw material, product, and waste water.*

*The type of the plant is Perseroan Terbatas (PT). The working systems used in this plant are shift and non-shift with 116 employee. This butil methacrylate plant use Rp 14,797,778,874.35 as fixed capital and Rp 57,628,331,914.68 as working capital. The economic analysis results of this plant show the profit each year as much as: Rp 23,207,178,274.95 (before tax) and Rp 16,245,024,792.47 (after tax), Return On Investment (ROI) as much as: 17.88% (before tax) and 12.51% (after tax), Pay Out Time (POT) as long as: 3.59 years (before tax) and 4.44 (after tax), Break Even Point (BEP) as much as 53.06%, Shut Down Point (SDP) as much as 24.05%, and Internal Rate Return (IRR) based on Discounted Cash Flow (DCF) as much as 17.92%. From the economic analytic we can conclude that this plant is profitable and reasonable to build.*

**Keywords:** *Butil methacrylate, Reversible, CSTR.*

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Wr. Wb.*

Alhamdulillahirobil'alamin, puji syukur yang sebesar-besarnya kehadirat Allah SWT yang telah memberikan kelancaran kepada penyusun untuk menyelesaikan laporan tugas akhir ini. Tak lupa sholawat serta salam yang selalu tercurah kepada Nabi besar Muhammad SAW.

Tugas prarancangan pabrik ini disusun untuk memenuhi syarat tugas akhir studi sarjana setiap mahasiswa Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta. Tugas akhir ini berjudul Prarancangan Pabrik n-Butil Metakrilat dari Asam Metakrilat dan Butanol dengan Proses Esterifikasi Kapasitas 12.000 ton/tahun.

Pada kesempatan ini, penyusun ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu menyelesaikan tugas akhir ini, terima kasih kepada:

1. Allah SWT.
2. Bapak, Ibu dan Adikku yang selalu menyemangati dan mendoakanku.
3. Bapak Hamid Abdillah S.T., M.T. dan Ibu Kun Harismah, Ph.D. selaku dosen pembimbing tugas akhir.
4. Bapak ibu Dosen Teknik Kimia.
5. Muhammad Saifur Rachman selaku *partner* tugas akhir.
6. Semua teman-teman Teknik Kimia UMS yang memberi motifasi dan semangat.

Penyusun mengharapkan kritik dan saran yang membangun. Semoga laporan tugas akhir yang telah disusun ini dapat bermanfaat bagi pembaca umumnya dan penyusun khususnya. Akhir kata penyusun mohon maaf apabila ada salah-salah kata.

Surakarta, Mei 2017

Penyusun

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
INTISARI.....	iii
ABSTRACT.....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Kapasitas Perancangan Pabrik.....	2
1.2.1 Kebutuhan Butil Metakrilat .....	2
1.2.2 Kapasitas Minimum Pabrik Butil Metakrilat .....	3
1.3 Pemilihan lokasi .....	3
1.3.1 Faktor Primer .....	4
1.3.2 Faktor Sekunder .....	5
1.4 Tinjauan Pustaka.....	6
1.4.1 Macam-Macam Proses .....	6
1.4.2 Kegunaan Produk .....	8
1.4.3 Tinjauan Proses Secara Umum .....	8
1.4.4 Sifat Fisis dan Kimia Bahan Baku serta Produk .....	9
BAB II DISKRIPSI PROSES .....	10
2.1 Spesifikasi Bahan Baku .....	10
2.2 Spesifikasi Produk .....	10
2.3 Spesifikasi Bahan Pendukung .....	10
2.4 Konsep Proses.....	10
2.5 Tinjauan Termodinamika .....	11
2.6 Tinjauan Kinetika .....	11
2.7 Diagram Alir Proses .....	12
2.7.1 Konsep Proses .....	12
2.7.2 Diagram Alir Proses .....	13
2.8 Neraca Massa dan Neraca Panas .....	15
2.8.1 Neraca Massa .....	15
2.8.2 Neraca Panas.....	19
2.9 <i>Layout</i> Pabrik dan Peralatan Proses.....	22
2.9.1 <i>Layout</i> Pabrik .....	22
2.9.2 <i>Layout</i> Alat .....	25
BAB III SPESIFIKASI PERALATAN PROSES .....	28
3.1 Spesifikasi Alat Utama .....	28
3.2 Spesifikasi Alat Pendukung .....	33
BAB IV UTILITAS DAN LABORATORIUM .....	40
4.1 Utilitas .....	40
4.1.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air.....	40

4.1.2	Unit Penyediaan <i>Steam</i> .....	47
4.1.3	Unit Penyediaan Listrik .....	48
4.1.4	Unit Penyediaan Bahan Bakar .....	49
4.1.5	Unit Penyediaan Udara Tekan .....	49
4.1.6	Unit Pengolahan Limbah dan <i>Recovery</i> .....	49
4.2.	Unit Laboratorium .....	50
BAB V	MANAJEMEN PERUSAHAAN.....	52
5.1	Bentuk Perusahaan .....	52
5.2	Struktur Organisasi .....	52
5.3	Tugas dan Wewenang.....	53
5.3.1	Pemegang Saham.....	53
5.3.2	Dewan Komisaris .....	54
5.3.3	Direktur.....	54
5.3.4	Kepala Bagian.....	55
5.3.5	Karyawan.....	56
5.3.6	Sekretaris .....	58
5.3.7	Staf Ahli.....	58
5.4	Pembagian Jam Kerja Karyawan.....	58
5.5	Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji .....	59
5.5.1	Sistem Kepegawaian.....	59
5.5.2	Sistem Gaji .....	60
5.6	Kesejahteraan Sosial Karyawan .....	61
5.7	Manajemen Produksi .....	62
5.7.1	Perencanaan Produksi.....	63
5.7.2	Pengendalian Proses .....	63
BAB VI	ANALISA EKONOMI.....	66
6.1	Analisa Ekonomi .....	66
6.2	<i>Capital Investment</i> .....	68
6.3	<i>Manufacturing Cost</i> .....	69
6.4	<i>General Expanses</i> .....	70
6.5	Analisis Kelayakan .....	71
6.5.1	<i>Percent Return On Investment</i> .....	71
6.5.2	<i>Pay Out Time</i> .....	72
6.5.3	<i>Break Even Point</i> .....	73
6.5.4	<i>Shut Down Point</i> .....	74
6.5.5	<i>Internal Rate Return Berdasar Discounted Cash Flow</i> .....	74
BAB VII	KESIMPULAN .....	76
	DAFTAR PUSTAKA	
	LAMPIRAN	

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1.	Kebutuhan impor butil metakrilat di Indonesia .....	2
Tabel 1.2.	Kapasitas pabrik butil metakrilat yang telah berdiri .....	3
Tabel 1.3.	Sifat fisis asam metakrilat dan butanol .....	9
Tabel 2.1.	Spesifikasi asam metakrilat dan butanol .....	10
Tabel 2.2.	Spesifikasi bahan pendukung .....	10
Tabel 2.3.	Nilai $\Delta H^{\circ}f$ 298 dan $\Delta G^{\circ}f$ 298 masing – masing komponen .....	11
Tabel 2.4.	Neraca massa <i>mixer</i> .....	15
Tabel 2.5.	Neraca massa reaktor .....	15
Tabel 2.6.	Neraca massa dekanter-01 .....	16
Tabel 2.7.	Neraca massa ekstraktor.....	16
Tabel 2.8.	Neraca massa <i>netralizer</i> .....	16
Tabel 2.9.	Neraca massa dekanter-02 .....	17
Tabel 2.10.	Neraca massa menara distilasi-01 .....	17
Tabel 2.11.	Neraca massa menara distilasi-02 .....	17
Tabel 2.12.	Neraca massa <i>overall</i> .....	18
Tabel 2.13.	Neraca panas <i>mixer</i> .....	19
Tabel 2.14.	Neraca panas reaktor .....	19
Tabel 2.15.	Neraca panas dekanter-01 .....	20
Tabel 2.16.	Neraca panas ekstraktor .....	20
Tabel 2.17.	Neraca panas <i>netralizer</i> .....	20
Tabel 2.18.	Neraca panas dekanter-02 .....	21
Tabel 2.19.	Neraca panas merara distilasi-01 .....	21
Tabel 2.20.	Neraca panas distilasi-02 .....	21
Tabel 2.21.	Perincian luas tanah sebagai bangunan pabrik.....	24
Tabel 3.1.	Spesifikasi dekanter .....	29
Tabel 3.2.	Spesifikasi <i>heat exchanger</i> .....	34
Tabel 3.3.	Spesifikasi <i>cooler</i> .....	35
Tabel 3.4.	Spesifikasi tangki .....	36
Tabel 3.5.	Spesifikasi pompa .....	37
Tabel 4.1.	Pompa utilitas .....	46
Tabel 4.2.	Kebutuhan air pendingin .....	47
Tabel 4.3.	Kebutuhan <i>steam</i> .....	47
Tabel 4.4.	Kebutuhan air sanitasi .....	47
Tabel 5.1.	Pembagian <i>shift</i> karyawan .....	59
Tabel 5.2.	Perincian gaji karyawan .....	61
Tabel 6.1.	Harga bahan baku.....	67
Tabel 6.2.	Harga produk.....	67
Tabel 6.3.	<i>Cost index chemical plant</i> .....	67
Tabel 6.4.	<i>Fixed capital investment</i> .....	69
Tabel 6.5.	<i>Working capital</i> .....	69
Tabel 6.6.	<i>Manufacturing cost</i> .....	70
Tabel 6.7.	<i>General expanses</i> .....	70



Tabel 6.8. <i>Fixed cost</i> .....	73
Tabel 6.9. <i>Variable cost</i> .....	73
Tabel 6.10. <i>Regulated cost</i> .....	74

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Rumus struktur butil metakrilat.....	1
Gambar 1.2. Hubungan antara tahun dengan kebutuhan impor produk .....	2
Gambar 2.1. Diagram alir kualitatif .....	13
Gambar 2.2. Diagram alir kuantitatif .....	14
Gambar 2.3. <i>Layout</i> pabrik .....	25
Gambar 2.4. <i>Layout alat</i> .....	27
Gambar 4.1. Pengolahan air sungai.....	51
Gambar 5.1. Struktur organisasi.....	65
Gambar 6.1. Grafik hubungan antara tahun dan <i>cost index</i> .....	67
Gambar 6.2. Grafik analisis ekonomi .....	75