

**TUGAS AKHIR**

**PRARANCANGAN PABRIK BUTIL AKRILAT**  
**DARI ASAM AKRILAT DAN BUTANOL**  
**KAPASITAS 30.000 TON PER TAHUN**



Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan Meraih Gelar Sarjana Teknik  
Strata Satu pada Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surakarta

**Oleh :**

**Adi Setiawan**

**D 500 110 003**

**Dosen Pembimbing**

**1. Eni Budiyati, S.T., M.Eng**

**2. Tri Widayatno, S.T., M.Sc., Ph.D**

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

**2016**

## PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Adi Setiawan  
NIM : D500 110 003  
Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Kimia  
Judul : Prarancangan Pabrik Butil Akrilat dari Asam Akrilat  
dan Butanol Kapasitas 30.000 Ton/Tahun

Menyatakan bahwa tugas akhir/skripsi yang saya buat dan serahkan ini merupakan hasil karya sendiri, kecuali kutipan-kutipan dan ringkasan-ringkasan yang semuanya telah saya jelaskan darimana sumbernya. Apabila dikemudian hari dapat dibuktikan bahwa tugas akhir ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan yang telah dibuat.

Surakarta, Februari 2016

Yang menyatakan,

  
(Adi Setiawan)

**HALAMAN PENGESAHAN**

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

---

Nama : Adi Setiawan  
NIM : D 500 110 003  
Judul TPP : Prarancangan Pabrik Butil Akriolat dari Asam Akriolat dan  
Butanol Kapasitas 30.000 Ton/Tahun  
Dosen Pembimbing : 1. Eni Budiyati, S.T., M.Eng  
2. Tri Widayatno, S.T., M.Sc, Ph.D

Surakarta, Februari 2016

Menyetujui,

Pembimbing I



Eni Budiyati, S.T., M.Eng  
NIK. 991

Pembimbing II

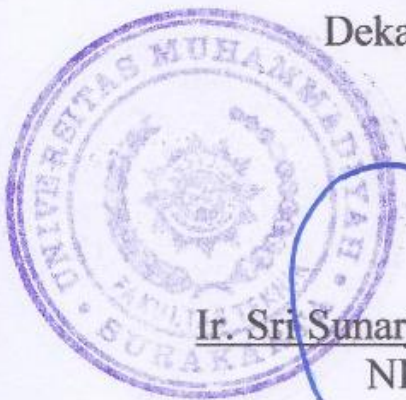


Tri Widayatno, S.T., M.Sc, Ph.D  
NIK. 960

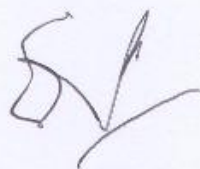
Mengetahui,

Dekan Teknik

Ketua Jurusan Teknik Kimia



Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D  
NIK. 682



Rois Fatoni, S.T., M.Sc, Ph.D  
NIK. 892

## MOTTO

*“Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman diantara kamu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat”*

*(Q.S. Al-Mujadalah: 11)*

*“Barang siapa yang keluar untuk mencari ilmu maka ia berada di jalan Allah hingga ia pulang”*

*(HR. Turmudzi)*

*“Barang siapa yang menempuh suatu jalan untuk menuntut ilmu, Allah akan memudahkan baginya jalan ke surga”*

*(HR. Muslim)*

*“Merantaulah gapailah setinggi-tingginya impianmu, berpergianlah maka ada lima keutamaan untukmu, melipur lara dan memulai penghidupan baru, memperkaya budi, pergaulan yang terpuji serta meluaskan ilmu”*

*(Syair Imam Syafii)*

*“sugu Yaru, kanazaru Yaru, dekiru made Yaru”*

*“Segera KERJAKAN, Pastikan KERJAKAN Dengan Benar, KERJAKAN Hingga Tuntas”*

*(Nagamori Shigenobu)*

*“Berjuanglah karena untuk mencapai tujuan perlu perjuangan, Bersabarlah karena setiap jalan pasti ada rintangan, Berdoalah karena Allah lah yang menentukan hasil, dan Percayalah sebaik-baik manusia berencana, sesungguhnya rencana Allah lah yang lebih baik untuk umatnya yang BerIman*

*InsyaaAllah”*

## PERSEMBAHAN

Karya ini kupersembahkan kepada Allah SWT, semoga segala yang saya lakukan merupakan ibadah, untuk menjadi orang yang lebih baik, bermanfaat, dan untuk mendekatkan diri kepadaMu

Bapak dan Ibu tercinta,

Bapak dan Ibuk, semoga ini mampu membuatmu bahagia, meskipun tidak seberapa dibanding perjuangan bapak dan ibuk. Karena membuat kalian bahagia merupakan kewajiban bagiku. Karya ini sebagai tanda bakti dan rasa terima kasih karena telah mencurahkan kasih sayang, segala dukungan dan cinta kasih yang begitu besar dan tiada terhingga. Kalian adalah sosok yang selalu menginspirasi anakmu ini untuk bisa lebih baik, mengajarkan untuk lebih banyak berusaha dan bersyukur dalam menjalani hidup

Adekku tersayang,

Genduk, om Adi sampun rampung sekripsine, segera menyusul ya jadi (S.K.G) belajar yang rajin, biar tambah membahagiakan Bapak kaliyan Ibuk, terimakasih untuk semangatnya dan nasehatnya buat Mas Adi

Rendra yetty iwanti partner Kerja Praktek dan Tugas Akhir terima kasih atas setiap kerja sama, bantuan dan dukungannya dalam menghadapi setiap masa-masa tersulit kita, semua kesulitan dan perjuangan ini tak terlupakan (thanks partner)

Semua teman-teman seperjuangan Teknik Kimia angkatan 2011 (*Chemengers*). Kalianlah keluarga baru yang mengajarkan suka duka dalam setiap kebersamaan selama ini. Senyum ketulusan kalian simbol kekeluargaan kita. Semoga kesuksesan selalu milik kita bersama

## INTISARI

Pabrik butil akrilat didirikan untuk memenuhi kebutuhan pasar dalam negeri dan luar negeri dengan didasarkan karena kebutuhan akan bahan tersebut semakin meningkat dari tahun ke tahun. Pabrik butil akrilat ini dirancang dengan kapasitas 30.000 ton per tahun yang beroperasi selama 330 hari per tahun. Proses pembuatan butil akrilat ini menggunakan proses esterifikasi fase cair dengan perbandingan mol asam akrilat dan butanol = 1:1,043. Reaksi bersifat *eksotermis* dan dijalankan dalam reaktor CSTR, fase cair – cair, *irreversible* serta kondisi operasi dijaga *isothermal* (85°C) dan tekanan 1 atm. Pabrik termasuk pabrik dengan resiko rendah karena berlangsung pada kondisi atmosferis.

Pabrik butil akrilat berkapasitas 30.000 ton/tahun ini membutuhkan bahan baku asam akrilat sebanyak 2.215,3046 kg/jam, butanol sebanyak 2.397,7835 kg/jam dan katalis *amberlyst-15* sebanyak 45,5554 kg/jam. Utilitas pendukung proses meliputi penyediaan air sebesar 3.510 kg/jam yang diperoleh dari air waduk Krenceng, penyediaan *saturated steam* sebesar 3.161 kg/jam yang diperoleh dari boiler dengan bahan bakar *fuel oil* sebesar 98 liter/jam, kebutuhan udara tekan sebesar 50 m<sup>3</sup> per jam, kebutuhan listrik diperoleh dari PLN dan dua generator sebesar 500 kW sebagai cadangan, bahan bakar sebanyak 179 liter/jam. Pabrik ini direncanakan akan didirikan di kawasan industri Cilegon, Banten dengan luas tanah 50.000 m<sup>2</sup> dan jumlah karyawan 101 orang.

Dari analisis ekonomi, pabrik butil akrilat ini diperoleh hasil *Percent Return On Investment* (ROI) sebelum pajak sebesar 37,76% dan setelah pajak sebesar 25,73%. *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak sebesar 2,66 tahun sedangkan setelah pajak sebesar 3,76 tahun. *Break Even Point* (BEP) sebesar 42,35% kapasitas, dan *Shut Down Point* (SDP) sebesar 20,51% kapasitas. *Discounted Cash Flow* (DCF) sebesar 46,9%. Berdasarkan data-data di atas maka pabrik Butil Akrilat dari asam akrilat dan butanol ini cukup layak untuk didirikan dan menguntungkan.

Kata kunci : butil akrilat, esterifikasi, CSTR

## Abstract

Butyl acrylate plant design was established to fulfill the domestic market and abroad. This based on the necessary for such materials because of this materials have increasing from year to year. Butyl acrylate plant design is designed with the capacity of 30,000 tons per year for 330 days per year. The process of butyl acrylate is esterification process uses liquid phase and the mole ratio of acrylic acid and butanol 1:1.043. The reaction is exothermic and is run in a Continuous Stirred Tank Reactor (CSTR), on liquid - liquid, irreversible process and kept in isothermal operating conditions (85°C) and the pressure is 1 atm. butyl acrylate plant design is including in low risk plant because of atmospheric conditions process.

Butyl acrylate plant design with the capacity of 30,000 tons/year, it need of raw materials as much acrylic acid 2215.3046 kg/hour, butanol as much 2397.7835 kg/hour, and the catalyst Amberlyst-15 as much as 45.5554 kg/hour. Utility support processes include water supply of 3510 kg/h are obtained from Krenceng reservoirs, supplying saturated steam at 3161 kg/h are obtained from the boiler is 98 liters/hour, the need for compressed air is 50 m<sup>3</sup> per hour, the demand for electricity is obtained from the PLN and two generators of 500 kW in reserve, fuel as much as 179 liters/hour. butyl acrylate plant design is planned to be established in the area of industry in Cilegon, Banten, on the land area 50,000 m<sup>2</sup> and the number of employees are 101 people.

Based on the analysis of the economic, butyl acrylate plant design has the Percent Return On Investment (ROI) before tax amounted to 37.76% and after tax is 25.73%. Pay Out Time (POT) before tax of 2.66 years, while after tax of 3.76 years. Break Even Point (BEP) amounted to 42.35% of capacity, and Shut Down Point (SDP) amounted to 20.51% of capacity. Discounted Cash Flow (DCF) amounted to 46.9%. Based on the data above, the Butyl Acrylate plant design of acrylic acid and butanol is quite feasible for established and profitable.

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Wr. Wb.*

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas limpahan rahmat, taufik dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Prarancangan Pabrik Butil Akrilat dari Asam Akrilat dan Butanol Kapasitas 30.000 Ton per Tahun”.

Tugas Prarancangan Pabrik merupakan salah satu syarat yang wajib ditempuh untuk menyelesaikan program strata 1 di Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah memberikan dukungan, bimbingan, dan bantuan hingga terselesaikannya laporan tugas akhir ini. Adapun pihak-pihak tersebut, antara lain:

1. Eni Budiwati, S.T., M.Eng, sebagai dosen pembimbing I
2. Tri Widayatno, S.T., M.Sc., Ph.D, sebagai dosen pembimbing II
3. Rois Fatoni, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia, Universitas Muhammadiyah Surakarta
4. Seluruh dosen dan staf Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Penulis menyadari adanya keterbatasan dalam penyusunan laporan tugas akhir ini. Besar harapan penulis akan adanya saran dan kritik yang membangun guna kesempurnaan laporan tugas akhir ini. Penyusun berharap semoga laporan tugas akhir ini bermanfaat bagi semua pihak yang membaca.

*Wassalamu'alaikum Wr. Wb.*

Surakarta, Februari 2016

Penulis



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>MOTTO</b> .....	iii
<b>PERSEMBAHAN</b> .....	iv
<b>INTISARI</b> .....	v
<b>ABSTRACT</b> .....	vi
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiii
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik .....	1
1.2 Kapasitas Prarancangan Pabrik .....	2
1.2.1 Kebutuhan butil akrilat .....	2
1.2.2 Kapasitas rancangan minimum .....	3
1.2.3 Ketersediaan bahan baku .....	3
1.3 Pemilihan Lokasi Pabrik .....	3
1.4 Tinjauan Pustaka .....	5
1.4.1 Macam-macam proses .....	5
1.4.2 Alasan pemilihan proses .....	6
1.4.3 Kegunaan produk .....	6
1.4.3 Sifat bahan baku dan produk .....	6
<b>BAB II. DESKRIPSI PROSES</b> .....	10
2.1 Spesifikasi Bahan Baku, Bahan Pembantu dan Produk.....	10
2.2 Konsep Proses .....	11
2.3 Tinjauan kinetika .....	11
2.4 Tinjauan termodinamika .....	12
2.5 Diagram Alir Proses dan Langkah Proses.....	13
2.5.1 Langkah Proses .....	13

2.3.2 Diagram Alir proses .....	15
2.4 Neraca Massa dan Neraca Panas .....	17
2.4.1 Neraca massa .....	17
2.4.2 Neraca panas .....	19
2.5 Layout Pabrik dan Tata Letak Peralatan .....	21
2.5.2 <i>Lay out</i> pabrik .....	21
2.5.3 <i>Lay out</i> peralatan proses .....	24
<b>BAB III. SPESIFIKASI PERALATAN PROSES</b> .....	26
3.1 Alat Utama .....	26
3.1.1 Reaktor (R-100) .....	26
3.1.2 <i>Flashdrum</i> (H-110) .....	27
3.1.3 Dekanter (H-120) .....	27
3.1.4 Menara Distilasi (D-130).....	28
3.2 Alat Pendukung .....	29
3.2.1 Tangki Asam Akrilat (F-102).....	29
3.2.2 Tangki Butanol (F-106).....	30
3.2.3 Tangki Produk (F-139).....	31
3.2.4 <i>Heat Exchanger</i> 1 (E-108).....	32
3.2.5 <i>Heat Exchanger</i> 2 (E-112).....	33
3.2.6 <i>Heat Exchanger</i> 3 (E-132).....	33
3.2.7 <i>Cooler</i> 1 (E-104) .....	34
3.2.8 <i>Cooler</i> 2 (E-138).....	35
3.2.9 <i>Condensor</i> 1 (E-121).....	36
3.2.10 <i>Condensor</i> 2 (E-133).....	36
3.2.11 <i>Reboiler</i> (E-136) .....	37
3.2.12 <i>Accumulator</i> 1 (F-122).....	38
3.2.13 <i>Accumulator</i> 2 (F-134).....	38
3.2.14 Pompa (L).....	39

<b>BAB IV. UNIT PENDUKUNG DAN</b>	
<b>LABORATORIUM.....</b>	<b>4</b>
9 .....	
4.1 Unit Pendukung Proses .....	49
4.1.1 Unit penyediaan dan pengolahan air .....	50
4.1.2 Spesifikasi alat pengolah air .....	57
4.1.3 Kebutuhan air.....	63
4.1.4 Unit penyediaan steam .....	64
4.1.5 Unit penyediaan listrik .....	65
4.1.6 Unit penyediaan bahan bakar .....	68
4.1.7 Unit udara tekan.....	68
4.1.8 Unit pengolahan limbah .....	69
4.2 Unit Laboratorium .....	71
<b>BAB V. MANAJEMEN PERUSAHAAN.....</b>	<b>73</b>
5.1 Bentuk Perusahaan .....	73
5.2 Struktur Organisasi .....	73
5.3 Tugas dan Wewenang .....	76
5.3.1 Pemegang saham.....	76
5.3.2 Direktur .....	76
5.3.3 Dewan Komisaris.....	77
5.3.4 Kepala Bagian.....	77
5.3.5 Karyawan.....	79
5.3.6 Sekretaris .....	81
5.3.7 Staf ahli.....	81
5.4 Pembagian Jam Kerja Karyawan.....	82
5.5 Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji .....	83
5.5.1 Sistem kepegawaian .....	83
5.5.2 Sistem gaji .....	84
5.4 Kesejahteraan Sosial Karyawan .....	86
5.5 Manajemen Produksi .....	86
5.5.1 Perencanaan produksi.....	87

5.5.2 Pengendalian proses .....	88
---------------------------------	----

**BAB VI. ANALISIS**

**EKONOMI**..... 9  
0 .....

    6.1 *Capital Investement* ..... 93  
    6.2 *Manufacturing Cost* ..... 94  
    6.3 *General Expenses* ..... 95  
    6.4 Analisis Kelayakan ..... 95  
        6.4.1 *Percent Return On Investment*..... 96  
        6.4.2 *Pay Out Time* ..... 97  
        6.4.3 *Break Event Point* ..... 98  
        6.4.4 *Shut Down Point* ..... 99  
        6.4.5 *Discounted Cash Flow* ..... 99

**BAB VII.**

**KESIMPULAN** ..... 10  
1 .....

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1.1	Kebutuhan impor butil akrilat tahun (2003-2013) ..... 2
Tabel 1.2	Produsen butil akrilat ..... 3
Tabel 2.1	Data Panas Pembentukan ( $\Delta H^{\circ}$ ) dan Energi Gibbs ( $\Delta G^{\circ}$ )..... 12
Tabel 2.2	Neraca massa di sekitar reaktor (R-100) ..... 17
Tabel 2.3	Neraca massa di sekitar flashdrum (H-110) ..... 17
Tabel 2.4	Neraca massa di sekitar decanter (H-120) ..... 18
Tabel 2.5	Neraca massa di sekitar menara distilasi (D-130)..... 18
Tabel 2.6	Neraca massa total ..... 18
Tabel 2.7	Neraca panas di sekitar reaktor (R-100) ..... 19
Tabel 2.8	Neraca panas di sekitar flashdrum (H-110) ..... 19
Tabel 2.9	Neraca panas di sekitar dekanter (H-120) ..... 19
Tabel 2.10	Neraca panas di sekitar menara distilasi (D-130) ..... 20
Tabel 2.11	Luas bangunan pabrik ..... 23
Tabel 4.1	Kebutuhan air pendingin ..... 63
Tabel 4.2	Kebutuhan air umpan <i>boiler</i> ..... 63
Tabel 4.3	Kebutuhan air sanitasi ..... 64
Tabel 4.4	Konsumsi listrik untuk keperluan proses ..... 66
Tabel 4.5	Konsumsi listrik untuk utilitas ..... 67
Tabel 5.1	Pembagian <i>shift</i> karyawan ..... 83
Tabel 5.2	Perincian gaji pegawai ..... 85
Tabel 6.1	<i>Cost index chemical plant</i> ..... 91
Tabel 6.2	<i>Fixed capital investmen</i> ..... 93
Tabel 6.3	<i>Working capital</i> ..... 94
Tabel 6.4	<i>Manufacturing cost</i> ..... 95
Tabel 6.5	<i>General expenses</i> ..... 95
Tabel 6.6	<i>Fixed cost</i> ..... 98
Tabel 6.7	<i>Variable cost</i> ..... 98
Tabel 6.8	<i>Regulated cost</i> ..... 99

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1 Grafik impor butil akrilat .....	2
Gambar 2.1 Diagram alir kualitatif .....	15
Gambar 2.2 Diagram alir kuantitatif .....	16
Gambar 2.3 Tata letak pabrik.....	23
Gambar 2.4 Tata letak peralatan proses .....	25
Gambar 4.1 Diagram alir pengolahan air.....	53
Gambar 5.1 Struktur organisasi.....	75
Gambar 6.1 Grafik hubungan tahun dengan <i>cost index</i> .....	92
Gambar 6.2 Grafik analisis ekonomi .....	100