

**LAPORAN TUGAS PRARANCANGAN PABRIK  
METIL AKRILAT DARI METANOL DAN  
ASAM AKRILAT DENGAN PROSES ESTERIFIKASI  
KAPASITAS 35.000 TON/TAHUN**



Oleh :

Wiwik Andani  
D 500 110 022

Dosen Pembimbing :  
Emi Erawati, S.T.,M.Eng  
M. Mujiburohman, Ph.D.

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

**2016**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**JURUSAN TEKNIK KIMIA**

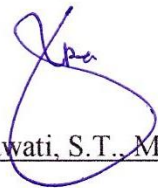
---

NAMA : Wiwik Andani  
NIM : D 500 110 022  
JUDUL TPP : Prarancangan Pabrik Metil Akrilat dari Metanol dan Asam Akrilat dengan Proses Esterifikasi Kapasitas 35.000 Ton/Tahun  
DOSEN PEMBIMBING : 1. Emi Erawati, S.T., M.Eng.  
2. M. Mujiburohman, Ph.D.

Surakarta, Agustus 2016

Menyetujui,

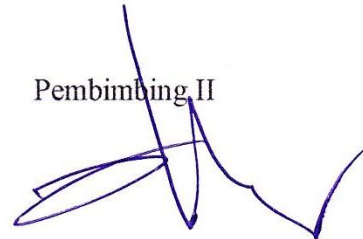
Pembimbing I



Emi Erawati, S.T., M.Eng.

NIK. 989

Pembimbing II



M. Mujiburohman, Ph.D.

NIK. 794

Mengetahui,

Dekan  
Fakultas Teknik



Ir. H. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D

NIK. 682

Ketua Program Studi  
Teknik Kimia



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

NIK. 892

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK KIMIA

---

**PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Wiwik Andani

NIM : D 500 110 022

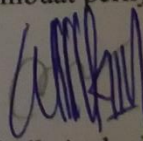
Program Studi : Teknik Kimia

Judul Tugas Akhir : Prarancangan Pabrik Metil Akrilat dari Metanol dan Asam Akrilat dengan Proses Esterifikasi Kapasitas 35.000 Ton/Tahun

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa hasil Tugas Akhir yang saya buat dan serahkan ini merupakan hasil karya saya sendiri, kecuali kutipan-kutipan dan ringkasan-ringkasan yang semuanya telah saya jelaskan sumbernya. Apabila Tugas Akhir ini merupakan jiplakan dan atau penelitian karya ilmiah lain, maka saya siap menerima sanksi baik secara akademis maupun hukum.

Surakarta, Agustus 2016

Yang membuat pernyataan,



Wiwik Andani

## INTISARI

Metil akrilat ( $\text{CH}_2\text{CHCOOCH}_3$ ) adalah salah satu bahan kimia yang digunakan sebagai bahan baku bagi industri – industri kimia, biasanya digunakan sebagai bahan baku untuk produksi polimer (poliakrilat). Polimer ini digunakan sebagai cat (*coating*), bahan perekat, dan *binder* untuk industri kulit, kertas dan tekstil serta untuk komponen kopolimer dari *acrylic fiber*. Lokasi pendirian pabrik direncanakan di kawasan industri Cilegon, Banten. Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan metil akrilat adalah asam akrilat dan metanol. Metil akrilat dibuat dengan cara esterifikasi asam akrilat dan metanol pada fase cair dengan temperatur  $80^\circ\text{C}$  dan tekanan 1 atm dalam reaktor alir tangki berpengaduk yang dipasang seri pada kondisi isothermal. Proses pemisahan dengan *decanter* dan dua menara distilasi. Fase bawah dari *decanter* dialirkan menuju menara distilasi pertama untuk *me-recycle* asam sulfat diumpankan kembali ke reaktor. Fase atas *decanter* diumpankan ke menara distilasi kedua untuk memurnikan produk sehingga mempunyai spesifikasi 99,5% berat.

Pabrik direncanakan berdiri tahun 2020, dibangun di atas tanah dengan luas  $15.125 \text{ m}^2$ . Pabrik beroperasi selama 24 jam per hari dan 330 hari per tahun dengan kebutuhan bahan baku asam akrilat sebesar 4.419,19 kg/jam dan metanol sebesar 4.419,19 kg/jam. Jumlah kebutuhan tenaga kerja sebanyak 144 orang. Kebutuhan utilitas meliputi air pendingin sebanyak 459.180,03 kg/jam, air konsumsi umum dan sanitasi sebanyak 2.402,50 kg/jam dan *make up boiler* sebanyak 30.606,58 kg/jam, bahan bakar sebanyak 301,88 L/jam, dan kebutuhan listrik sebesar 525,66 kW.

Modal tetap pabrik sebesar US\$ 34.608.118,62, sedangkan modal kerjanya sebesar US\$ 292.818.024.429 Biaya produksi total per tahun adalah sebesar US\$ 2.597.154.840 Evaluasi ekonomi menunjukkan bahwa: *percent return on investment* (ROI) sebelum pajak 79,56%, sesudah pajak 59,82%, *pay out time* (POT) sebelum pajak 1,11 tahun, sesudah pajak 1,42 tahun, *break event point* (BEP) 52,64%, *shut down point* (SDP) 25,70%, dan *discounted cash flow* (DCF) 30,23%. Dari hasil evaluasi ekonomi, pabrik metil akrilat dari asam akrilat dan metanol dengan kapasitas 35.000 ton/tahun layak untuk direalisasikan pembangunannya di Indonesia.

Kata kunci : metil akrilat, metanol, CSTR/RATB.

## ABSTRACT

Methyl acrylic ( $\text{CH}_2\text{CHCOOCH}_3$ ) is one of the many chemicals used as raw materials for the chemical industries, usually used as a raw material for the production of polymers (poliakrilat). These polymers are used as paint (coating), binder, and a binder for leather industry, paper and textiles as well as to the components of the copolymer of acrylic fiber. The location of the establishment of the planned factory in the industrial area Cilegon, Banten. Raw materials used in the manufacture of methyl acrylic acid and acrylic is methanol. Methyl acrylic acid by esterification of acrylic and methanol in liquid phase with the temperature of  $80^\circ\text{C}$  and 1 atm pressure in the reactor tank with flow series mounted on the condition of isothermal. Separation process with decanter and two distillation tower. The down phase of the decanter streamed toward the first distillation Tower for recycle of sulfuric acid is fed back into the reactor. Top phase decanter fed into the second distillation tower to purify the product so has specs 99,5% by weight.

The factory was planned to stand by 2020, built on the land with an area of 15,125 m<sup>2</sup>. The factory operates 24 hours per day and 330 days per year with acrylic acid raw materials needs of 4.419,19 kg/h and methanol of 4.419,19 kg/h. The number of labor needs as many as 144 people. The needs of utilities includes water cooling as much as 459.180,03 kg/h, water sanitation and public consumption as much as 2.402,50 kg/h boiler and make up as much as 30.606,58 kg/h, fuel as much as 301,88 L/h, and electricity needs of 525,66 kW.

Factory fixed capital amounted to US \$ 34.608.118,62, while his working capital amounting to US \$ 292.818.024.429 total production cost per year is US \$ 2.597.154.840 Economic Evaluation showed that: percent return on investment (ROI) before tax 79,56%, after tax pay out time (POT) 59,82% before tax 1,11 after the tax year 1,42 years, break event point (BEP) 52,64%, shut down point (SDP) 25,70%, and discounted cash flow (DCF) are 30,23%. From the results of the economic evaluation, methyl acrylic acid and acrylic of methanol with a capacity of 35.000 tons/year deserves to be realized during the construction in Indonesia.

Keyword : Methyl acrylic, Methanol, CSTR/RATB

## **MOTTO**

Sesungguhnya bersama kesukaran itu ada keringanan .Karena itu bila kau sudah selesai (mengerjakan yang lain). Dan berharaplah kepada Tuhanmu.(Q.S Al Insyirah:6-8)

Jawaban sebuah keberhasilan adalah terus belajar dan tak kenal putus asa

Sambut masa depan cemerlang dengan berilmu

Ilmu adalah harta yang tak pernah habis

Hidup adalah pelajaran tentang kerendahan hati

Tak perlu malu karena berbuat kesalahan, sebab kesalahan akan membuatmu lebih bijak dari sebelumnya

## **PERSEMBAHAN**

Yang Utama Dari Segalanya...

Sembah sujud serta syukur kepada Allah SWT. Taburan cinta dan kasih sayang-Mu telah memberikanku kekuatan, membekaliku dengan ilmu serta memperkenalkan ku dengan cinta. Atas karunia serta kemudahan yang Engkau berikan akhirnya skripsi yang sederhana ini dapat terselesaikan. Sholawat dan salam selalu terlimpahkan kehariban Rasulullah Muhammad SAW.

*Kupersembahkan karya sederhana ini kepada orang yang sangat kukasihi dan kusayangi.*

**Ayah dan Ibu Tercinta...**

Sebagai tanda bakti, hormat, dan rasa terimakasih yang tiada terhingga kupersembahkan karya kecil ini kepada Ibu dan Ayah yang telah memberikan kasih sayang, segala dukungan, dan cinta kasih yang tiada terhingga yang tiada mungkin dapat kubalas hanya dengan selembar kertas yang bertuliskan kata cinta dan persembahan. Semoga ini menjadi langkah awal untuk membuat Ayah dan Ibu bahagia karna kusadar, selama ini belum bisa berbuat yang lebih. Untuk Ayah dan Ibu yang selalu menyirami kasih sayang, selalu mendoakanku, selalu menasehatiku menjadi lebih baik. Terimakasih Ayah dan Ibu...

**Kakak – Kakakku...**

Untuk kakakku, tiada yang paling mengharukan saat kumpul bersama kalian, walaupun sering bertengkar tapi hal itu selalu menjadi warna yang tak akan bisa tergantikan, terimakasih atas doa dan bantuan kalian selama ini, hanya karya kecil ini yang dapat aku bersembahkan. Tapi aku akan selalu menjadi yang terbaik untuk kalian semua. Terimakasih kakakku tercinta,” Uji Purwanto, Wahyu Hartanto, Tri Sulistyorini, Supriyadi”.

### **Dosen Pembimbing Tugas Akhirku...**

Ibu Emi Erawati, ST., M.Eng., dan Bapak M.Mujiburohman, Ph.D., selaku dosen pembimbing tugas akhir saya, terimakasih banyak pak..bu., saya sudah dibantu selama ini, sudah diajari, dinasehati, saya tidak akan lupa atas bantuan dan kesabaran Bapak dan Ibu yang sudah meluangkan waktunya untuk membimbing saya. Terimakasih banyak pak.. bu.. Serta Seluruh Dosen Pengajar di Fakultas Teknik Kimia. Terimakasih banyak untuk semua ilmu, didikan dan pengalaman yang sangat berarti yang telah kalian berikan kepada kami.

### **Sahabatku...**

Buat sahabatku “ Farikhah Zahrotus S, ST., Resti Hening Cahyaningtyas, S.Pd., Yuniexy Tuladhani, Wira Yudha Perdana,” terima kasih atas bantuan, doa, nasehat, hiburan, dan semangat yang kalian berikan selama aku kuliah, aku tak akan melupakan semua yang telah kalian berikan selama ini. Buat teman – teman Teknik Kimia angkatan 2011 terimakasih atas bantuan kalian semoga keakraban di antara teknik kimia 2011 selalu terjaga.



## KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmaanirrohim

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah, puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat hidayah dan petunjuknya-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan tugas akhir prarancangan pabrik kimia ini dengan baik. Tak lupa sholawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Nabi Besar Muhammad SAW, keluarga, sahabat dan seluruh pengikutnya.

Tugas Prarancangan Pabrik Kimia merupakan tugas akhir yang harus diselesaikan oleh setiap mahasiswa Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta sebagai prasyarat untuk menyelesaikan jenjang studi sarjana. Dengan tugas ini diharapkan kemampuan penalaran dan penerapan teori-teori yang telah diperoleh selama kuliah dapat berkembang dan dapat dipahami dengan baik.

Judul Tugas Akhir ini adalah **Prarancangan Pabrik Metil Akrilat dari Metanol dan Asam Akrilat dengan Proses Esterifikasi kapasitas 35.000 Ton/Tahun**. Adanya prarancangan pabrik ini diharapkan dapat memperkaya alternatif industri masa depan bagi Indonesia.

Penyelesaian penyusunan laporan tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan dan bimbingan serta dorongan dari berbagai pihak. Melalui laporan ini penyusun ingin mengucapkan terima kasih yang tiada terhingga, terutama kepada :

1. Bapak Rois Fatoni, S.T., MSc., selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Emi Erawati, S.T., M.Eng selaku Dosen Pembimbing I.
3. M. Mujiburohman, Ph.D.. selaku Dosen Pembimbing II.
4. Bapak dan Ibu Dosen Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Surakarta atas segala bimbingan dan arahnya.
5. Ayah, Ibu dan Kakak ku yang selalu mendoakan dan memberi semangat serta dukungannya.

6. Teman-teman Teknik Kimia UMS angkatan 2011.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan tugas akhir ini masih banyak terdapat kekurangan dan kesalahan, untuk itu penulis mengharapkan saran dan kritik membangun demi kesempurnaan laporan ini. Dan semoga laporan ini bermanfaat bagi semua pihak. Akhir kata penulis mohon maaf apabila ada salah kata, dan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Surakarta, Agustus 2016

Penyusun

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN .....	iii
INTISARI.....	iv
ABSTRACT .....	v
MOTTO .....	vi
PERSEMBAHAN .....	vii
KATA PENGANTAR .....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GAMBAR .....	xvi
<b>BAB I</b> <b>PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1    Latar Belakang Pendirian Pabrik .....	1
1.2    Kapasitas Prarancangan .....	1
1.2.1    Kebutuhan Metil Akrilat .....	2
1.2.2    Kapasitas Produksi Pabrik Metil Akrilat yang Sudah Berdiri .....	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 Pembuatan Butil Akrilat .....	5
1.4.2    Alasan Pemilihan Proses .....	7
1.4.3    Kegunaan Produk.....	7
1.4.4    Sifat Fisis dan Sifat Kimia Bahan Baku dan Produk ..	8
<b>BAB II</b> <b>DESKRIPSI PROSES</b> .....	11
2.1    Spesifikasi Bahan Baku dan Produk.....	11
2.1.1    Spesifikasi Bahan Baku .....	11
2.1.2    Spesifikasi Bahan Pembantu.....	11
2.1.3    Spesifikasi Produk .....	11

2.2	Konsep Proses.....	12
2.2.1	Dasar Reaksi .....	12
2.2.2	Mekanisme Reaksi .....	12
2.2.3	Sifat Reaksi .....	13
2.3	Diagram Alir Proses dan Tahapan Proses .....	15
2.3.1	Diagram Alir Proses.....	15
2.3.2	Tahapan Proses .....	15
2.4	Neraca Massa dan Neraca Panas .....	18
2.4.1	Neraca Massa .....	18
2.4.2	Neraca Panas .....	21
2.5	Tata Letak Peralatan .....	24
2.5.1	Tata Letak Pabrik.....	24
2.5.2	Tata Letak Alat .....	29
<b>BAB III</b>	<b>SPESIFIKASI ALAT .....</b>	<b>32</b>
3.1	Reaktor (R-01) .....	32
3.2	<i>Decanter</i> .....	33
3.3	Menara Distilasi 01 (MD-01) .....	33
3.4	Menara Distilasi (MD-02) .....	34
3.5	Tangki Penyimpan Asam Akrilat (T-01).....	35
3.6	Tangki Penyimpan Metanol (T-02) .....	35
3.7	Tangki Penyimpan Asam Sulfat (F-130).....	36
3.8	Tangki Penyimpan Metil Akrilat (T-03).....	36
3.9	Pompa (P-01) .....	36
3.10	Pompa (P-02) .....	37
3.11	Pompa (P-03) .....	37
3.12	Pompa (P-04) .....	37
3.13	Pompa (P-05) .....	38
3.14	Pompa (P-06) .....	38
3.15	Pompa (P-07) .....	38
3.16	Pompa (P-08) .....	38
3.17	Pompa (P-09) .....	39

3.18	Pompa (P-10) .....	39
3.19	<i>Heat Exchanger</i> (HE-01) .....	39
3.20	<i>Heat Exchanger</i> (HE-02) .....	40
3.21	<i>Heat Exchanger</i> (HE-03) .....	41
3.22	<i>Heat Exchanger</i> (HE-04) .....	42
3.23	<i>Heat Exchanger</i> (HE-05) .....	43
3.24	<i>Heat Exchanger</i> (HE-06) .....	44
3.25	<i>Condenser</i> (CD-01) .....	45
3.26	<i>Condenser</i> (CD-02) .....	46
3.27	<i>Reboiler</i> 01 (RB-01) .....	47
3.28	<i>Reboiler</i> 02 (RB-02) .....	47
3.29	<i>Accumulator</i> (ACC-01) .....	48
3.30	<i>Accumulator</i> (ACC-02) .....	49
BAB IV	UNIT PENDUKUNG PROSES (UTILITAS) DAN LABORATORIUM.....	50
4.1	Unit Pendukung Proses.....	50
4.1.1	Unit Pengelola dan Pengolahan Air.....	51
4.1.2	Unit Pengadaan Listrik .....	54
4.1.3	Unit Pengolahan Limbah Cair .....	55
4.2	Laboratorium .....	56
BAB V	MANAJEMEN PERUSAHAAN .....	59
5.1	Bentuk Perusahaan.....	59
5.2	Struktur Organisasi .....	60
5.3	Tugas dan Wewenang.....	64
5.3.1	Pemegang Saham .....	64
5.3.2	Dewan Komisaris.....	64
5.3.3	Dewan Direksi .....	64
5.3.4	Staf Ahli .....	65
5.3.5	Penelitian dan Pengembangan (Litbang) .....	66
5.3.6	Kepala Bagian .....	66
5.3.7	Kepala Seksi.....	69

5.4	Pembagian Jam Kerja Karyawan.....	69
5.4.1	Karyawan <i>Non Shift</i> .....	70
5.4.2	Karyawan <i>Shift</i> .....	70
5.5	Status Karyawan dan Sistem Upah.....	71
5.6	Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji.....	72
5.6.1	Penggolongan Jabatan.....	72
5.6.2	Jumlah Karyawan dan Gaji .....	73
5.7	Kesejahteraan Sosial Karyawan .....	74
BAB VI	ANALISIS EKONOMI.....	76
6.1	Perhitungan Biaya.....	76
6.1.1	<i>Capital Investment</i> .....	76
6.1.2	<i>Manufacturing Cost</i> .....	77
6.1.3	<i>General Expense</i> .....	77
6.2	Analisis Kelayakan .....	77
6.3	Perhitungan Analisa Ekonomi .....	79
6.3.1	Dasar Perhitungan.....	79
6.4	Penentuan Total <i>Capital Investment (TCI)</i> .....	80
6.5	Biaya Produksi Total ( <i>Total Production Cost</i> ).....	81
6.6	Analisis Kelayakan Ekonomi .....	82

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Data Kebutuhan Impor Metil Akrilat Tahun 2009-2014 .....	2
Tabel 1.2	Kapasitas Produksi Berbagai Pabrik di Dunia .....	3
Tabel 1.3	Perbandingan Proses Pembuatan Metil Akrilat .....	7
Tabel 2.1	Harga $\Delta G^0_f$ Masing-masing Komponen .....	14
Tabel 2.2	$\Delta H^0_f$ Masing-masing Komponen .....	14
Tabel 2.3	Arus Neraca Massa .....	18
Tabel 2.4	Neraca Massa Total .....	19
Tabel 2.5	Neraca Massa Reaktor 1 .....	19
Tabel 2.6	Neraca Massa Reaktor 2 .....	20
Tabel 2.7	Neraca Massa Reaktor 3 .....	20
Tabel 2.8	Neraca Massa <i>Decanter</i> .....	20
Tabel 2.9	Neraca Massa Menara Distilasi 01 .....	21
Tabel 2.10	Neraca Massa Menara Distilasi 02 .....	21
Tabel 2.11	Neraca Panas di Sekitar Reaktor 1 .....	22
Tabel 2.12	Neraca Panas di Sekitar Reaktor 2 .....	23
Tabel 2.13	Neraca Panas di Sekitar Reaktor 3 .....	23
Tabel 2.14	Neraca Panas <i>Decanter</i> .....	23
Tabel 2.15	Neraca Panas Menara Distilasi 01 .....	24
Tabel 2.16	Neraca Panas Menara Distilasi 02 .....	24
Tabel 2.17	Perincian Luas Tanah sebagai Bangunan Pabrik .....	28
Tabel 4.1	Kebutuhan Air Total .....	54
Tabel 5.1	Jadwal Pembagian Kelompok <i>Shift</i> .....	71
Tabel 5.2	Jumlah Karyawan Menurut Jabatan .....	73
Tabel 5.3	Perincian Golongan dan Gaji Karyawan .....	74
Tabel 6.1	<i>Fixed Capital Investment</i> .....	80
Tabel 6.2	<i>Working Capital</i> .....	80
Tabel 6.3	<i>Manufacturing Cost</i> .....	81
Tabel 6.4	<i>General Expense</i> .....	82

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Grafik Regresi Import Metil Akrilat Tiap Tahun .....	2
Gambar 2.1	Mekanisme Reaksi Proses Eksterifikasi .....	13
Gambar 2.2	Diagram Alir Kualitatif.....	17
Gambar 2.3	Diagram Alir Kualitatif.....	17
Gambar 2.4	Diagram Alir Neraca Massa .....	18
Gambar 2.5	Tata Letak Pabrik Metil Akrilat.....	29
Gambar 2.6	Tata Letak Alat Proses .....	31
Gambar 4.1	Proses Pengolahan Air .....	58
Gambar 5.1	Struktur Organisasi Pabrik Metil Akrilat.....	63
Gambar 6.1	Grafik BEP dsan SDP .....	84