

TUGAS AKHIR
PRARANCANGAN PABRIK METIL AKRILAT
DARI ASAM AKRILAT DAN METANOL
DENGAN PROSES ESTERIFIKASI
KAPASITAS 36.000 TON/TAHUN



Oleh:

Rizqa Amalia Devi I 0512054

PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
2017

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR
PRARANCANGAN PABRIK METIL AKRILAT
DARI ASAM AKRILAT DAN METANOL
DENGAN PROSES ESTERIFIKASI
KAPASITAS 36.000 TON/TAHUN

Oleh :

Rizqa Amalia Devi

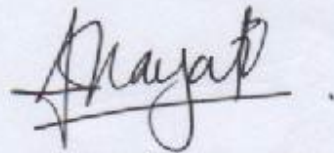
10512054

Pembimbing II



Dr. Eng. Agus Purwanto, S.T., M.T.
NIP. 19750411 199903 1 001

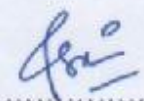
Pembimbing I

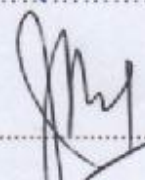


Inayati, S.T., M.T., Ph.D
NIP. 19710829 199903 2 001

Dipertahankan di depan tim penguji :

1. Dr. Sperisa Distantina, S.T., M.T.
NIP. 19740509 200003 2 002
2. Dr. Margono, S.T., M.T.
NIP. 19681107 199702 1 001

1.  17/01/2017

2.  17/01/2017

Disahkan,

Kepala Program Studi S1 Teknik Kimia



Dr. Margono, S.T., M.T.
NIP. 19681107 199702 1 001

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena limpahan rahmat dan hidayah-Nya, penulis akhirnya dapat menyelesaikan penyusunan Laporan Tugas Akhir dengan judul “Prarancangan Pabrik Metil Akrilat dari Asam Akrilat dan Metanol dengan Proses Esterifikasi Kapasitas 36.000 ton/tahun”.

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis memperoleh banyak bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dr. Margono, S.T, M.T selaku Kepala Program Studi S1 Teknik Kimia atas bimbingannya.
2. Inayati, S.T., M.T. Ph.D dan Dr. Eng. Agus Purwanto, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing atas bimbingan dan arahnya dalam penyelesaian tugas akhir ini.
3. Seluruh dosen, laboran, dan administrasi Program Studi Sarjana Teknik Kimia atas ilmu, arahan, dan bantuannya selama ini.
4. Kedua orang tua dan keluarga atas dukungan doa dan semangat yang senantiasa diberikan.
5. Teman – teman Teknik Kimia UNS, khususnya angkatan 2012.
6. Seluruh pihak yang telah membantu, yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis membuka diri terhadap segala saran dan kritik yang membangun. Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca sekalian.

Surakarta, Januari 2017

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Lembar Pengesahan	ii
Lembar Konsultasi	iii
Kata Pengantar	iv
Daftar Isi.....	v
Daftar Tabel	x
Daftar Gambar.....	xii
Intisari	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik	1
1.2. Kapasitas Pabrik.....	2
1.2.1 Kebutuhan Metil Akrilat di Indonesia.....	2
1.2.2 Ketersediaan Bahan Baku	3
1.2.3 Kapasitas Pabrik yang Telah Berproduksi	3
1.3. Pemilihan Lokasi Pabrik	4
1.4. Tinjauan Pustaka	6
1.4.1 Macam-Macam Proses Pembuatan Metil Akrilat	6
1.4.2 Alasan Pemilihan Proses	7
1.4.3 Kegunaan Produk	8
1.4.4 Sifat – Sifat Fisis dan Kimia Bahan Baku, dan Produk.....	8

1.4.5	Tinjauan Proses Secara Umum	10
BAB II	DESKRIPSI PROSES	12
2.1.	Spesifikasi Bahan Baku dan Produk	12
2.1.1	Spesifikasi Bahan Baku.....	12
2.1.1	Spesifikasi Katalis.....	12
2.1.3	Spesifikasi Produk.....	13
2.2.	Konsep Proses	13
2.2.1	Dasar Reaksi.....	13
2.2.2	Mekanisme Reaksi	13
2.2.3	Sifat Reaksi	16
2.2.3	Diagram Alir Proses dan Langkah Proses.....	19
2.3.	Neraca Massa dan Neraca Panas.....	25
2.3.1	Neraca Massa	25
2.3.2	Neraca Panas	27
2.5.	Tata Letak Peralatan Proses dan Pabrik.....	29
2.5.1	Tata Letak Peralatan Proses	29
2.5.2	Tata Letak Pabrik.....	31
BAB III	SPESIFIKASI PERALATAN PROSES	34
3.1.	Reaktor	34
3.2.	Dekanter	34
3.3.	Menara Distilasi-01	35
3.4.	Reboiler-01	36
3.5.	Condensor-01	37

3.6. Accumulator-01.....	38
3.7. Menara Distilasi-02	38
3.8. Reboiler-02	39
3.9. Condensor-02	40
3.10. Accumulator-02	41
3.11. Menara Distilasi-03	42
3.12. Reboiler-03	42
3.13. Condensor-03	43
3.14. Accumulator-03	44
3.13. Cooler-01	45
3.14. Cooler-02	46
3.15. Pompa-01	46
3.16. Pompa-02	47
3.17. Pompa-03	47
3.18. Pompa-04	48
3.19. Pompa-05	48
3.20. Pompa-06	49
3.21. Pompa-07	49
3.22. Pompa-08	50
3.23. Pompa-09	50
3.24. Tangki Penyimpanan-01	51
3.25. Tangki Penyimpanan-02	52
3.26. Tangki Penyimpanan-03	52

BAB IV	UNIT PENDUKUNG PROSES DAN LABORATORIUM.....	54
4.1.	Unit Pendukung Proses	54
4.1.1	Unit Pengadaan Air	55
4.1.2	Unit Pengadaan Udara Tekan.....	61
4.1.3	Unit Pengadaan Listrik.....	62
4.1.4	Unit Pengadaan Steam	67
4.1.5	Unit Pengadaan Bahan Bakar.....	69
4.2.	Laboratorium.....	70
4.2.1	Laboratorium Fisik.....	71
4.2.2	Laboratorium Analitik.....	71
4.2.3	Laboratorium Penelitian dan Pengembangan.....	71
4.2.4	Prosedur Analisa Bahan Baku.....	72
4.2.5	Prosedur Analisa Produk.....	73
4.2.6	Analisa Air	73
4.2.7	Unit Pengolahan Limbah.....	74
BAB V	MANAJEMEN PERUSAHAAN.....	75
5.1	Bentuk Perusahaan.....	75
5.2	Struktur Organisasi.....	76
5.3	Tugas dan Wewenang	79
5.3.1	Pemegang Saham	79
5.3.2	Dewan Direksi.....	79
5.3.3	Kepala Bagian	80
5.4	Pembagian Jam Kerja Karyawan	83

5.4.1	Karyawan <i>non shift</i>	83
5.4.2	Karyawan <i>shift</i>	83
5.5	Status Karyawan dan Sistem Upah	84
5.6	Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan, dan Gaji	85
5.7	Kesejahteraan Sosial Karyawan	89
BAB VI	ANALISA EKONOMI	90
6.1	Penaksiran Harga Peralatan	90
6.2	Dasar Perhitungan	92
6.3	Penentuan <i>Total Capital Investment</i> (TCI)	92
6.3.1	<i>Fixed Capital Investment</i> (FCI)	93
6.3.2	<i>Working Capital Investment</i> (WCI)	94
6.4	Total Production Cost (TPC)	94
6.4.1	<i>Manufacturing Cost</i>	94
6.4.1.1	<i>Direct Manufacturing Cost</i> (DMC)	94
6.4.1.2	<i>Indirect Manufacturing Cost</i> (IMC)	95
6.4.1.3	<i>Fixed Manufacturing Cost</i> (FMC)	95
6.4.2	<i>General Expense</i> (GE)	96
6.5	Keuntungan Produksi	96
6.6	Analisa Kelayakan	96

Daftar Pustaka

Lampiran

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1.	Data Impor Metil akrilat di Indonesia.....	2
Tabel 1.2.	Kapasitas Pabrik yang Telah Berproduksi.....	3
Tabel 1.3.	Perbandingan Proses Pembuatan Metil akrilat	7
Tabel 2.1.	Harga ΔH°_f Masing-masing Komponen.....	18
Tabel 2.2.	Harga ΔG°_f Masing-masing Komponen.....	18
Tabel 2.3.	Neraca Massa Reaktor	25
Tabel 2.4.	Neraca Massa Dekanter 01	25
Tabel 2.5.	Neraca Massa Menara Distilasi I.....	26
Tabel 2.6.	Neraca Massa Menara Distilasi II.....	26
Tabel 2.7.	Neraca Massa Menara Distilasi III	26
Tabel 2.8.	Neraca Massa Total	27
Tabel 2.9.	Neraca Panas Reaktor	27
Tabel 2.10.	Neraca Panas Dekanter	27
Tabel 2.11.	Neraca Panas Menara Distilasi I.....	28
Tabel 2.12.	Neraca Panas Menara Distilasi II.....	28
Tabel 2.13.	Neraca Panas Menara Distilasi III	28
Tabel 4.1.	Kebutuhan Air Pendingin	60
Tabel 4.2.	Kebutuhan Air Umpan Boiler	61
Tabel 4.3.	Kebutuhan Air Konsumsi dan Sanitasi	61
Tabel 4.4.	Kebutuhan Listrik untuk Keperluan Proses	63

Tabel 4.5.	Kebutuhan Listrik untuk Keperluan Utilitas	64
Tabel 4.6.	Jumlah <i>Lumen</i> Berdasarkan Luas Bangunan	65
Tabel 4.7.	Total Kebutuhan Listrik Pabrik	66
Tabel 4.8.	Kebutuhan Bahan Bakar Pabrik	69
Tabel 5.1.	Jadwal Pembagian Kelompok <i>Shift</i>	84
Tabel 5.2.	Jumlah Karyawan Menurut Jabatannya	86
Tabel 5.3.	Perincian Golongan dan Gaji Karyawan	88
Tabel 6.1.	Indeks Harga Alat.....	90
Tabel 6.2.	<i>Fixed Capital Investment</i>	93
Tabel 6.3.	<i>Working Capital Investment</i>	94
Tabel 6.4.	<i>Dierct Manufacturing Cost</i>	94
Tabel 6.5.	<i>Indierct Manufacturing Cost</i>	95
Tabel 6.6.	<i>Fixed Manufacturing Cost</i>	95
Tabel 6.7.	<i>General Expense</i>	96
Tabel 6.8.	Analisa Kelayakan.....	98

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1.	Grafik Data Impor Metil akrilat di Indonesia.....	2
Gambar 1.2.	Peta Lokasi Pabrik.....	5
Gambar 2.1.	Diagram Alir Proses	21
Gambar 2.2.	Diagram Alir Kualitatif	22
Gambar 2.3.	Diagram Alir Kuantitatif	23
Gambar 2.4.	Layout Pabrik	32
Gambar 2.5.	Layout Proses	34
Gambar 4.1.	Skema Pengolahan Air dari PT. KTI	58
Gambar 5.1.	Struktur Organisasi Pabrik Metil Akrilat	78
Gambar 6.1.	Grafik Linierisasi Indeks Harga	91
Gambar 6.2.	Grafik Analisa Kelayakan	99

INTISARI

Rizqa Amalia Devi, 2017, Prarancangan Pabrik Metil Akrilat dari Asam Akrilat dan Metanol dengan Proses Esterifikasi Kapasitas 36.000 ton/tahun, Program Studi Sarjana Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Pabrik metil akrilat dirancang dengan kapasitas 36.000 ton/tahun. Bahan baku yang digunakan adalah asam akrilat dan metanol. Pabrik ini direncanakan berdiri di Cilegon, Banten, pada tahun 2018 dan mulai beroperasi pada tahun 2020. Metil akrilat banyak digunakan dalam industri kimia, yaitu sebagai *emulsion* dan *solution polymer* yang digunakan pada industri kertas, tekstil, cat, dan keramik.

Metil akrilat dibuat dari asam akrilat dan metanol dengan katalis *Amberlyst-15 dry* pada suhu 60-80 °C dan tekanan 2 atm dalam reaktor *Fixed Bed Singletube* kondisi *non isothermal* dan *adiabatis*. Reaksi berlangsung secara *eksotermis*. Reaksi ini merupakan reaksi *reversible* dengan konversi sebesar 50%. Hasil dari reaktor dialirkan ke dekanter. Di dalam dekanter akan terbentuk dua fraksi yaitu fraksi ringan (campuran air, metanol, asam akrilat dan sedikit metil akrilat) dan fraksi berat (metil akrilat dan sedikit air). Hasil atas dekanter dialirkan menuju ke menara distilasi-01 dan menara distilasi-02 untuk *recycle* asam akrilat dan metanol. Sedangkan hasil bawah dekanter dialirkan ke menara distilasi-03 untuk memurnikan produk sehingga didapatkan metil akrilat dengan kemurnian 99.5%.

Bahan baku yang dibutuhkan adalah asam akrilat 99% sebanyak 31.491,3 ton/tahun dan metanol 99,85% sebanyak 14.435,2 ton/tahun. Limbah yang dihasilkan berupa air dan campuran asam akrilat, metanol serta metil akrilat sebesar 9.926,64 ton/tahun.

Unit pendukung proses pabrik meliputi unit pengadaan air pendingin sebanyak 30.284,7 kg/jam, unit pengadaan air konsumsi umum dan sanitasi sebanyak 532,08 kg/jam, unit pengadaan *steam* yang berupa *saturated steam* suhu 164,34 C tekanan 100 psi sebanyak 9.485,11 kg/jam, udara tekan pada kondisi 30 C tekanan 6 bar sebanyak 138 m³/jam, tenaga listrik sebesar 268,55 kW, bahan bakar solar sebanyak 38,34 L/jam dan batubara sebanyak 956,37 kg/jam. Pabrik juga didukung laboratorium yang mengontrol mutu bahan baku dan produk.

Bentuk perusahaan yang dipilih adalah Perseroan Terbatas (PT), dengan struktur organisasi *line and staff*. Sistem kerja karyawan berdasarkan pembagian jam kerja yang terdiri dari karyawan *shift* dan *non-shift*. Pabrik beroperasi selama 24 jam per hari dan 330 hari per tahun. Jumlah kebutuhan tenaga kerja sebanyak 132 orang.

Dari analisa ekonomi diperoleh modal tetap sebesar Rp 242.504.104.413,68 dan modal kerja Rp 388.157.787.055,65. Biaya produksi total per tahun sebesar Rp 1.009.881.695.557,94. Analisis kelayakan menunjukkan bahwa *Return of Investment* (ROI) sebelum dan sesudah pajak sebesar 54,53% dan 40,89%. *Pay Out Time* (POT) sebelum dan sesudah pajak selama 1,5 tahun dan 2 tahun, *Break Even Point* (BEP) 43,25%, dan *Shut Down Point* (SDP) 24,18%. Sedangkan *Discounted Cash Flow* (DCF) sebesar 23,92%. Berdasarkan hasil evaluasi di atas, maka pabrik metil akrilat dengan kapasitas 36.000 ton/tahun dinilai layak untuk dipertimbangkan pendiriannya di Indonesia.

ABSTRACT

Rizqa Amalia Devi, 2017, Preliminary Plant Design of Methyl Acrylate from Acrylate Acid an Methanol using Esterification Process Capacity 36.000 Tonnes/year, Bachelor Degree of Chemical Engineering, Faculty of Engineering, Sebelas Maret University.

Methyl Acrylate plant is designed with a capacity of 36,000 tons / year, using raw materials of acrylate acid and methanol with a composition ratio of acrylate acid : methanol is 1 : 1,8 (mol%). The plant is planned to be built in Cilegon, Banten Province in 2018, and will be operating by 2020.

Methyl Acrylate is manufactured from acrylate acid and methanol at the temperature of 60 °C -80 °C and pressure of 2 atm in a *fixed bed singele tube* reactor with non isothermal adiabatic conditions with a catalyst of Amberlyst-15 dry compound. The reaction that occurs is exothermic. Conversion of Methyl Acrylate into acrylic acid of 50%. Reactor product is flowed to decanter. Then in the decanter formed heavy fraction and light fraction . The light fraction is flowed to distilation column 1 and distilation column 2 for recyled . The heavy fraction is flowed to distilation column 3 for purification into 99,5%.

99,% acrylate acid required is 31.491,3 tones/year and 99,885% methanol required is 14.435,3 tones/year. By products produced are mixture of water, acrylic acid, methanol and methyl acrylate at least 9.926,64 tones/year.

A supporting unit consisting of procurement unit of water about 30.816,78 kg/hour of product, procurement unit of steam for about 9.485,11 kg/hour of product, the procurement unit of electricity for about 268,55 kW, the procurement unit of compressed air for about 138 m³ / hour of product, the procurement unit of IDO fuel for about 38,34 L / hour of product. The plant is also equipped with laboratories to maintain product quality to match the desired specifications.

The company management is a Limited Liability Company (Perseroan Terbatas), with line and staff organizational structure. Employees working systems is based on the division of employee working hours consisting of 130 employees.

Economic analysis shows that Percent Return on Investment (ROI) before taxes is 54,53% and 40,89% after taxes, Pay Out Time (POT) before taxes is 1.5 years, 2 years after taxes, Break Even Point (BEP) is 43,25%, Shut Down Point (SDP) is 24,18% and the Discounted Cash Flow (DCF) is 23,92%. From the results of the economic analysis, we can conclude that the Methyl Acrylate plant with a capacity of 36,000 tons / year is worthy established.