

**PRA RANCANGAN PABRIK METIL AKRILAT DARI
ASAM AKRILAT DAN METANOL DENGAN PROSES
ESTERIFIKASI KAPASITAS 60.000 TON/TAHUN**

SKRIPSI

Oleh :

MEILIA DWI PRIANDARI

201810235027



PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS BHAYANGKARA JAKARTA RAYA

2023

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Judul Skripsi : Prarancangan Pabrik Metil Akrilat dari Asam
Akrilat dan Metanol dengan Kapasitas 60.000
Ton/Tahun

Nama Mahasiswa : Meilia Dwi Priandari

Nomor Pokok Mahasiswa : 201810235027

Program Studi/Fakultas : Teknik Kimia/Teknik

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 1 Februari 2023

Bekasi, 1 Februari 2023

MENYETUJUI,

Pembimbing I

Pembimbing II



Lisa Adhani ST.,MT

NIDN.0324127406



Elvi Kustiyah,ST.,MT

NIDN.0306087403

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi : Prarancangan Pabrik Metil Akrilat dari Asam
Akrilat dan Metanol dengan Kapasitas 60.000
Ton/Tahun
Nama Mahasiswa : Meilia Dwi Priandari
Nomor Pokok Mahasiswa : 201810235027
Program Studi/Fakultas : Teknik Kimia/Teknik
Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 1 Februari 2023

Bekasi, 7 Februari 2023

MENGESAHKAN,

Penguji I : Bungaran Saing, S.Si., Apt., M.M.
NIDN. 0326027001
Penguji II : Ir. Hernowo Widodo., M.T
NIDN. 0309026705
Pembimbing I : Lisa Adhani, ST.,MT
NIDN.0324127406

MENGETAHUI,

Ketua Program Studi

Teknik Kimia,

Dr. Andi Nuraliyah, ST., M.T

NIDN. 022301140

Dekan

Fakultas Teknik

Dr. Tulus Sukreni, ST., M.T

NIDN. 0324047505

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini menyatakan bahwa :

Skripsi yang berjudul Prarancangan Pabrik Metil Akrilat dari Asam Akrilat dan Metanol Dengan Kapasitas 60.000 Ton/Tahun.

Ini adalah benar benar merupakan hasil karya saya sendiri dan tidak mengandung materi yang ditulis oleh orang lain kecuali pengutipan sebagai referensi yang sumbernya telah dituliskan secara jelas sesuai dengan kaidah penulisan karya ilmiah.

Apabila dikemudian hari ditemukan adanya kecurangan dalam karya ilmiah ini saya bersedia menerima sanksi dari Universitas Bhayangkara Jakarta Raya sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Saya mengizinkan skripsi ini dipinjam dan digandakan melalui perpustakaan Universitas Bhayangkara Jakarta Raya.

Saya memberikan izin kepada Perpustakaan Universitas Bhayangkara Jakarta Raya untuk menyimpan skripsi ini dalam bentuk digital dan mempublikasikannya melalui Internet selama publikasi tersebut melalui portal Universitas Bhayangkara Jakarta Raya,

Bekasi, 7 Februari 2023

Yang membuat pernyataan,



Meilia Dwi Priandari

201810235027

ABSTRAK

Meilia Dwi Priandari. 201810235027. Pra Rancangan Pabrik Metil Akrilat dari Asam Akrilat dan Metanol dengan Proses Esterifikasi Kapasitas 60.000 Ton/Tahun.

Pabrik Metil akrilat dirancang berkapasitas 60,000 ton/tahun dengan waktu operasi 330 hari/tahun selama 24 jam/hari. Bahan baku yang digunakan adalah asam akrilat sebanyak Rp. 611,281,082,086 kg/jam yang diperoleh dari PT Nippon Shokubai Indonesia, Methanol sebanyak 375,798,937,526 kg/jam yang diperoleh dari PT Kaltim Methanol Industri, katalis yang digunakan adalah asam sulfat (H_2SO_4) sebanyak 48,135,677,959 kg/jam yang diperoleh dari PT Indonesian Acid Industry. Metil akrilat merupakan bahan baku polimer. Yang dapat digunakan sebagai pembuatan cat (coating), pembuatan kertas, bahan perekat, dan tekstil. Untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri serta mengambil langkah untuk menambah pendapatan ekspor negara maka dirancang pabrik metil akrilat ($C_4H_6O_2$) dengan kapasitas 60,000 Ton/Tahun. Pabrik metil akrilat direncanakan didirikan di daerah kawasan industri Ciwandan, Cilegon, Banten diatas lahan seluas 166.600 m². Pabrik beroperasi selama 330 hari dalam 1 tahun.

Proses produksi dilakukan dengan metode esterifikasi dengan katalis asam sulfat (H_2SO_4) pada Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB dengan suhu operasi 80°C dan tekanan 1 atm. Hasil keluaran reaktor masuk ke menara destilasi 1 untuk dilakukan proses pemisahan. Hasil keluaran atas dari menara destilasi 1 berupa metanol dan air. Sedangkan keluaran bawah berupa metil akrilat, asam akrilat, dan air kemudian menuju menara destilasi 2 untuk dilakukan pemisahan, untuk keluaran atas berupa produk yaitu metil akrilat dan air sedangkan keluaran bawah berupa asam akrilat, asam sulfat dan air yang kemudian menuju evaporator untuk melakukan pemisahan.

Sebuah parameter kelayakan pendirian pabrik menggunakan analisis ekonomi dengan modal total investasi yang terdiri dari Penanaman Modal Tetap sebesar Rp. 1,129,872,967,208.68 dan Modal Kerja Rp. 1,539,163,378,060. Total

Biaya Rp. 1,995,000,000,000 dan penjualan tahunan Rp. 1,692,684,831,603.390 sehingga didapat keuntungan sebelum pajak Rp. 302,315,168,396.61 dan keuntungan setelah pajak Rp. 151,157,584,198. Analisa kelayakan dilihat dari nilai Return On Investment (ROI) sebelum pajak 26,81%, Pay Out Time (POT) sebelum pajak 3 tahun, Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFR) 22,45%, Break Event Point (BEP) 45,63%, dan Shut Down Point (SDP) 19,26%. Dari parameter kelayakan di atas, dapat disimpulkan bahwa pabrik metil akrilat ini layak untuk didirikan.

Kata kunci: Coatings, Esterifikasi, Metil akrilat



ABSTRACT

Meilia Dwi Priandari. 201810235027. Pre-Design of Methyl Acrylate Plant from Acrylic Acid and Methanol with an Esterification Process Capacity 60.000 Tons/Year

The Methyl Acrylate Plant is designed with a capacity of 60,000 tons/year with an operating time of 330 days/year for 24 hours/day. The raw material used is acrylic acid as much as Rp. 611,281,082,086 kg/hour obtained from PT Nippon Shokubai Indonesia, 375,798,937,526 kg/hour of Methanol obtained from PT Kaltim Methanol Industry, the catalyst used was Sulfuric Acid (H_2SO_4) of 48,135,677,959 kg/hour obtained from PT Indonesian Acid Industry. Methyl acrylate is a polymer raw material. Which can be used as a paint (coating), paper, adhesives, and textiles. To meet domestic demand and take steps to increase the country's export revenue, a methyl acrylate ($C_4H_6O_2$) plant was designed with a capacity of 70,000 tons/year. The methyl acrylate factory is planned to be built in the Ciwandan industrial area, Cilegon, Banten on an area of 166,600 m². The factory operates for 330 days in 1 year.

The production process was carried out using the esterification method using Sulfuric Acid (H_2SO_4) catalyst in the three Stirred Tank Flow Reactor (RATB) with an operating temperature of 80°C and 1 atm pressure. The output of the reactors entered into distillation tower 1 for the separation process. The output from the top of the tower distillation 1 is in the form of methanol and water, while the lower output is in the form of methyl acrylate, acrylic acid, and water then goes to distillation tower 2 for separation, for the upper quan is in the form of products, namely methyl acrylate and water while the lower output is in the form of acrylic acid, sulfuric acid and water which then to the evaporator to perform the separation

A feasibility parameter for the establishment of a factory uses economic analysis with a total investment capital consisting of a fixed investment of Rp. 1,129,872,967,208.68 and working capital of Rp. 1,539,163,378,060. Total Cost Rp. 1,995,000,000,000 and annual sales of Rp. 1,692,684,831,603,390 so that the profit before tax is Rp. 302,315,168,396.61 and profit after tax Rp.

151,157,584,198. Feasibility analysis is seen from the value of Return On Investment (ROI) before tax 26.81%, Pay Out Time (POT) before tax 3 years, Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFR) 22.45%, Break Event Point (BEP) 45 .63%, and Shut Down Point (SDP) 19.26%. From the feasibility parameters above, it can be concluded that the methyl acrylate plant is feasible to establish.

Keywords: Coatings, Esterification, Methyl Acrylate



LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademika Universitas Bhayangkara Jakarta Raya, Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Meilia Dwi Priandari

NPM : 2018 1023 5027

Program Studi : Teknik Kimia

Fakultas : Teknik

Jenis Karya : Skripsi

Demi Pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Bhayangkara Jakarta Raya Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-Exclusive Royalty Free Right*), atas karya ilmiah saya yang berjudul :

“Prarancangan Pabrik Metil Akrilat dari Asam Akrilat dan Metanol Dengan Kapasitas 60.000 Ton/Tahun”

Beserta perangkat yang ada (bila diperlukan). Dengan hak royalty non-eksklusif ini, Universitas Bhayangkara Jakarta Raya berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran hak cipta dalam karya ilmiah ini menjadi tanggung jawab saya pribadi.

Demikian Surat ini saya buat dengan sebenarnya.

Bekasi, 7 Februari 2023

Meilia Dwi Priandari

201810235027

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik dan karunia-Nya, sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Shalawat dan salam semoga selalu tercurahkan atas junjungan kita Nabi Muhammad S.A.W, sahabat serta para pengikutnya.

Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik yang berjudul ‘‘ Pra Rancangan Pabrik Metil Akrilat dari Asam Akrilat dan Metanol dengan Proses Esterifikasi Kapasitas 60.000 Ton/ Tahun’’, disusun sebagai penerapan dari ilmu teknik kimia yang telah diperoleh selama dibangku kuliah, dan merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknik, Universitas Bhayangkara Jakarta Raya. Penulisan laporan skripsi ini dapat berjalan dengan lancar atas bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penyusun ingin menyampaikan terimakasih kepada :

1. Orang Tua dan Keluarga yang selalu memberikan doa, semangat dan dukungan yang tiada hentinya.
2. Ibu Dr. Andi Aliyah, ST., M.T. selaku Ketua Prodi Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Bhayangkara Jakarta Raya.
3. Ibu Lisa Adhani, ST., M.T. dan Ibu Elvi Kustiyah, ST., M.T. selaku Dosen Pembimbing skripsi yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan dalam penyusunan skripsi ini.
4. Seluruh civitas akademika di lingkungan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Bhayangkara Jakarta Raya.
5. Nurhayati Amalia selaku partner dalam pengerjaan skripsi ini yang sangat supportif.
6. Teman-teman Teknik Kimia 2018 yang selalu memberikan dukungan, semangat, dan kerjasamanya.
7. Semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu yang telah membantu penyusunan skripsi ini.

Kami menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan, untuk itu kami mengharapkan kritik dan saran untuk menyempurnakan laporan ini. Semoga laporan skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak, terutama bagi para pembaca serta penyusun, Aamiin.

Bekasi, 7 Februari 2023

Meilia Dwi Priandari



DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	ix
KATA PENGANTAR.....	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR.....	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik.....	1
1.2. Tinjauan Pustaka	1
1.2.1 Metil Akrilat.....	1
1.2.2 Kegunaan Metil Akrilat.....	2
1.2.3 Tinjauan Termodinamika	3
1.2.4 Tinjauan Kinetika.....	5
1.2.5 Seleksi Proses.....	6
BAB II PERANCANGAN PRODUK.....	10
2.1. Spesifikasi Bahan Baku (Asam Akrilat)	10
2.2 Spesifikasi Bahan Baku (Metanol).....	11
2.3 Spesifikasi Bahan Pendamping (Asam Sulfat).....	12
2.4 Spesifikasi Bahan Produk (Metil Akrilat)	12

2.5	Pengendalian Kualitas	13
2.5.1	Pengendalian Kualitas Bahan Baku	13
2.5.2	Pengendalian Proses Produk	14
2.5.3	Pengendalian Kualitas Produk	14
BAB III PERANCANGAN PROSES.....		15
3.1	Uraian Proses.....	15
3.1.1	Unit Penyiapan Bahan Baku	15
3.1.2	Unit Reaksi.....	15
3.1.3	Unit Pemurnian Produk.....	15
3.2	Neraca Massa	16
3.2.1	Reaktor (R-01)	16
3.2.2	Menara Distilasi I (MD-01)	16
3.2.3	Menara Distilasi II (MD-02)	17
3.2.4	Evaporator (E-01).....	17
3.2.5	Centrifuge (CE-01).....	18
3.3	Neraca Panas	18
3.3.1	Reaktor (R-01)	18
3.3.2	Menara Distilasi I (MD-01)	19
3.3.3	Menara Distilasi II (MD-02)	19
3.3.4	Evaporator (E-01).....	20
3.3.5	Heat Exchanger (HE-01).....	20
3.3.6	Cooler I (C-01).....	21
3.3.7	Cooler II (C-02).....	21
3.4	Spesifikasi Alat.....	21
3.4.1	Reaktor (R-01)	21
3.4.2	Menara Distilasi	23

3.4.3	Kondensor	25
3.4.4	Reboiler	26
3.4.5	Evaporator	27
3.4.6	Centrifuge (CE-01).....	28
3.4.7	Tanki Penyimpanan Bahan Baku, Bahan Pembantu, dan Produk ..	29
3.4.8	Heat Exchanger	32
3.4.9	Cooler.....	34
3.4.10	Pompa.....	37
3.5	Perencanaan Produk	40
3.5.1	Konsumsi Dalam Negeri.....	40
3.5.2	Kapasitas Produksi	40
BAB IV PERANCANGAN PABRIK		43
4.1	Lokasi Pabrik.....	43
4.2	Tata Letak Pabrik (Plant Layout)	45
4.3	Tata Letak Mesin atau Alat (Machines)	51
4.4	Diagram Kulitatif dan Kuantitatif	54
4.4.1	Diagram Kualitatif	54
4.4.2	Diagram Alir Kuantitatif.....	55
4.5	Pelayanan Teknik (Utilitas).....	56
4.5.1	Unit Pengolahan Air.....	56
4.5.2	Kebutuhan Uap (<i>Steam</i>)	57
4.5.3	Kebutuhan Air	58
4.5.4	Kebutuhan Listrik.....	62
4.5.5	Unit Pengolahan Limbah.....	64
4.6	Kesehatan dan Keselamatan Kerja	65
4.6.1	Identifikasi SDS (Safety Data Sheet).....	65

4.6.2	Alat Pelindung Diri	66
4.6.3	Penanganan Tumpahan	68
4.6.4	Penanganan Kebakaran	69
4.6.5	Pertolongan Kecelakaan.....	71
4.7	Organisasi Perusahaan.....	73
4.7.1	Bentuk Perusahaan	73
4.7.2.	Struktur Organisasi Perusahaan	74
4.7.3	Tugas dan Tanggung Jawab Dalam Organisasi	78
4.7.4	Pembagian Jam Kerja Karyawan	82
4.7.5	Sistem Kepegawaian dan Gaji	82
4.7.6	Kesejahteraan Sosial Karyawan.....	85
4.8	Evaluasi Ekonomi.....	87
4.8.1	Dasar Perhitungan	88
4.8.2	Analisa Kelayakan	90
4.8.3	Hasil Perhitungan	92
4.8.4	Analisa Keuntungan	97
4.8.5	Hasil kelayakan ekonomi	97
BAB V PENUTUP.....		99
5.1	Kesimpulan.....	99
5.2	Saran	100

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1.1 Data Kapasitas Panas dan Panas Pembentukan 298 K	3
Tabel 1.2 Data Energi Gibbs 298 K.....	4
Tabel 1.3 Perbandingan Proses Pembuatan Metil Akrilat	8
Tabel 3.1 Neraca Massa Reaktor	16
Tabel 3.2 Neraca Massa Menara Distilasi I	16
Tabel 3.3 Neraca Massa Menara Distilasi II.....	17
Tabel 3.4 Neraca Massa Evaporator	17
Tabel 3. 5 Neraca Massa Centrifuge	18
Tabel 3.6 Neraca Panas Reaktor	18
Tabel 3.7 Neraca Panas Menara Distilasi I.....	19
Tabel 3.8 Neraca Panas Menara Distilasi II.....	19
Tabel 3.9 Neraca Panas Evaporator	20
Tabel 3.10 Neraca Panas Heat Exchanger	20
Tabel 3.11 Neraca Panas Cooler I.....	21
Tabel 3.12 Neraca Panas Cooler II	21
Tabel 3.13 Spesifikasi Reaktor	21
Tabel 3.14 Spesifikasi Menara Distilasi.....	23
Tabel 3.15 Spesifikasi Kondensor	25
Tabel 3.16 Spesifikasi Reboiler	26
Tabel 3.17 Spesifikasi Evaporator	27
Tabel 3.18 Spesifikasi Centrifuge	28
Tabel 3.19 Tanki Penyimpanan Bahan Baku, Bahan Pembantu, dan Produk	29
Tabel 3.20 Spesifikasi Heat Exchanger	32
Tabel 3.21 Spesifikasi Cooler	34
Tabel 3.22 Spesifikasi Pompa	37
Tabel 3.23 Data import Metil Akrilat Tahun 2004-2010.....	41
Tabel 4.1 Lokasi Perincian Luas Tanah Dan Bangunan Pabrik.....	48
Tabel 4 2 Kebutuhan Uap	57
Tabel 4 3 Kebutuhan Air Pendingin	60
Tabel 4.4 Total Kebutuhan Air	62

Tabel 4.5 Kebutuhan Listrik Untuk Proses	63
Tabel 4.6 Tabel identifikasi SDS	65
Tabel 4.7 Alat Pelindung Diri	67
Tabel 4.8 Penanganan Tumpahan	68
Tabel 4.9 Penanganan kebakaran	70
Tabel 4.10 Pertolongan Kecelakaan	71
Tabel 4.11 Jumlah karyawan dan Gaji	83
Tabel 4.12 Physical Plant Cost (PPC)	92
Tabel 4.13 Direct Plant Cost (DPC)	93
Tabel 4.14 Fixed Capital Investment (FCI)	93
Tabel 4.15 Direct Manufacturing Cost (DMC)	93
Tabel 4.16 Indirect Manufacturing Cost	94
Tabel 4.17 Fixed Manufacturing Cost (FMC)	94
Tabel 4.18 Manufacturing Cost (MC)	95
Tabel 4.19 Working capital (WC)	95
Tabel 4.20 General Expense (GE)	95
Tabel 4.21 Total Biaya Produksi	96
Tabel 4.22 Variable Cost (Va)	96
Tabel 4.23 Regulated Cost (Ra)	96



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 3.1 Grafik Data Import Metil Akrilat di Indonesia	41
Gambar 4.1 Tata Letak Pabrik	50
Gambar 4.2 <i>Flow Diagram Process</i>	53
Gambar 4.3 Diagram Alir Kualitatif	54
Gambar 4.4 Diagram Alir Kuantitatif	55
Gambar 4.5 Struktur Orrganisasi	77



DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A. NERACA MASSA

LAMPIRAN B. NERACA PANAS

LAMPIRAN C. SPESIFIKASI ALAT

