

TUGAS AKHIR

PRARANCANGAN PABRIK METIL METAKRILAT DARI ASETON SIANOHIDRIN, ASAM SULFAT, DAN METANOL KAPASITAS 80.000 TON/TAHUN



OLEH:

AGNOLLA EMELY GUPITASARI

NIM. I 0516002

HANIFAH AYU PRATIWI

NIM. I 0516019

PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK KIMIA

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SEBELAS MARET

SURAKARTA

2020

LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR
PRARANCANGAN PABRIK METIL METAKRILAT DARI
ASETON SIANOHRIN, ASAM SULFAT, DAN METANOL
KAPASITAS 80.000 TON/TAHUN

Oleh:

Agnolla Emely Gupitasari I 0516002

Hanifah Ayu Pratiwi I 0516019

Pembimbing II

Pembimbing I


Aida Nur Ramadhani, S.T., M.T.

NIP. 199203072019032022


Ir. Mujtahid Kaavessina, S.T., M.T., Ph.D.

NIP. 197909242003121002

Dipertahankan di depan tim penguji:

1. Dr. Bregas Siswahjono Tatag S., S.T., M.T.

NIP. 197112061999031002

2. Dr. Margono, S.T., M.T.

NIP. 196811071997021001

1.

2.

Disahkan,

Kepala Program Studi Sarjana Teknik
 Kimia FT UNS



Dr. Adrian Nur, S.T., M.T.

NIP. 197301082000121001

LEMBAR KONSULTASI
TUGAS AKHIR



















Nama : 1. Agnolla Emely Gupitasari I 0516002
2. Hanifah Ayu Pratiwi I 0516019




















Judul TA-PPK : Prarancangan Pabrik Metil Metakrilat dari Aseton
Sianohidrin, Asam Sulfat, dan Metanol Kapasitas 80.000
Ton/Tahun

Tanggal mulai : 21 November 2019

Pembimbing I : Ir. Mujtahid Kaavessina, S.T., M.T., Ph.D. IPM

Pembimbing II : Aida Nur Ramadhani, S.T., M.T.

No.	Tanggal	Konsultasi	Paraf		Ket.
			Pemb. I	Pemb. II	
1.	2 Desember 2019	Pengarahan konsultasi tugas akhir			
2.	6 Januari 2019	Neraca massa dan pemilihan alat			
3.	9 Januari 2020	Revisi neraca massa dan pemilihan alat			
4.	10 Maret 2020	Algoritma dan perancangan reaktor RATB			
5.	22 Maret 2020	Naskah bab 1 dan bab 2			
6.	20 Mei 2020	Revisi perancangan reaktor RATB			
7.	1 Juni 2020	Perancangan MD 1			
8.	9 Juni 2020	Revisi perancangan menara distilasi 1			
9.	14 Juni 2020	Perancangan menara distilasi 2, 3, 4			
10.	16 Juni 2020	Naskah bab 1, bab 2, dan bab 5			
11.	19 Juni 2020	Revisi naskah bab 1, bab 2, dan lampiran B			
12.	27 Juni 2020	Revisi perancangan menara distilasi 2, 3, 4			
13.	1 Juli 2020	Perancangan dekanter			
14.	8 Juli 2020	Perancangan pompa			

15.	12 Juli 2020	Perhitungan utilitas			
16.	13 Juli 2020	Revisi pompa dan perhitungan utilitas			
17.	14 Juli 2020	Perhitungan utilitas			
18.	18 Juli 2020	Perhitungan ekonomi			
19.	20 Juli 2020	Revisi perhitungan ekonomi			
20.	23 Juli 2020	Revisi perhitungan ekonomi			
21.	1 Agustus 2020	Naskah total			
22.	5 Agustus 2020	Naskah total dan DAP			
23.	6 Agustus 2020	Naskah total dan DAP			
24.	12 Agustus 2020	Naskah total dan DAP			
25.	13 Agustus 2020	Naskah total			
26.	18 Agustus 2020	Naskah total			

- Jumlah konsultasi dengan masing-masing pembimbing minimal sebanyak 8 kali untuk dapat dinyatakan selesai.

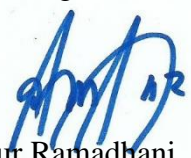
Pembimbing I


Ir. Mujtahid Kaavessina, S.T., M.T., Ph.D. IPM

Dinyatakan selesai

Tanggal: 19 Agustus 2020

Pembimbing II


Aida Nur Ramadhani, S.T., M.T.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis haturkan kepada Allah SWT., karena limpahan rahmat dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan penyusunan laporan tugas akhir dengan judul “Prarancangan Pabrik Metil Metakrilat dari Aseton Sianohidrin, Asam Sulfat, dan Metanol Kapasitas 80.000 Ton/Tahun”. Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis memperoleh banyak bantuan baik berupa dukungan moral maupun material dari berbagai pihak. Oleh karena itu sudah sepantasnya penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua dan keluarga tercinta yang selalu mengirimkan doa dan mencurahkan kasih sayangnya, serta memberikan bantuan baik moral dan materiil dalam penyusunan tugas akhir ini.
2. Dr. Adrian Nur, S.T., M.T., selaku Kepala Program Studi Sarjana Teknik Kimia FT UNS.
3. Ir. Mujtahid Kaavessina, S.T., M.T., Ph.D. IPM, selaku dosen pembimbing I tugas akhir.
4. Aida Nur Ramadhani, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing II tugas akhir.
5. Ir. Paryanto, M.S. dan Dr. Margono, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing akademik.
6. EXO, NCT, WayV, Cho Kyuhyun, Refarmita Nur Halimah, dan Winda Permata Hati yang selalu setia memberikan motivasi dan semangat kepada penulis selama proses pengerjaan tugas akhir.

Akhir kata penulis mengucapkan semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca sekalian. Apabila ada kesalahan dalam penyusunan tugas akhir ini, penulis mohon maaf. Kritik dan saran penulis harapkan demi perbaikan laporan yang akan datang.

Surakarta, 19 Agustus 2020

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR KONSULTASI	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
INTISARI	xii
BAB I	1
1.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik.....	1
1.2. Kapasitas Perancangan.....	2
1.3. Lokasi Pabrik.....	7
1.4. Tinjauan Pustaka	9
1.5. Tinjauan Proses Secara Umum.....	21
BAB II	22
2.1. Spesifikasi Bahan Baku dan Produk.....	22
2.2. Konsep Proses	24
2.3. Diagram Alir dan Tahapan Proses.....	32
2.4. Neraca Massa dan Neraca Panas Total.....	38
2.5. Tata Letak Pabrik dan Peralatan Proses	48
BAB III	54
3.1. Spesifikasi Alat Utama	55
3.2. Spesifikasi Alat Pendukung.....	59
BAB IV	77
4.1. Unit Pendukung Proses	77
4.2. Laboratorium	99
4.3. Unit Pengolahan Limbah.....	101
BAB V	103
5.1. Bentuk Perusahaan	103

5.2.	Struktur Organisasi.....	104
5.3.	Tugas dan Wewenang	107
5.4.	Pembagian Jam Kerja Karyawan.....	109
5.5.	Status Karyawan dan Sistem Upah	111
5.6.	Kesejahteraan Karyawan	114
5.7.	Manajemen Produksi	115
5.8.	Kesehatan dan Keselamatan Kerja	117
BAB VI	120
6.1.	Penaksiran Harga Peralatan	120
6.2.	Dasar Perhitungan	121
6.3.	Perhitungan Biaya	122
6.4.	Penentuan <i>Total Capital Investment</i> (TCI)	123
6.5.	Biaya Produksi Total (<i>Total Production Cost</i>).....	125
6.6.	Keuntungan Produksi	126
6.7.	Analisa Kelayakan.....	127
6.8.	Kesimpulan Analisa Kelayakan	130
DAFTAR PUSTAKA	132
LAMPIRAN	135

DAFTAR TABEL

Tabel 1-1 Impor Metil Metakrilat di Indonesia.....	3
Tabel 1-2 Impor Metil Metakrilat di Indonesia.....	4
Tabel 1-3 Pabrik Metil Metakrilat Proses ACH.....	6
Tabel 1-4 Pertimbangan Pemilihan Proses	12
Tabel 1-5 Industri Berbahan Baku Metil Metakrilat.....	15
Tabel 2-1 Data ΔH_f° Suhu 25°C pada Reaksi Hidrolisis	26
Tabel 2-2 Data ΔH_f° Suhu 25°C pada Reaksi Esterifikasi.....	27
Tabel 2-3 Data ΔG_f° Suhu 25°C Masing-Masing Komponen.....	28
Tabel 2-4 Neraca Massa Total	39
Tabel 2-5 Neraca Massa di Sekitar Reaktor Hidrolisis (R-01).....	39
Tabel 2-6 Neraca Massa di Sekitar Reaktor Esterifikasi (R-02).....	40
Tabel 2-7 Neraca Massa Menara Distilasi 1 (MD-01).....	40
Tabel 2-8 Neraca Massa Menara Distilasi 2 (MD-02).....	41
Tabel 2-9 Neraca Massa Menara Distilasi 3 (MD-03).....	41
Tabel 2-10 Neraca Massa Menara Distilasi 4 (MD-04).....	42
Tabel 2-11 Neraca Massa Dekanter (DC-01).....	42
Tabel 2-12 Neraca Panas Total	43
Tabel 2-13 Neraca Panas di Reaktor Hidrolisis (R-01)	44
Tabel 2-14 Neraca Panas di Reaktor Esterifikasi (R-02).....	44
Tabel 2-15 Neraca Panas di Menara Distilasi 1 (MD-01).....	44
Tabel 2-16 Neraca Panas di Menara Distilasi 2 (MD-02).....	45
Tabel 2-17 Neraca Panas di Menara Distilasi 3 (MD-03).....	45
Tabel 2-18 Neraca Panas di Menara Distilasi 4 (MD-04).....	45
Tabel 2-19 Neraca Panas di Dekanter (DC-01)	46
Tabel 2-20 Neraca Panas di <i>Heater</i> 1 (HE-01)	46
Tabel 2-21 Neraca Panas di <i>Heater</i> 2 (HE-02)	46
Tabel 2-22 Neraca Panas di <i>Cooler</i> 1 (CO-01).....	47
Tabel 2-23 Neraca Panas di <i>Cooler</i> 2 (CO-02).....	47
Tabel 2-24 Neraca Panas di <i>Cooler</i> 3 (CO-03).....	47

Tabel 2-25 Neraca Panas di <i>Cooler 4</i> (CO-04).....	48
Tabel 2-26 Neraca Panas di <i>Cooler 5</i> (CO-05).....	48
Tabel 2-27 Perincian Luas Tanah Bangunan Pabrik.....	50
Tabel 3-1 Spesifikasi Reaktor	55
Tabel 3-2 Spesifikasi Menara Distilasi	56
Tabel 3-3 Spesifikasi Dekanter	58
Tabel 3-4 Spesifikasi Tangki Penyimpan Bahan Baku.....	59
Tabel 3-5 Spesifikasi Tangki Penyimpan Produk.....	61
Tabel 3-6 Spesifikasi <i>Heater</i>	62
Tabel 3-7 Spesifikasi <i>Cooler</i>	63
Tabel 3-8 Spesifikasi <i>Reboiler</i>	65
Tabel 3-9 Spesifikasi <i>Condenser</i>	67
Tabel 3-10 Spesifikasi <i>Accumulator</i>	69
Tabel 3-11 Spesifikasi <i>Expansion Valve</i>	70
Tabel 3-12 Spesifikasi Pompa.....	70
Tabel 4-1 Kebutuhan Air Pendingin	79
Tabel 4-2 Kebutuhan Air untuk <i>Steam</i>	80
Tabel 4-3 Jumlah Total Kebutuhan Air Secara Kontinyu.....	81
Tabel 4-4 Kebutuhan Listrik untuk Keperluan Proses.....	96
Tabel 4-5 Kebutuhan Listrik untuk Keperluan Utilitas	97
Tabel 5-1 Jadwal <i>Shift</i> Karyawan	110
Tabel 5-2 Perincian Jabatan dan Gaji Karyawan Non- <i>Shift</i>	111
Tabel 5-3 Jumlah Karyawan Berdasarkan Jumlah Alat yang Digunakan.....	113
Tabel 5-4 Perincian Jabatan dan Gaji Karyawan <i>Shift</i>	114
Tabel 6-1 Indeks Harga Alat.....	120
Tabel 6-2 Modal Tetap.....	124
Tabel 6-3 Modal Kerja	124
Tabel 6-4 <i>Direct Manufacturing Cost</i>	125
Tabel 6-5 <i>Indirect Manufacturing Cost</i>	125
Tabel 6-6 <i>Fixed Manufacturing Cost</i>	125
Tabel 6-7 <i>General Expense</i>	126

Tabel 6-8 Keuntungan Produksi 126
Tabel 6-9 Analisa Kelayakan 130



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1-1 Data Impor Metil Metakrilat di Indonesia	3
Gambar 1-2 Data Impor Metil Metakrilat di Asia Tenggara	4
Gambar 1-3 Peta Lahan Pendirian Pabrik Metil Metakrilat.....	9
Gambar 2-1 Diagram Alir Kualitatif.....	33
Gambar 2-2 Diagram Alir Kuantitatif.....	34
Gambar 2-3 Diagram Alir Proses.....	35
Gambar 2-4 Tata Letak Pabrik.....	51
Gambar 2-5 Tata Letak Peralatan Proses	53
Gambar 4-1 Unit Pengolahan Air Sungai.....	86
Gambar 5-1 Struktur Organisasi Perusahaan.....	106
Gambar 6-1 <i>Chemical Engineering Cost Index</i>	121
Gambar 6-2 Kurva Analisa Kelayakan.....	131

INTISARI

Agnolla Emely Gupitasari, Hanifah Ayu Pratiwi, 2020, Prarancangan Pabrik Metil Metakrilat dari Aseton Sianohidrin, Asam Sulfat, dan Metanol Kapasitas 80.000 Ton/Tahun, Program Studi Sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret Surakarta, Surakarta

Metil metakrilat (MMA) merupakan senyawa turunan ester yang digunakan sebagai bahan baku pada industri cat, industri komestik, dan industri polimer. Kegunaan metil metakrilat antara lain sebagai *co-monomer* pada cat dan resin berjenis akrilik dan bahan pengikat pada proses pembuatan kuku sintetis. Untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, maka dirancang pabrik metil metakrilat dengan kapasitas 80.000 ton/tahun dengan kebutuhan bahan baku aseton sianohidrin 0,92 ton/ton produk, asam sulfat 1,06 ton/ton produk, dan metanol 0,38 ton/ton produk, serta menghasilkan produk samping amonium bisulfat 1,17 ton/ton produk. Lokasi pendirian pabrik yang dipilih adalah di Gresik, Jawa Timur dengan pertimbangan utama dekat dengan bahan baku, pasar, dan utilitas.

Proses pembuatan metil metakrilat dilakukan dengan 2 tahapan, yaitu reaksi hidrolisis dan reaksi esterifikasi. Reaksi hidrolisis dengan menghidrolisis metakrilamid sulfat yang didapat dari aseton sianohidrin dan asam sulfat. Reaksi esterifikasi menghasilkan produk yang berupa metil metakrilat dan hasil samping amonium bisulfat. Peralatan utama yang digunakan adalah reaktor, menara distilasi, dan dekanter serta peralatan pendukung berupa tangki penyimpan bahan baku dan produk, *heater*, *cooler*, *reboiler*, *condenser*, *accumulator*, *expansion valve*, dan pompa. Terdapat 2 reaktor yang digunakan, yaitu reaktor alir tangki berpengaduk pada tekanan 1 atm dan temperatur 130°C untuk reaksi hidrolisis dan reaktor alir tangki berpengaduk pada tekanan 7 atm dan temperatur 150°C untuk reaksi esterifikasi.

Utilitas terdiri dari unit penyediaan air untuk kebutuhan pabrik total sebanyak 2,54 ton/ton produk, *superheated steam* sebanyak 1,47 ton/ton produk ($P = 500 \text{ kPa}$, $T = 300^\circ\text{C}$), air pendingin sebanyak 2,05 ton/ton produk, udara tekan sebanyak 7,03 Nm^3/ton produk, tenaga listrik sebesar 1.971 MWh/tahun, bahan bakar IDO untuk *boiler* sebanyak 0,25 liter/ton produk, bahan bakar IDO untuk generator sebanyak 0,006 liter/ton produk, dan unit pengolahan limbah. Terdapat tiga buah laboratorium, yaitu laboratorium pengamatan, laboratorium analitik, dan laboratorium penelitian pengembangan dan lindungan lingkungan.

Bentuk perusahaan adalah PT (Perseroan Terbatas), struktur organisasi adalah *line* dan staf. Sistem kerja karyawan berdasarkan pembagian jam kerja yang terdiri dari 92 orang karyawan *shift* dan 81 orang karyawan *non-shift*. Pabrik beroperasi selama 24 jam per hari dan 330 hari per tahun. Jumlah kebutuhan tenaga kerja sebanyak 173 orang.

Hasil analisa kelayakan menunjukkan ROI sebelum pajak 69,48% dan setelah pajak 62,53%. POT sebelum pajak 15 bulan dan setelah pajak 17 bulan, BEP 43,33%, SDP 28,24%, dan DCF sebesar 42,96%. Berdasarkan analisa ekonomi dapat disimpulkan bahwa pendirian pabrik metil metakrilat dengan kapasitas 80.000 ton/tahun layak dipertimbangkan untuk direalisasikan pembangunannya.