

LAPORAN TUGAS AKHIR
PRARANCANGAN PABRIK METIL BENZOAT
DARI METANOL DAN ASAM BENZOAT
KAPASITAS 15.000 TON/ TAHUN



Disusun Oleh :

Abdurachman Muizuddin I 0514001

Hesa Alvathona Hidayat I 0514023

PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
commit to user
2018

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

PRARANCANGAN PABRIK METIL BENZOAT

DARI METANOL DAN ASAM BENZOAT

KAPASITAS 15.000 TON/TAHUN

Oleh:

Abdurachman Muizuddin

I 0514001

Hesa Alvathona Hidayat

I 0514023

Pembimbing II

23/10 2018

A. D. Susanti

Dr. Ari Diana Susanti, S.T., M.T.

NIP. 19750123 200812 2 002

Pembimbing I

23/10 2018

Ir. Paryanto

Ir. Paryanto, M.S.

NIP 19580425 198601 1 001

Dipertahankan di depan tim penguji:

1. Dr. Sperisa Distantina, S.T., M.T.

1.

2. Dr. Joko Waluyo, S.T., M.T.

2.



Disahkan

Kapas Program Studi Sarjana Teknik Kimia

26/10

Dr. Makono

Dr. Makono, S.T., M.T.

NIP. 19681107 199702 1 001

LEMBAR KONSULTASI TUGAS AKHIR

Nama : NIM
1. Abdurachman Muizuddin : 10514001
2. Hesa Alvathona Hidayat : 10514023

Judul Tugas Akhir : Perancangan Pabrik Metil Benzoat dari Metanol dan Asam Benzoat Kapasitas 15.000 Ton/tahun

Tanggal mulai pembimbingan : 21 Maret 2018

Pembimbing I : Ir. Paryanto, M.S.
Pembimbing II : Ari Diana Susanti, S.T, M.T.

No.	Tanggal	Konsultasi	Paraf		Ket.
			Pemb. I	Pemb. II	
1	21/03/2018	Konsultasi untuk jadwal bimbingan	✓		
2	10/04/2018	1. Perbaiki gambar flow sheet pabrik 2. cantumkan spesifikasi bahan di industri 3. Cari mekanismana reaksi di pabrik	✓		
3	13/04/2018	Sempurnakan detail rujukan ke buku	✓		
4	24/04/2018	CSTR → DAP	✓		
5	16/05/2018	Optimasi Reaktor	✓		
6	24/05/2018	Sempurnakan design reaktor	✓		
7	21/05/2018	check reaktor batch ke kontinyu	✓		
8	26/05/2018	Reaktor batch batch ful reaktor bpg 2 tonase ditentukan	✓		
9	04/06/2018	Layutkan alat ekstraksi	✓		
10	17/06/2018	Sempurnakan MSD (check kondisi operasi), Deaerator kondensasi (Benzonol) layutkan pabrik alat per- distilasi (lay out).	✓		
	26/07/2018	evaluasi pemilihan sumber air evaluasi kondensor & reboiler perbaiki MSD	✓		

11	31/8/2018	Perbaiki : 1. Laboratorium (jangan pindah kamar) 2. Evaluasi sumber air yg akan dipakai (beli air minum) 3. evaluasi spt 4. kebutuhan K4 (sewa)	Y		
12	6/9/2018	Perbaiki bab VI 1. gaji pegawai di evaluasi 2. evaluasi perbaikan alat ukur 3. siapkan perhitungan RPP 4. selesikan & cari referensi	Y		
13	15/8/2018	Sempurnakan Naskah	Y		
14	21/8/2018	Lengkapi lembar laporan	Y		
15	31/8/2018	Sempurnakan laporan sertakan PPD.	Y		
16	7/9/2018	Lengkapi diff. bi, sg, blb lengkap, kaku pnyakit ke peripity 2	Y		
	13/9/2018	Konsultasi naskah		2	
	18/9/2018	Konsultasi naskah 1. perbaiki format penulisan Bab 1 2. perbaiki grafik dan tabel Bab 1 3. perbaiki format penulisan Bab 2 4. Perbaiki penulisan intisari		2	
	21/9/2018	Perbaiki : Bab 1 : 1. format tabel & grafik 2. penulisan sub bab 1.1 dan 1.2		2	
	24/9/2018	Perbaiki : Bab 2 : 1. format penulisan 2. format persamaan rumus 3. perbaiki kestrungan DAP		2	
	14/9/2018	Perbaiki : 1. grafik 2. int, 3. tabel bab 2 4. tabel bab 1		2	

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

Dinyatakan selesai

Pembimbing I

Tanggal :

Pembimbing II

r. Paryanto, M.S.

Ari Diana Susanti, S.T, M.T.

12.	11/8/2018	-Perbaikan: 1. Laboratorium (Jalan 1202 dan Kuda) 2. Fasilitas sumber air yang memadai 3. Kandang sapi 4. Kandang babi (Kandang)			
13.	6/8/2018	Perbaikan: 1. Gaji pegawai 2. Lab 10 1. Kandang Perbaikan, alat kandang 3. Selesai dan perbaikan 848 4. Selesai dan perbaikan 848 5. Selesai dan perbaikan 848			
14.	15/3/2018	Selesai dan perbaikan 848			
15.	21/8/2018	Lengkap: Lembar lampiran			
16.	31/8/2018	Sempurnaan laporan (lampiran 848)			
17.	7/9/2018	Lengkap: Daftar Riwayat, gambar, kata kunci, dan lain-lain. 1. Perbaikan 1 Konsultasi masalah bab 1			
18.	13/9/2018	Konsultasi masalah bab 1. Perbaikan: 1. format penulisan bab 1 dan bab 2. 2. Perbaikan grafik 1 bab 1 dan bab 2			
19.	18/9/2018	Perbaikan: Bab 1 1. format penulisan 1 grafik 2. Perbaikan foto bab 1.1 dan 1.2			
20.	24/9/2018	Perbaikan Bab 1: 1. format penulisan 1 persamaan rumus 2. Perbaikan di DAP			
21.	25/9/2018	Sempurnaan grafik 1 dan 2			
22.	26/9/2018	Sempurnaan grafik 1, DAP, label MP Bab 2			
23.	27/9/2018	Perbaikan: Bab 1, 2, Lampiran A-D			
24.	2/10/2018	Perbaikan: gambar grafik 1 label Bab 1 dan Bab 2 lampiran A dan D			

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

Pembimbing I 2/8/2018



Ir. Paryanto, M.S.

Dinyatakan selesai

Tanggal: 02 Oktober 2018

Pembimbing II



An Dhan Susanti, S.T., M.T.

KATA PENGANTAR

Puji Syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, yang hanya oleh anugerahNya kami dapat menyelesaikan tugas akhir “ Prarancangan Pabrik Metil Benzoat dari Metanol dan Asam Benzoat Kapasitas 15.000 ton/tahun “.

Dalam Penyusunan laporan ini penulis tidak lepas dari bantuan, bimbingan, petunjuk dan dorongan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih yang terdalam kepada :

1. Kedua orang tua dan keluarga tercinta atas doa, dukungan moril dan materiil yang senantiasa diberikan.
2. Dr. Margono, S.T.,M.T. selaku Kepala Program Studi Sarjana Teknik Kimia FT UNS.
3. Ir. Paryanto, M.S. dan Dr. Ari Diana Susanti, S.T.,M.T., selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan mencurahkan segenap perhatiannya dalam penyusunan tugas akhir ini.
4. Seluruh dosen dan administrasi Program Studi Sarjana Teknik Kimia FT UNS atas ilmu, arahan, dan bantuannya selama ini.
5. Teman-teman Teknik Kimia FT UNS, khususnya angkatan 2014 yang telah banyak memberikan bantuan dan dukungannya.
6. Seluruh pihak yang telah membantu, yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

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

Surakarta, September 2018

Penulis

commit to user

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Lembar Pengesahan	ii
Lembar Konsultasi	iii
Kata Pengantar	v
Daftar Isi	vi
Daftar Tabel	ix
Daftar Gambar	xi
Daftar Simbol.....	xii
Intisari	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Kapasitas Rancangan	2
1.2.1. Kapasitas Produksi Pabrik Terpasang	2
1.2.2. Proyeksi Kebutuhan Impor di Indonesia	2
1.2.3. Data Impor Negara Tetangga.....	3
1.3. Lokasi Pabrik.....	4
1.4. Tinjauan Pustaka	5
1.4.1. Macam-macam Proses Pembuatan	6
1.4.2. Alasan Pemilihan Proses.....	7
1.4.3. Kegunaan Produk.....	8
1.4.4. Sifat Fisis dan Kimia	8
1.5. 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
2.1.2. Spesifikasi produk	13
2.2. Konsep Proses	14
2.2.1. Dasar Reaksi	14
2.2.2. Mekanisme Reaksi.....	14

2.2.3. Kondisi Operasi	15
2.2.4. Tinjauan Termodinamika.....	16
2.2.5. Tinjauan Kinetika	17
2.3. Langkah Proses.....	20
2.3.1. Diagram Alir Proses	20
2.3.2. Uraian proses	20
2.4. Neraca Massa.....	25
2.4.1. Neraca Massa Total	25
2.4.2. Neraca Massa Alat.....	27
2.5. Neraca Panas	33
2.6. Tata Letak Pabrik dan Peralatan.....	36
2.6.1. Tata Letak Pabrik.....	36
2.6.2. Tata Letak Peralatan	38
BAB III SPESIFIKASI PERALATAN PROSES	
3.1. Spesifikasi Alat Utama	40
3.2. Spesifikasi Alat Pendukung.....	44
BAB IV UNIT PENDUKUNG PROSES DAN LABORATORIUM	
4.1. Unit Pendukung Proses.....	52
4.1.1. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air	53
4.1.1.1. Air Konsumsi Umum dan Sanitasi.....	53
4.1.1.2. Unit Air Pendingin	54
4.1.2. Unit Penyediaan <i>Steam</i>	57
4.1.3. Unit Penyediaan Listrik	58
4.1.3.1. Kebutuhan Listrik.....	58
4.1.3.2. Generator.....	61
4.1.4. Unit Pengadaan Bahan Bakar	62
4.1.5. Unit Penyediaan Udara Tekan	62
4.1.6. Unit Pengolahan Limbah	63
4.1.6.1. Limbah Sanitasi.....	63
4.1.6.2. Unit pengolahan air berminyak dari pompa.....	63
4.1.6.3. Air buangan proses dan limbah laboratorium	63

4.2. Laboratorium	64
BAB V MANAJEMEN PERUSAHAAN	
5.1. Bentuk Perusahaan	68
5.2. Struktur Organisasi	69
5.3. Tugas dan Wewenang	70
5.3.1. Dewan Direksi	70
5.3.2. Kepala Bagian	73
5.4. Pembagian Jam Kerja Karyawan	74
5.5. Status Karyawan dan Sistem Upah	76
5.6. Penggolongan Jabatan, Jumlah karyawan dan Gaji	77
5.7. Kesejahteraan Sosial Karyawan	78
5.8. Keselamatan dan Kesehatan Kerja	79
BAB VI ANALISA EKONOMI	
6.1. Penafsiran Harga Peralatan	82
6.2. Dasar Perhitungan	85
6.3. Penentuan <i>Total Capital Investment</i> (TCI)	85
6.4. Hasil Perhitungan	86
6.4.1. <i>Fixed Capital Investment</i> (FCI)	86
6.4.2. <i>Working Capital Investment</i> (WCI)	86
6.4.3. <i>Direct Manufacturing Cost</i> (DMC)	87
6.4.4. <i>Indirect Manufacturing Cost</i> (IMC)	87
6.4.5. <i>Fixed Manufacturing Cost</i> (FMC)	88
6.4.6. <i>General Expense</i> (GE)	88
6.5. Analisa Kelayakan	89
DAFTAR PUSTAKA	92
LAMPIRAN	93

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Data Impor Metil Benzoat	1
Tabel 1.2	Kapasitas Produksi Metil Benzoat di Luar Negeri	2
Tabel 1.3	Impor Metil Benzen di Negara Sekitar Indonesia	3
Tabel 1.4	Perbandingan Proses Pembuatan Metil Benzoat	7
Tabel 2.1	Nilai ΔH_f^0 dan ΔG_f^0	16
Tabel 3.1	Spesifikasi <i>Mixer</i>	40
Tabel 3.2	Spesifikasi Reaktor	41
Tabel 3.3	Spesifikasi <i>Netralizer</i>	41
Tabel 3.4	Spesifikasi Dekanter	42
Tabel 3.5	Spesifikasi Menara Destilasi	43
Tabel 3.6	Spesifikasi Tanki Penyimpanan	44
Tabel 3.7	Spesifikasi <i>Bucket Elevator</i>	45
Tabel 3.8	Spesifikasi Silo Penyimpanan	46
Tabel 3.9	Spesifikasi <i>Screw Conveyor</i>	46
Tabel 3.10	Spesifikasi <i>Hopper</i>	47
Tabel 3.11	Spesifikasi Kondenser	47
Tabel 3.12	Spesifikasi Reboiler	49
Tabel 3.13	Spesifikasi <i>Cooler</i>	50
Tabel 3.14	Spesifikasi Pompa	51
Tabel 4.1	Penggunaan Air Laut Sebagai Media Pendingin	55
Tabel 4.2	Penggunaan Skema Pengolahan Air	57
Tabel 4.3	Kebutuhan Listrik untuk Proses	59
Tabel 4.4	Kebutuhan Listrik untuk Utilitas	60
Tabel 4.5	Kebutuhan Listrik Untuk Penerangan	60
Tabel 4.6	Analisis Unit Proses	65
Tabel 4.7	Analisis Unit Utilitas	66
Tabel 5.1	Jabatan dan Jumlah Karyawan	77
Tabel 5.2	Perincian Golongan dan Gaji Karyawan	78
Tabel 5.3	Jadwal <i>Shift</i> Karyawan	79

Tabel 5.4	Jumlah Alat Safety	81
Tabel 6.1	Indeks Harga Alat	83
Tabel 6.2	<i>Fixed Capital Investment</i>	86
Tabel 6.3	<i>Working Capital Investment</i>	86
Tabel 6.4	<i>Direct Manufacturing Cost</i>	87
Tabel 6.5	<i>Indirect Manufacturing Cost</i>	87
Tabel 6.6	<i>Fixed Manufacturing Cost</i>	88
Tabel 6.7	<i>General Expense</i>	88
Tabel 6.8	Analisa Kelayakan	90



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Grafik Impor dan Proyeksi Metil Benzoat Mendatang	2
Gambar 1.2	Peta Lokasi Pabrik	4
Gambar 2.1	Reaksi Esterifikasi Asam benzoat dengan Metanol	14
Gambar 2.2	Diagram Alir Kualitatif	22
Gambar 2.3	Diagram Alir Kuantitatif	23
Gambar 2.4	Diagram Alir Proses	24
Gambar 2.5	Diagram Alir Total	25
Gambar 2.6	Diagram Alir Mixer	27
Gambar 2.7	Diagram Alir Reaktor	28
Gambar 2.8	Diagram Alir Netralizer	29
Gambar 2.9	Diagram Alir Dekanter	30
Gambar 2.10	Diagram Alir Menara Distilasi 1	31
Gambar 2.11	Diagram Alir Menara Distilasi 2	32
Gambar 2.12	Tata Letak Pabrik	37
Gambar 2.13	Tata Letak Alat Proses	39
Gambar 4.1	Skema Pengolahan Air Laut	57
Gambar 4.2	Unit Penyediaan Udara Tekan	62
Gambar 5.1	Struktur Organisasi Perusahaan	74
Gambar 6.1	Grafik Linierisasi Indeks Harga	84
Gambar 6.2	Analisis Kelayakan	91

DAFTAR SIMBOL

Σ	= jumlah
μ	= viskositas, cp
θ	= waktu tinggal
ΔH	= entalpi, kJ/ jam
ΔH_r	= entalpi reaksi, kJ/ jam
ΔH_f	= entalpi pembentukan, kJ/ jam
ΔG	= derajat kebebasan, j/kgmol
ΔP	= <i>pressure drop</i> , psia
ΔT	= beda suhu, K

INTISARI

Menurut data BPS, konsumsi metil benzoat di Indonesia akan terus meningkat seiring berkembangnya bidang industri saat ini. Prarancangan pabrik metil benzoat dengan kapasitas 15.000 ton/tahun membutuhkan bahan baku metanol 99,85% sebanyak 3.535 ton/tahun dan asam benzoat 99% sebanyak 14.950 ton/tahun. Katalis yang digunakan adalah HCl dengan kemurnian 30% sebanyak 22.175 ton/tahun. Limbah yang terbentuk pada produksi metil benzoat berupa larutan garam sebanyak 40.632 ton/tahun dan hasil destilat pada MD-02 sebanyak 1.251 ton/ tahun. Pabrik akan didirikan di Bontang, Kalimantan. Luas tanah yang diperlukan 15.000 m² dan jumlah tenaga kerja yang diserap sebanyak 94 orang, dengan bentuk Perseroan Terbatas (PT) organisasi *line and staff*.

Pembuatan produk metil benzoat dilakukan dengan proses esterifikasi yang menghasilkan ester dan air pada suhu 50° C dan tekanan 1,2 bar menggunakan lima reaktor *batch* dengan waktu tinggal 7 jam menghasilkan konversi 90%. Reaksi bersifat eksotermis, sehingga untuk mempertahankan suhu operasi digunakan media pendingin air sebesar 201.623 kg/jam di setiap reaktor. Pembuatan metil benzoat diawali dengan pencampuran bahan baku metanol dari T-02 dan asam benzoat dari silo menggunakan *mixer* lalu dialirkan ke reaktor dengan penambahan katalis HCl. Hasil dari reaktor dialirkan ke *neutralizer* untuk menetralkan asam klorida dan sisa asam benzoat menggunakan larutan NaOH, lalu hasil dari *neutralizer* diumpunkan ke dekanter untuk memisahkan fase berat (larutan garam NaCl dan C₆H₅COONa) dan fase ringan (campuran metanol, air, toluen, dan metil benzoat). Selanjutnya hasil fase ringan dari dekanter dialirkan ke MD-01. Hasil atas MD-01 berupa metanol 99% yang akan di-*recycle* kembali ke *mixer* dan hasil bawah dialirkan ke MD-02 untuk dipisahkan lebih lanjut. Hasil bawah berupa produk metil benzoat dengan kemurnian 99% sedangkan hasil atas MD-02 berupa campuran metanol, toluen, air dan metil benzoat sisa masuk ke dalam unit pengolahan limbah. Utilitas yang diperlukan terdiri atas air sebanyak 66.683,107 kg/jam, udara tekan sebanyak 82,501 m³/jam, *steam* sebanyak 1.419,749 kg/jam, daya listrik sebesar 12,850 kw dipenuhi dari PLN, dan cadangan listrik berupa 1 buah generator dengan bahan bakar solar sebanyak 116,766 L/jam. Limbah pabrik berupa limbah cair akan diolah di unit pengolahan limbah.

Laboratorium pabrik terdiri dari laboratorium unit proses dan unit utilitas. Laboratorium unit proses meliputi pengendalian mutu bahan baku, proses produksi dan produk, sedangkan laboratorium unit utilitas meliputi analisa air proses, air umpan, dan air pendingin. Instrumen yang digunakan dalam laboratorium adalah *x-ray analyzer*, *Spectrofotometer*, dan *Gas Chromatho-graphy*. Prasarana pendukung keselamatan kerja meliputi penyediaan hidran di berbagai tempat yang rawan kebakaran, penyediaan fasilitas poliklinik, dan kewajiban penggunaan alat pelindung diri pada setiap kegiatan yang dilakukan di pabrik. Pabrik direncanakan beroperasi secara kontinyu selama 330 hari dalam 1 tahun. *Return on Investment* (ROI) sebelum pajak 74,30% dan sesudah pajak 52,01%. *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak 1,186 tahun dan sesudah pajak 1,613 tahun. *Discounted Cash Flow* (DCF) 20,64%. *Break Even Point* (BEP) 46,56% dan *Shut Down Point* (SDP) 37,97%. Berdasarkan hal tersebut, maka pendirian pabrik metil benzoat dengan kapasitas 15.000 ton/tahun ini layak dipertimbangkan lebih lanjut.

commit to user