

LAPORAN AKHIR
TUGAS PRARANCANGAN PABRIK
PRARANCANGAN PABRIK MONOCHLOROBENZENE DARI
BENZENE DAN CHLORINE
KAPASITAS 100.000 TON/TAHUN



Disusun sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Kesarjanaan Strata 1 Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Oleh :
Crade Lisa Putri
D 500 120 002

Dosen Pembimbing :
1. M. Mujiburohman, Ph.D.
2. Eni Budiyati, S.T., M.Eng.

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
SURAKARTA
2016

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
FAKULTAS TEKNIK**

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA

Nama : Crade Lisa Putri
NIM : D 500 120 002
Judul TPP : Prarancangan Pabrik *Monochlorobenzene* dari *Benzene*
dan *Chlorine* Kapasitas 100.000 Ton Per Tahun
Dosen Pembimbing : 1. M. Mujiburohman, Ph.D.
2. Eni Budiyati, S.T., M.Eng.

Surakarta, Desember 2016

Menyetujui,

Pembimbing I

M. Mujiburohman, Ph.D.

NIK. 794

Pembimbing II



Eni Budiyati, S.T., M.Eng.

NIK. 991

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



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

NIK. 682

Ketua Program Studi



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

NIK. 892

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

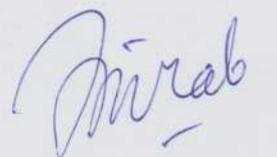
Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Crade Lisa Putri
NIM : D 500 120 002
Program Studi : Teknik Kimia
Judul Tugas Akhir : Prarancangan Pabrik *Monochlorobenzene* dari *Benzene* dan *Chlorine* Kapasitas 100.000 Ton Per 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, Desember 2016

Yang Membuat Pernyataan,



Crade Lisa Putri

INTISARI

Pabrik *monochlorobenzene* dari *benzene* dan *chlorine* dengan kapasitas 100.000 ton per tahun direncanakan beroperasi selama 330 hari dalam satu tahunnya. Proses pembuatan *monochlorobenzene* ini dilakukan dalam reaktor *fixed bed multitube* menggunakan katalis padat *ferric chloride* (FeCl_3). Reaksi berlangsung pada fase gas-cair dengan *chlorine* berupa gas dan *benzene* berfase cair, *irreversible*, eksotermis, dengan kondisi operasi *non adiabatis* dan *non-isothermal* dengan *range* suhu 55-72°C dan tekanan 2,36 atm. Pabrik ini digolongkan pabrik beresiko rendah karena kondisi operasi yang tidak terlalu tinggi.

Kebutuhan bahan baku yang terdiri dari *benzene* dan *chlorine* masing-masing sebanyak 13.172,3643 kg per jam dan 11.956,7106 kg per jam untuk memenuhi kapasitas produksi yang telah ditetapkan. Sedangkan unit pendukung (utilitas) proses meliputi penyediaan air sebesar 279.132,8132 kg per jam yang diperoleh dari air sungai Cidana yang tidak jauh dari lokasi pabrik, penyediaan *saturated steam* sebesar 2.618,1642 kg per jam yang diperoleh dari boiler dengan bahan bakar *fuel oil* sebanyak 236,3841 liter per jam, kebutuhan udara tekan sebesar 50 m^3 per jam, sumber listrik utama untuk memenuhi kebutuhan listrik diperoleh dari PLN dan *generator set* sebagai cadangan dengan kapasitas 1200 kW. Pabrik akan didirikan di Cilegon, Banten dengan luas tanah 23.000 m^2 dan jumlah karyawan 188 orang.

Pabrik *monochlorobenzene* ini menggunakan modal tetap sebesar Rp1.007.332.776.785,00 dan modal kerja sebesar Rp479.548.851.888,00. Dari analisis ekonomi terhadap pabrik ini menunjukkan keuntungan sebelum pajak Rp489.437.183.604,00 per tahun, setelah dipotong pajak 25% keuntungan mencapai Rp367.077.887.703,00 per tahun. *Percent Return On Investment (ROI)* sebelum pajak 48,59% dan setelah pajak 36,44%. *Pay Out Time (POT)* sebelum pajak selama 1,71 tahun dan setelah pajak 2,15 tahun. *Break Even Point (BEP)* sebesar 45,63%, dan *Shut Down Point (SDP)* sebesar 28,85%. *Internal Rate of Return (IRR)* terhitung sebesar 35,36%. Dari data analisis kelayakan di atas dapat disimpulkan bahwa pabrik *monochlorobenzene* ini menguntungkan dan layak untuk didirikan.

Kata kunci: klorinasi *benzene*, *monochlorobenzene*, reaktor *fixed bed multitube*.

MOTTO

“Intelligence is not determinant of success, but hard work is the real determinant of your success”

“There is no limit for struggling”

“Do the best and pray. God will take care of the rest”

PERSEMBAHAN

Tugas akhir ini saya khusus persembahkan untuk...

Ayah dan bunda yang tiada henti untuk mencerahkan doa, dukungan, dan semangatnya untuk menyelesaikan tugas akhir ini. I love you both...

*Adik-adikku Wisnu Dwi K dan Raynata Feby K, thanks for your support to me.
Sekolah yang bener gaes... make your parents proud.*

Pakde Sugiarto, terima kasih sudah ada di saat keponakanmu ini susah dalam hal apapun

Arif Eko Wahyudi, terima kasih sudah mengingatkan untuk tetap semangat ngerjain skripsi ☺

My partner in final project, Ali Mustofa, thanks for being my partner, bertukar banyak hal, sabar, sukses terus buat kamu kawan...

Teman-teman angkatan 2012, terima kasih atas kenangan kita selama ini, sukses terus buat kalian semua

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah Subhanahu Wa Ta’ala atas limpahan rahmat, berkah, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Tugas akhir ini disusun guna memenuhi persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana di Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dalam penyusunan tugas akhir ini, tidak lepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan penghargaan dan terima kasih yang tak terhingga kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Bambang Setiadji, selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Bapak Rois Fatoni, S.T., M.Sc., Ph.D. selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Surakarta.
3. Bapak M. Mujiburohman, Ph.D selaku Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, dan masukan selama penyusunan tugas akhir ini hingga selesai.
4. Ibu Eni Budiyati, S.T., M.T selaku Pembimbing II yang telah berkenan meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan dan pengarahan dan masukan dalam menyelesaikan tugas akhir ini hingga selesai.
5. Bapak/Ibu dosen Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, yang telah memberikan pembelajaran mulai dari semester awal hingga akhir.
6. Keluarga tercinta yang telah dan terus memberi doa dan motivasi serta dukungan yang tiada henti sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Teman-teman seperjuangan angkatan 2012 Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, terima kasih atas bantuan, dukungan dan motivasinya selama penyusunan tugas akhir ini, sukses selalu untuk kalian semua.

8. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu, yang telah banyak membantu penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Harapan penulis semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi para pembacanya dan bagi penulis sendiri. Penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, segala kritik dan saran yang membangun akan sangat membantu demi kesempurnaan tugas akhir ini. Akhir kata saya selaku penulis mengucapkan banyak terima kasih.

Surakarta, Desember 2016

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN	iii
INTISARI.....	iv
MOTTO	v
PERSEMBAHAN.....	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik	1
1.2 Penentuan Kapasitas Perancangan Pabrik.....	2
1.2.1 Kebutuhan <i>Monochlorobenzene</i>	2
1.2.2 Kebutuhan Bahan Baku.....	3
1.2.3 Kapasitas Minimal.....	3
1.3 Penentuan Lokasi Pabrik.....	3
1.4 Tinjauan Pustaka	5
1.4.1 Tinjauan Proses	5
1.4.2 Pemilihan Proses	6
1.4.3 Kegunaan Produk	7
1.4.4 Sifat Fisis dan Kimia	7
1.4.5 Tinjauan Proses Secara Umum	9
BAB II DESKRIPSI PROSES	
2.1 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk	10
2.1.1 Spesifikasi Bahan Baku.....	10
2.1.2 Spesifikasi Katalis	10
2.1.3 Sesifikasi Produk	11

2.2 Deskripsi Proses	11
2.2.1 Dasar Reaksi	11
2.2.2 Kondisi Operasi	12
2.2.3 Tinjauan Kinetika	12
2.2.4 Tinjauan Termodinamika	13
2.3 Diagram Alir Proses dan Tahapan Proses.....	17
2.3.1 Diagram Alir Proses	18
2.3.2 Tahapan Proses	21
2.4 Neraca Massa dan Neraca Panas.....	22
2.4.1 Neraca Massa	22
2.4.2 Neraca Panas	27
2.5 <i>Layout</i> Pabrik dan Tata Letak Pabrik.....	30
2.5.1 <i>Layout</i> Pabrik	30
2.5.2 <i>Layout</i> Peralatan Proses	31

BAB III SPESIFIKASI ALAT

3.1 Reaktor (R-111).....	32
3.2 Absorber (D-111)	32
3.3 Separator (D-131).....	33
3.4 Menara Destilasi.....	34
3.5 Tangki Penyimpanan.....	35
3.6 <i>Heat Exchanger</i>	37
3.7 <i>Condenser</i>	40
3.8 <i>Reboiler</i>	41
3.9 Pompa.....	43
3.10 <i>Blower</i>	44

BAB IV UNIT UTILITAS DAN LABORATORUM

4.1 Unit Pendukung Proses (Utilitas)	45
4.1.1 Unit Penyediaan Air	46
4.1.2 Unit Pengolahan Air	50

4.1.3 Spesifikasi Alat Utilitas.....	54
4.1.4 Unit Penyediaan Steam	58
4.1.5 Unit Penyediaan Udara Tekan	59
4.1.6 Unit Penyediaan Listrik	61
4.1.7 Unit Penyediaan Bahan Bakar	63
4.2 Laboratorium	65
4.2.1 Program Kerja Laboratorium	64
4.2.2 Peralatan laboratorium yang digunakan	66
4.3 Keselamatan dan kesehatan Kerja.....	66

BAB V MANAJEMEN PERUSAHAAN

5.1 Bentuk Perusahaan	68
5.2 Struktur Organisasi	69
5.3 Tugas dan Wewenang	73
5.3.1 Pemegang Saham	73
5.3.2 Dewan Direksi.....	73
5.3.3 <i>Staff Ahli</i> dan LITBANG	74
5.3.4 Kepala Bagian (KABAG)	74
5.3.5 Kepala Seksi (KASI)	77
5.4 Pembagian Jam Kerja Karyawan	78
5.4.1 Karyawan <i>Non Shift</i>	78
5.4.2 Karyawan <i>Shift</i>	78
5.5 Sistem Karyawan dan Sistem Upah	80
5.6 Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan, dan Gaji	80
5.6.1 Penggolongan Jabatan	80
5.6.2 Jumlah Karyawan dan Gaji	81
5.7 Kesejahteraan Sosial Karyawan.....	82
5.8 Manajemen Produksi.....	83
5.8.1 Perencanaan Produksi	84
5.8.2 Pengendalian Produksi	85

BAB VI ANALISIS EKONOMI	
6.1 Penafsiran Harga Peralatan	86
6.2 Menentukan <i>Total Capital Investment</i> (TCI).....	88
6.3 Menentukan <i>Manufacturing Cost</i> (MC)	90
6.4 Keuntungan Produksi	92
6.5 Analisa Kelayakan	92
BAB VII KESIMPULAN	98
DAFTAR PUSTAKA	99
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Grafik Impor <i>Monochlorobenzene</i> di Indonesia	2
Gambar 1.2 Pemilihan Lokasi Pabrik	5
Gambar 2.1 Diagram Alir Kualitatif	19
Gambar 2.2 Diagram Alir Kuantitatif	20
Gambar 2.3 <i>Layout</i> Pabrik <i>Monochlorobenzene</i>	30
Gambar 2.4 <i>Layout</i> Peralatan Proses Pabrik <i>Monochlorobenzene</i>	31
Gambar 4.1 Diagram Alir Proses Pengolahan Air	49
Gambar 5.1 Struktur Organisasi Pabrik <i>Monochlorobenzene</i>	72
Gambar 6.1 <i>Chemical Engineering Cost Index</i>	87
Gambar 6.2 Grafik Analisi Kelayakan Pabrik <i>Monochlorobenzene</i>	97

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Data Impor Monochlorobenzene dari Tahun 2010-2014.....	2
Tabel 1.2 Daftar Pabrik <i>Monochlorobenzene</i> di Dunia serta.....	3
Tabel 2.1 Neraca Massa <i>Overall</i>	22
Tabel 2.2 Neraca Massa di Reaktor (R-111).....	23
Tabel 2.3 Neraca Massa di Separator (D-131).....	23
Tabel 2.4 Neraca Massa di Absorber (D-111)	24
Tabel 2.5 Neraca Massa di Menara Destilasi (D-221).....	24
Tabel 2.6 Neraca Massa di Menara Destilasi (D-222).....	25
Tabel 2.7 Nilai Konstanta C_p_{gas}	26
Tabel 2.8 Nilai Konstanta C_p_{cairan}	26
Tabel 2.9 Neraca Panas di Sekitar R-111.....	27
Tabel 2.10 Neraca Panas di Sekitar D-221	27
Tabel 2.11 Neraca Panas di Sekitar D-222	28
Tabel 2.12 Neraca Panas di Sekitar D-131	28
Tabel 3.1 Spesifikasi Menara Destilasi.....	34
Tabel 3.2 Spesifikasi Tangki Penyimpanan Bahan Baku	35
Tabel 3.3 Spesifikasi Tangki Penyimpanan Produk	36
Tabel 3.4 Spesifikasi <i>Heat Exchanger</i>	37
Tabel 3.5 Spesifikasi <i>Heat Exchanger</i>	38
Tabel 3.6 Spesifikasi <i>Heat Exchanger</i>	39
Tabel 3.7 Spesifikasi <i>Condenser</i>	40
Tabel 3.8 Spesifikasi <i>Reboiler</i> Menara Destiasi 1	41
Tabel 3.9 Spesifikasi <i>Reboiler</i> Menara Destilasi 2	42
Tabel 3.10 Spesifikasi Pompa	43
Tabel 3.11 Spesifikasi Pompa	43
Tabel 3.12 Spesifikasi <i>Blower</i>	44
Tabel 4.1 Data Kebutuhan Air Pendingin	46
Tabel 4.2 Data Kebutuhan Air Umpam <i>Boiler</i>	48
Tabel 4.3 Spesifikasi Pompa Utilitas	57

Tabel 4.4 Spesifikasi Pompa Utilitas	58
Tabel 4.5 Spesifikasi Pompa Utilitas	58
Tabel 4.6 Kebutuhan Listrik untuk Keperluan Proses	61
Tabel 4.7 Kebutuhan Listrik untuk Keperluan Utilitas	62
Tabel 4.8 Kebutuhan Listrik Total	62
Tabel 5.1 Jadwal Pembagian Kelompok Shift.....	79
Tabel 5.2 Jumlah Karyawan dan Gaji Menurut Jabatan	81
Tabel 6.1 Indeks Harga Peralatan	86
Tabel 6.2 <i>Fixed Capital Investment</i> (FCI)	89
Tabel 6.3 <i>Working Capital Investment</i> (WCI)	90
Tabel 6.4 <i>Direct Manufacturing Cost</i> (DMC).....	90
Tabel 6.5 <i>Indirect Manufacturing Cost</i> (IMC)	91
Tabel 6.6 <i>Fixed Manufacturing Cost</i> (FMC)	91
Tabel 6.7 <i>Fixed Manufacturing Cost</i> (FMC)	92
Tabel 6.8 Analisis Kelayakan	96