

**PRA RANCANGAN PABRIK NITROBENZENE MENGGUNAKAN
PROSES NITRASI BENZENE DAN KATALIS ASAM SULFAT DENGAN
KAPASITAS 15.000 TON/TAHUN**

Tugas Akhir

Diajukan untuk memenuhi sebagian syarat

Memperoleh gelar Sarjana Strata-1 Teknik Kimia



Diajukan oleh

AHADTA ANANDYA RAHMA 143020018

AJENG WIJARENI 143020021

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS WAHID HASYIM SEMARANG

2019



Prarancangan Pabrik Nitrobenzene Menggunakan
Proses Nitrasi Benzene dan Katalis Asam Sulfat
Kapasitas 15.000 Ton/Tahun



FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS WAHID HASYIM

HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN

**Prarancangan Pabrik Nitrobenzen Menggunakan Proses Nitrasi Benzen
dan Katalis Asam Sulfat Dengan Kapasitas 15.000 Ton/Tahun**

Telah diperiksa, disetujui untuk dipertahankan dan dihadapan Dewan Penguji
Tugas Akhir Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik

Universitas Wahid Hasyim Semarang

Pada :
Hari : Jumat
Tanggal : 08 Februari 2019

Pembimbing I

Indah Riwayati, ST., MT
NIDN 0005037902

Pembimbing II

Harianingsih, ST., MT
NIDN 0623118104



FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS WAHID HASYIM

HALAMAN PENGESAHAN UJIAN

Nama : 1. Ahadta Anandya Rahma (143020018)
2. Ajeng Wijareni (143020021)
Judul TA : Prarancangan Pabrik Nitrobenzen Menggunakan
Proses Nitrasi Benzen dan Katalis Asam Sulfat Dengan
Kapasitas 15.000 Ton/Tahun
Tanggal Ujian : 08 Februari 2019

Telah Dipertahankan Dan Direvisi Didepan Dewan Penguji Tugas Akhir
Program Studi Teknik Kimia Universitas Wahid Hasyim Semarang

1. Penguji I

Nama : Indah Riwayati, ST., MT
NIDN : 0005037902
Tanda Tangan : 

2. Penguji II

Nama : Ir. Suwardiyono., MT
NIDN : 0001096201
Tanda Tangan : 

3. Penguji III

Nama : Indah Hartati, ST., MT
NIDN : 0008098101
Tanda Tangan : 

Semarang, 15 Februari 2019

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Kimia



Indah Riwayati., ST., MT
NIP 19790305 200501 2 002



HALAMAN MOTTO & PERSEMBAHAN

MOTTO

“Tak perlu terlalu keras berusaha jadi berbeda, Jadi dirimu yang paling jarang dimiliki orang lain”

PERSEMBAHAN

Pertama-tama puji syukur saya panjatkan pada Allah SWT atas terselesaikannya Skripsi ini dengan baik dan lancar. Dan Skripsi ini saya persembahkan untuk: Bapak & Ibu yang telah memberikan kasih sayang hingga aku dewasa, selalu mendoakan dan mendukung saya untuk menjalani hidup sesuai keinginan

- Adik kami Zaqia Anandya Lutfia, Sasqia Anandya Syifa, dan Inez Westriana yang selalu mendukung dan selalu ada saat aku butuh bantuan dan support
- Keluarga besarku yang selalu mendoakan aku sampai aku bisa seperti sekarang ini
- Para dosen-dosen S1 Teknik Kimia terimakasih atas bimbingannya selama 4 tahun ini
- Teman-teman seperjuangan Fakultas Teknik Kimia angkatan 2014 & Teman-teman kos terimakasih sudah membantu dan memberikan solusi

“Try not to become a man of success but a man of value”



KATA PENGANTAR

Puji Syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul Prarancangan Pabrik Nitrobenzene Menggunakan Proses Nitration Benzene dan Katalis Asam Sulfat dengan Kapasitas 15.000 ton/tahun.

Tugas akhir merupakan salah satu persyaratan untuk menyelesaikan pendidikan Sarjana pada Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang. Tujuan dari tugas akhir ini mahasiswa diharapkan merancang suatu pabrik sesuai dengan ilmu-ilmu yang telah diberikan.

Dalam kesempatan ini tidak lupa penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada :

1. Kedua orang tua penulis yang selalu memberikan doa, perhatian, kasih sayang, semangat, materi, dan nasihat yang sangat berharga.
2. Ibu Indah Riwayati, ST., MT sebagai dosen pembimbing I dan ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang.
3. Ibu Harianingsih, ST., MT sebagai dosen pembimbing II
4. Bapak DR. H. Helmy Purwanto, ST., MT sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang.



5. Semua teman-teman satu angkatan dan semua piha yang banyak membantu penulis selama melaksanakan Tugas Akhir.

Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi siapa saja yang membutuhkan dan dapat memberikan ilmu yang berharga. Tak lupa penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk perbaikan tugas akhir ini.

Atas segala usaha tersebut, penulis mengucapkan terimakasih. Semoga ilmu yang sudah kita peroleh dapat bermanfaat untuk diterapkan dalam kehidupan sehari-hari. Amin

Semarang, 10 Januari 2019

Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN UJIAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN MOTTO & PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xv
INTISARI.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik.....	1
1.2. Kapasitas Rancangan.....	2
1.2.1 Kebutuhan Nitrobenzen	2
1.2.2 Ketersediaan Bahan Baku	4
1.2.3 Kapasitas Pabrik Nitrobenzen	4
1.3. Penentuan Lokasi Pabrik	6
1.4. Tinjauan Pustaka	8
1.4.1. Macam-macam proses.....	8
1.4.2. Kegunaan produk.....	11
1.4.3. Sifat fisis dan kimia.....	11
1.4.4. Diskripsi proses.....	19
BAB II DESKRIPSI PROSES	21
2.1. Spesifikasi bahan dan produk.....	21
2.1.1. Spesifikasi bahan baku.....	21
2.1.2. Spesifikasi produk.....	22
2.2. Konsep Proses	23
2.2.1. Dasar dan Fasa reaksi.....	23
2.2.2. Kondisi Operasi.....	23
2.2.3. Tinjauan Termodinamika	23
2.2.4. Tinjauan Kinetika.....	25
2.3. Diagram Alir Proses	26
2.3.1. Diagram alir.....	26
2.3.2. Langkah-langkah proses.....	26
2.4. Neraca Massa dan Neraca Panas	28
2.4.1. Neraca Massa.....	28
2.4.2. Neraca Panas.....	30
2.5. Tata Letak Pabrik dan Peralatan.....	32
2.5.1. Tata Letak Pabrik.....	32



2.5.2. Tata Letak Peralatan.....	38
BAB III SPESIFIKASI ALAT	41
3.1. Tangki Penyimpanan Asam Nitrat	41
3.2. Pompa.....	42
3.3. Mixer	42
3.4. Reaktor	43
3.5. Dekanter	44
BAB IV PENDUKUNG PROSES DAN LABORATORIUM.....	46
4.1. Unit Pendukung Proses	46
4.1.1. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air.....	47
4.1.2. Unit Penyediaan Steam	61
4.1.3. Unit Penyediaan Listrik.....	67
4.1.4. Unit Penyediaan Bahan Bakar.....	71
4.1.5. Unit Penyediaan Udara Tekan.....	72
4.1.6. Unit Pengolahan Limbah.....	73
4.2. Laboratorium	78
4.2.1. Peranan Laboratorium.....	78
4.2.2. Penanganan Sampel.....	80
4.2.3. Alat-alat Utama Laboratorium.....	81
BAB V MANAJEMEN PERUSAHAAN.....	86
5.1. Bentuk Perusahaan	86
5.2. Struktur Organisasi.....	87
5.3. Tugas dan Wewenang.....	90
5.3.1. Pemegang Saham.....	90
5.3.2. Dewan Komisaris.....	90
5.3.3. Direktur Utama.....	91
5.3.4. Staf Ahli.....	91
5.3.5. Manager Produksi.....	92
5.3.6. Manager Teknik	92
5.3.7. Manager Umum dan Keuangan.....	92
5.3.8. Manager Pembelian dan Pemasaran	93
5.4. Pembagian Jam Kerja Karyawan	93
5.5. Jumlah Karyawan dan Tingkat Pendidikan.....	95
5.6. Status Karyawan.....	96
5.7. Kesejahteraan Sosial Karyawan	99
5.7.1. Fasilitas Perusahaan	99
5.7.2. Jaminan Sosial dan Kesejahteraan Karyawan.....	100
5.8. Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3)	101
5.9. Manajemen Perusahaan	102
5.9.1. Perencanaan Produksi.....	102
5.9.2. Pengendalian Produksi.....	103



BAB VI ANALISA EKONOMI.....	104
6.1. Penaksiran Harga Peralatan.....	105
6.2. Dasar Perhitungan	107
6.3. Perhitungan Biaya	108
6.3.1. Capital Investment.....	108
6.3.2. Manufacturing Cost.....	111
6.3.3. General Expense.....	114
6.4. Analisa Kelayakan.....	115
6.5. Hasil Perhitungan	118
DAFTAR PUSTAKA	123
LAMPIRAN	
PERHITUNGAN NERACA MASSA	
PERHITUNGAN NERACA PANAS	
PERHITUNGAN SPESIFIKASI PERALATAN	
PERHITUNGAN ANALISA EKONOMI	



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Grafik Impor $C_6H_5NO_2$ di Indonesia.....	3
Gambar 2.1 Tata Letak Pabrik	37
Gambar 2.2 Tata Letak Peralatan.....	40
Gambar 4.1 Diagram Alir Pengolahan Air	57
Gambar 5.1 Struktur Organisasi Pabrik	89
Gambar 6.1 Grafik Plant Cost Indeks	106
Gambar 6.2. Grafik Analisa Kelayakan Ekonomi	122



DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Data Impor nitrobenzen di Indonesia.....	3
Tabel 1.2 Kapasitas pabrik nitrobenzen di dunia.....	5
Tabel 2.1 Nilai ΔH°_{f298} dan ΔG°_{f298}	24
Tabel 2.2 Neraca Massa Mixer (M-01).....	28
Tabel 2.3 Neraca Massa Reaktor (R-01).....	28
Tabel 2.4 Neraca Massa Neutralizer (N-01).....	29
Tabel 2.5 Neraca Massa Decanter (Dc-01).....	29
Tabel 2.6 Neraca Massa Filter Press (Fp-01).....	30
Tabel 2.7 Neraca Panas Mixer (M-01).....	30
Tabel 2.8 Neraca Panas Heater-02.....	30
Tabel 2.9 Neraca Panas Heater-01.....	31
Tabel 2.10 Neraca Panas Reaktor (R-01).....	31
Tabel 2.11 Neraca Panas Cooler.....	31
Tabel 2.12 Neraca Panas Neutralizer (N-01).....	32
Tabel 2.13 Neraca Panas Dekanter (D-01)	32
Tabel 2.14 Neraca Panas Filer Pres (FP-01).....	32
Tabel 2.15 Luas Tanah Pabrik.....	35
Tabel 4.1 Syarat Air Umpan Boiler	50
Tabel 4.2. Standar Kualitas Air Bersih Parameter Fisika dan Kimia.....	51
Tabel 4.3. Standar Kualitas Air Bersih Parameter Kimia Organik dan Mikrobiologi	53
Tabel 4.4. Kebutuhan Air Pendingin.....	58
Tabel 4.5. Kebutuhan steam.....	58
Tabel 4.6. Kebutuhan Air Proses	60
Tabel 4.7. Kebutuhan Listrik Untuk Proses	68
Tabel 4.8. Kebutuhan Listrik Untuk Utilitas.....	68
Tabel 4.9. Kebutuhan Listrik Penerangan Untuk Area Dalam Bangunan	69
Tabel 4.10. Kebutuhan Tenaga Listrik.....	70
Tabel 5.1. Jadwal Pembagian Kelompok Shift	94
Tabel 5.2 Jumlah Karyawan dan Tingkat Pendidikan	96
Tabel 5.3 Upah Karyawan Pabrik Nitrobenzene.....	98
Tabel 6.1 Indeks CEP dari Tahun 2001 sampai 2016.....	106
Tabel 6.2 Total Biaya <i>Physical Plant Cost</i> (PPC)	118
Tabel 6.3 <i>Total Fixed Capital Investment</i> (FCI).....	118
Tabel 6.4 <i>Total Working Capital Investment</i> (WCI).....	119
Tabel 6.5 Total Biaya <i>Direct Manufacturing Cost</i> (DMC).....	119
Tabel 6.6 Total <i>Indirect Manufacturing Cost</i> (IMC)	120
Tabel 6.7 Total <i>Fixed Manufacturing Cost</i> (FMC).....	120



Tabel 6.8 Total <i>Manufacturing Cost</i> (TMC).....	120
Tabel 6.9 Total Biaya <i>General Expense</i> (GE)	120
Tabel 6.10 Total <i>Production Cost</i> (PC)	121
Tabel 6.11 Resume Analisa Kelayakan Ekonomi.....	122





INTISARI

Nitrobenzen memiliki nama lain yaitu *oil of mirbane* dengan rumus kimia $C_6H_5NO_2$ merupakan cairan berwarna kuning muda (kuning pucat) dan mempunyai aroma seperti buah almond, serta mempunyai sifat sangat beracun bila terhisap dan terkena kulit. Nitrobenzen biasanya digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan anilin dan industri farmasi, sebagai bahan peledak, pestisida, obat dan sebagai pelarut dalam industri cat, sepatu, lantai, dan sebagainya. Peluangnya berkembangnya industri nitrobenzene di Indonesia cukup besar, maka perlu direncanakan studi prarancangan pabrik nitrobenzene dengan pertimbangan secara teknis, lingkungan, dan ekonomi agar dapat memenuhi kebutuhan nitrobenzene dalam negeri. Pabrik ini direncanakan studi prarancangan beroperasi selama 330 hari/tahun rencana didirikan pada tahun 2023. Bahan baku utama yang diperlukan adalah benzene diperoleh dari Pertamina RU IV Cilacap. Pabrik akan didirikan di Cilacap, provinsi Jawa Tengah dimana lokasi pabrik dekat dengan Sungai Searyu, sehingga sumber air untuk unit utilitas berasal dari sungai tersebut.

Proses yang digunakan untuk pembuatan nitrobenzene adalah nitrasi benzene dengan asam nitrat dan bantuan katalis asam sulfat, pada tekanan 1 atm dan suhu $50^{\circ}C$, dimana reaktor yang digunakan adalah Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) dan reaksi bersifat eksotermis (mengeluarkan panas). Produk yang keluar dari reaktor selanjutnya dialirkan menuju *neutralizer*. Selanjutnya produk keluaran *neutralizer* dipisahkan antara fase berat dan ringan dengan decanter. Lapisan bawah (fase berat) berupa campuran nitrobenzene dan natrium sulfat dipisahkan dengan *filter press*. Produk nitrobenzene kemudian disimpan dalam tangki penyimpanan, sedangkan hasil atas decanter dan cake dari *filter press* dialirkan ke UPL.



Pemasaran nitrobenzene diutamakan untuk konsumsi dalam negeri. Bentuk perusahaan berupa Perseroan Terbatas (PT) dengan sistem organisasi *line* dan *staff*. Sistem kerja karyawan berdasarkan pembagian menurut jam kerja yang terdiri dari *shift* dan *non shift* dengan tenaga kerja yang dibutuhkan sebanyak 100 orang. Adapun hasil analisa ekonomi memberikan hasil investasi modal total (TCI) adalah sebesar US\$ 21.354.250,757 dan diperoleh hasil penjualan yaitu sebesar US\$ 32.250.000. Selain itu diperoleh juga *Return of Investment* (ROI) sebelum pajak sebesar 67,97 % dan *Return of Investment* (ROI) sesudah pajak sebesar 50,98 %. *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak yaitu 1,27 tahun dan *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak yaitu 1,64 tahun. Sehingga diperoleh *Break Event Point* (BEP) sebesar 38,74 % dan *Shut Down Point* (SDP) sebesar 11,38 %. Berdasarkan pertimbangan hasil evaluasi tersebut, maka pabrik nitrobenzen dengan kapasitas 15.000 ton/tahun ini layak untuk dikaji lebih lanjut.

Kata kunci : Nitrobenzen, benzen, asam nitrat, asam sulfat, RATB