

TUGAS AKHIR

**PRARANCANGAN PABRIK *ACRYLONITRILE* DENGAN
PROSES DEHIDRASI *ETHYLENE CYANOHYDRINE*
KAPASITAS 60.000 TON/TAHUN**



Disusun Oleh :

1. Audi Ardika Paundratama (I 0512009)
2. M. Fitra Arifianto (I 0512032)

PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK KIMIA

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SEBELAS MARET

SURAKARTA

2016

LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR
PRARANCANGAN PABRIK *ACRYLONITRILE* DENGAN PROSES
DEHIDRASI *ETHYLENE CYANOHYDRINE*
KAPASITAS 60.000 TON/TAHUN

Oleh :

Audi Ardika Paundratama I 0512009

M. Fitra Arifianto I 0512032

Pembimbing II

Pembimbing I

Inayati, S.T., M.T., Ph.D.

NIP. 19710829 199902 2 001

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

NIP. 19681107 199702 1 001

Dipertahankan di depan tim penguji :

1. Dr. Adrian Nur, S.T., M.T.
NIP. 19730108 200012 1 001

2. Dr. Sperisa Distantina, S.T., M.T.
NIP. 19740509 200003 2 002

1.

2.

Disahkan
Kepala Program Studi Sarjana
Teknik Kimia

Dr. Margono, S.T., M.T.
NIP. 19681107 199702 1 001

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT, karena limpahan rahmat dan hidayah-Nya, penulis akhirnya dapat menyelesaikan penyusunan Laporan Tugas Akhir dengan judul “Prarancangan Pabrik *Acrylonitrile* dengan Proses Dehidrasi *Ethylene Cyanohydrine* Kapasitas 60.000 Ton/Tahun”.

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis memperoleh banyak bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua dan keluarga atas dukungan doa dan semangat yang senantiasa diberikan.
2. Dr. Margono, S.T., M.T. dan Inayati, S.T., M.T., Ph.D. selaku dosen pembimbing atas bimbingan dan arahnya dalam penyelesaian tugas akhir ini.
3. Dr. Margono, S.T., M.T. selaku kepala program studi sarjana teknik kimia Universitas Sebelas Maret
4. Seluruh pihak yang telah membantu, yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

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

Surakarta, Juli 2016

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Lembar Pengesahan.....	ii
Kata Pengantar	iii
Daftar Isi	iv
Daftar Tabel	vii
Daftar Gambar.....	ix
Intisari.....	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik	1
1.2. Kapasitas Rancangan	2
1.2.1. Kebutuhan Dalam Negeri	2
1.2.2. Ketersediaan Bahan Baku.....	4
1.2.3. Kebutuhan Luar Negeri	4
1.2.4. Kapasitas Rancangan Minimum	5
1.3. Pemilihan Lokasi Pabrik	9
1.4. Tinjauan Pustaka.....	11
1.4.1. Macam-Macam Proses Pembuatan <i>Acrylonitrile</i>	11
1.4.2. Kegunaan Produk.....	13
1.4.3. Sifat – sifat Fisis dan Kimia Bahan Baku, Bahan Pembantu, dan Produk	14
1.4.3.1 Sifat-sifat Fisis dan Kimia Bahan Baku	14
1.4.3.2 Sifat-sifat Fisis dan Kimia Bahan Pembantu	15
1.4.3.3 Sifat-sifat Fisis dan Kimia Produk	16
1.4.4. Tinjauan Proses Secara Umum	17
BAB II DESKRIPSI PROSES	18
2.1. Spesifikasi Bahan baku, Bahan Pembantu, dan Produk	18
2.1.1 Spesifikasi Bahan Baku.....	18
2.1.2 Spesifikasi Bahan Pembantu.....	18
2.1.3 Spesifikasi Produk.....	18

2.2.	Konsep Proses	18
2.2.1	Dasar Reaksi	18
2.2.2	Mekanisme Reaksi	19
2.2.3	Kondisi Operasi	20
2.2.4	Tinjauan Kinetika	20
2.2.5	Tinjauan Termodinamika	21
2.3.	Diagram Alir Proses dan Tahapan Proses	23
2.3.1	Diagram Alir Proses	23
2.3.2	Tahapan Proses	27
2.4.	Neraca Massa dan Neraca Panas	29
2.4.1	Neraca Massa	29
2.4.2	Neraca Massa Total	29
2.4.3	Neraca Massa Alat	29
2.4.4	Neraca Panas	35
2.5.	Lay Out Pabrik dan Peralatan	41
2.5.1	Lay Out Pabrik	41
2.5.2	Lay Out Peralatan	44
BAB III	SPESIFIKASI ALAT	46
3.1.	Spesifikasi Alat Utama	46
3.2.	Spesifikasi Alat Pendukung	49
BAB IV	UNIT PENDUKUNG PROSES DAN LABORATORIUM	73
4.1.	Unit Pendukung Proses	73
4.1.1	Unit Pengadaan Air	74
4.1.2	Unit Pengadaan <i>Steam</i>	80
4.1.3	Unit Pengadaan Pemanas Reaktor	81
4.1.4	Unit Pengadaan Udara Tekan	82
4.1.5	Unit Pengadaan Listrik	83
4.1.6	Unit Pengadaan Bahan Bakar	87
4.2.	Unit Pengolahan Limbah	88
4.2.1	Pengolahan Limbah Cair	88
4.2.2	Pengolahan Limbah Padat	90

4.3. Laboratorium	91
4.3.1 Laboratorium Fisik	92
4.3.2 Laboratorium Analitik	92
4.3.3 Laboratorium Penelitian dan Pengembangan	93
4.3.4 Prosedur Analisa Bahan Baku	93
4.3.5 Prosedur Analisa Proses Produksi	94
4.3.6 Prosedur Analisa Produk	94
4.3.7 Prosedur Analisa Utilitas	95
BAB V MANAJEMEN PERUSAHAAN	96
5.1 Bentuk Perusahaan	96
5.2 Struktur Organisasi	97
5.3 Tugas dan Wewenang	101
5.3.1 Pemegang Saham	101
5.3.2 Dewan Komisaris	101
5.3.3 Dewan Direksi	101
5.3.4 Staf Ahli	102
5.3.5 Penelitian dan Pengembangan (Litbang)	102
5.3.6 Kepala Bagian	103
5.3.7 Kepala Seksi	106
5.4 Pembagian Jam Kerja Karyawan	106
5.5 Status Karyawan dan Sistem Upah	108
5.6 Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan, dan Gaji	108
5.7 Kesejahteraan Sosial Tenaga Kerja	111
BAB VI ANALISA EKONOMI	113
6.1 Penaksiran Harga Peralatan	114
6.2 Dasar Perhitungan	116
6.3 Penentuan <i>Total Capital Investment</i> (TCI)	116
6.4 Hasil Perhitungan	117

Daftar Pustaka

Lampiran

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1.	Data Impor <i>Acrylonitrile</i> di Indonesia.....	3
Tabel 1.2.	Kebutuhan <i>Acrylonitrile</i> di Bererapa Negara Asia	4
Tabel 1.3.	Data Pabrik Penghasil <i>Acrylonitrile</i> di Dunia.....	6
Tabel 1.4.	Perbandingan Proses Dehidrasi <i>Ethylene Cyanohydrine</i> dan Proses <i>Acetylene</i>	13
Tabel 1.5.	Persentase Konsumsi <i>Acrylonitrile</i> sebagai Bahan Baku	14
Tabel 2.1.	Panas Entalphi Standar dan Energi Bebas Gibbs.....	21
Tabel 2.2.	Neraca Massa Total	29
Tabel 2.3.	Neraca Massa <i>Tee</i> 1	29
Tabel 2.4.	Neraca Massa <i>Tee</i> 2	30
Tabel 2.5.	Neraca Massa <i>Vaporizer</i> 1 (VP-01)	30
Tabel 2.6.	Neraca Massa <i>Heat Exchanger</i> 1 (HE-01)	30
Tabel 2.7.	Neraca Massa Reaktor (R-01).....	31
Tabel 2.8.	Neraca Massa <i>Condenser</i> (CD-01).....	31
Tabel 2.9.	Neraca Massa <i>Decanter</i> (D-01)	31
Tabel 2.10.	Neraca Massa Menara Distilasi 1 (MD-01).....	32
Tabel 2.11.	Neraca Massa <i>Heat Exchanger</i> 2 (HE-02)	32
Tabel 2.12.	Neraca Massa Menara Distilasi 2 (MD-02).....	32
Tabel 2.13.	Neraca Massa <i>Vaporizer</i> 2 (VP-02)	33
Tabel 2.14.	Neraca Massa <i>Vaporizer</i> 3 (VP-03)	33
Tabel 2.15.	Neraca Massa <i>Tee</i> 3.....	33
Tabel 2.16.	Neraca Massa <i>Heat Exchanger</i> 3 (HE-03)	34
Tabel 2.17.	Neraca Massa <i>Tee</i> 4.....	34
Tabel 2.18.	Neraca Massa <i>Condenser</i> (CD-04).....	34
Tabel 2.19.	Neraca Panas di Sekitar <i>Tee</i> 1.....	35
Tabel 2.20.	Neraca Panas di Sekitar <i>Tee</i> 2.....	35
Tabel 2.21.	Neraca Panas di Sekitar <i>Vaporizer</i> 1 (VP-01)	36
Tabel 2.22.	Neraca Panas <i>Heat Exchanger</i> 1 (HE-01)	36
Tabel 2.23.	Neraca Panas di Sekitar Reaktor (R-01).....	37

Tabel 2.24. Neraca Panas di Sekitar <i>Condenser</i> (CD-01).....	37
Tabel 2.25. Neraca Panas <i>Decanter</i> (D-01)	37
Tabel 2.26. Neraca Panas di Sekitar Menara Distilasi 1 (MD-01)	38
Tabel 2.27. Neraca Panas <i>Heat Exchanger</i> 2 (HE-02)	38
Tabel 2.28. Neraca Panas di Sekitar Menara Distilasi 2 (MD-02)	39
Tabel 2.29. Neraca Panas <i>Vaporizer</i> 2 (VP-02)	39
Tabel 2.30. Neraca Panas <i>Vaporizer</i> 3 (VP-03)	40
Tabel 2.31. Neraca Panas <i>Tee</i> 3.....	40
Tabel 2.32. Neraca Panas <i>Heat Exchanger</i> 3 (HE-03)	40
Tabel 2.33. Neraca Panas <i>Tee</i> 4.....	41
Tabel 2.34. Neraca Panas <i>Condenser</i> (CD-04)	41
Tabel 4.1. Kebutuhan Air Pendingin	75
Tabel 4.2. Kebutuhan Air Konsumsi Umum dan Sanitasi	76
Tabel 4.3. Kebutuhan Listrik untuk Keperluan Proses	83
Tabel 4.4. Kebutuhan Listrik untuk Keperluan Utilitas	83
Tabel 4.5. Jumlah <i>Lumen</i> Berdasarkan Luas Bangunan	85
Tabel 4.6. Total Kebutuhan Listrik Pabrik.....	86
Tabel 4.7. Total Kebutuhan Bahan Bakar Pabrik	87
Tabel 5.1. Jadwal Pembagian Kelompok <i>Shift</i>	107
Tabel 5.2. Jumlah dan Gaji Karyawan Menurut Jabatan	109
Tabel 6.1. Indeks Harga Alat.....	115
Tabel 6.2. <i>Fixed Capital Investment</i>	117
Tabel 6.3. <i>Working Capital Investment</i>	117
Tabel 6.4. <i>Direct Manufacturing Cost</i>	118
Tabel 6.5. <i>Indirect Manufacturing Cost</i>	118
Tabel 6.6. <i>Fixed Manufacturing Cost</i>	119
Tabel 6.7. <i>General Expense</i>	119
Tabel 6.8. Analisa Kelayakan.....	122

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Grafik Data Impor <i>Acrylonitrile</i> di Indonesia	3
Gambar 1.2. Grafik Data Impor <i>Acrylonitrile</i> di Korea dan Malaysia	5
Gambar 1.3. Distribusi Produk Untuk Penentuan Kapasitas	5
Gambar 1.4. Peta Lokasi Pabrik <i>Acrylonitrile</i>	10
Gambar 2.1. Diagram Alir Kuantitatif	24
Gambar 2.2. Diagram Alir Kualitatif	25
Gambar 2.3. <i>Lay Out</i> Pabrik <i>Acrylonitrile</i>	43
Gambar 2.4. <i>Lay Out</i> Peralatan Proses	45
Gambar 4.1. Skema Pengolahan Air Laut	75
Gambar 4.2. Skema Pengolahan Air Umpan <i>Boiler</i>	79
Gambar 4.3. Skema Unit Pengolahan Limbah (UPL)	90
Gambar 5.1. Struktur Organisasi Pabrik <i>Acrylonitrile</i>	100
Gambar 6.1. Grafik Linierisasi Indeks Harga	115
Gambar 6.2. Grafik Analisa Kelayakan	124

INTISARI

Audi Ardika Paundratama, M. Fitra Arifianto, 2016, Prarancangan Pabrik *Acrylonitrile* dengan Proses Dehidrasi *Ethylene Cyanohydrine* Kapasitas 60.000 Ton/Tahun, Jurusan Teknik Kimia, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.

Acrylonitrile (C_3H_3N) adalah bahan kimia yang sangat penting dalam menunjang pembangunan di sektor industri, yaitu sebagai bahan kimia antara (*intermediate*) dalam pembuatan polimer seperti *acrylic fibers*, *Acrylonitrile/Butadiene/Styrene*, *Styrene/Acrylonitrile*, dan juga *adiponitrile*. Pabrik *acrylonitrile* dengan bahan baku yang berupa *ethylene cyanohydrine* dengan kebutuhan sebesar 85.236,27 ton/tahun akan didirikan di Cilegon, Banten pada tahun 2020 dengan kapasitas 60.000 ton/tahun.

Pembuatan *acrylonitrile* ini melalui 3 tahap yaitu tahap persiapan bahan baku, pembentukan produk, dan pemurnian produk. Pada tahap persiapan bahan baku, *ethylene cyanohydrine* sebanyak 85.236,27 ton/tahun (kebutuhan spesifik: 1,42 kg/kg produk) dialirkan ke vaporizer untuk diuapkan dan dipanaskan sampai 229,7 °C lalu dipanaskan lagi dengan *heat exchanger* hingga suhu 270,1°C. Pada tahap pembentukan produk, gas *ethylene cyanohydrine* yang dialirkan ke dalam reaktor fixed bed multitube, *non adiabatic*, *non isothermal* dengan kondisi operasi 270,1 °C - 259,3 °C dan tekanan 1,26 bar dengan konversi 90%. Reaksi berlangsung pada fase gas dengan menggunakan katalis alumina. Pada tahap pemurnian produk, larutan *acrylonitrile* yang terbentuk dimurnikan dengan menara distilasi untuk memperoleh larutan *acrylonitrile* 99%.

Kebutuhan-kebutuhan spesifik pada pabrik ini: Unit pendukung proses meliputi unit pengadaan air pendingin dan pemadam kebakaran yang bersumber dari air laut, yaitu dengan kebutuhan sebesar 737.010,12 kg/jam (kebutuhan spesifik: 107,01 L/kg produk), sedangkan untuk air umpan boiler dan konsumsi umum dan sanitasi diperoleh dari PT Krakatau Tirta Industri dengan kebutuhan sebesar 26.481,89 kg/jam (kebutuhan spesifik: 3,52 L/kg produk). Unit pengadaan listrik sebesar 385,39 kW dari PLN dan disiapkan cadangan generator berkapasitas 500 kW. Unit pengadaan bahan bakar IDO sebesar 659,90 L/jam (kebutuhan spesifik: 0,0871 kg/kg produk). Unit pengadaan udara tekan sebesar 83,59 m³/jam.

Dalam perhitungan ekonomi, didapatkan hasil analisis ekonomi Rate of Return (ROI) sebesar 52,00% sebelum pajak dan 36,40% sesudah pajak. Pay Out Time (POT) didapatkan 1,67 tahun sebelum pajak dan 2,25 tahun sesudah pajak. Break Even Point (BEP) sebesar 40,88%, Shut Down Point (SDP) sebesar 29,51%, dan Discounted Cash Flow (DCF) sebesar 20,40%. Dari hasil analisa ekonomi dapat disimpulkan bahwa pabrik *acrylonitrile* layak untuk didirikan.

LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR
PRARANCANGAN PABRIK *ACRYLONITRILE* DENGAN PROSES
DEHIDRASI *ETHYLENE CYANOHYDRINE*
KAPASITAS 60.000 TON/TAHUN

Oleh :

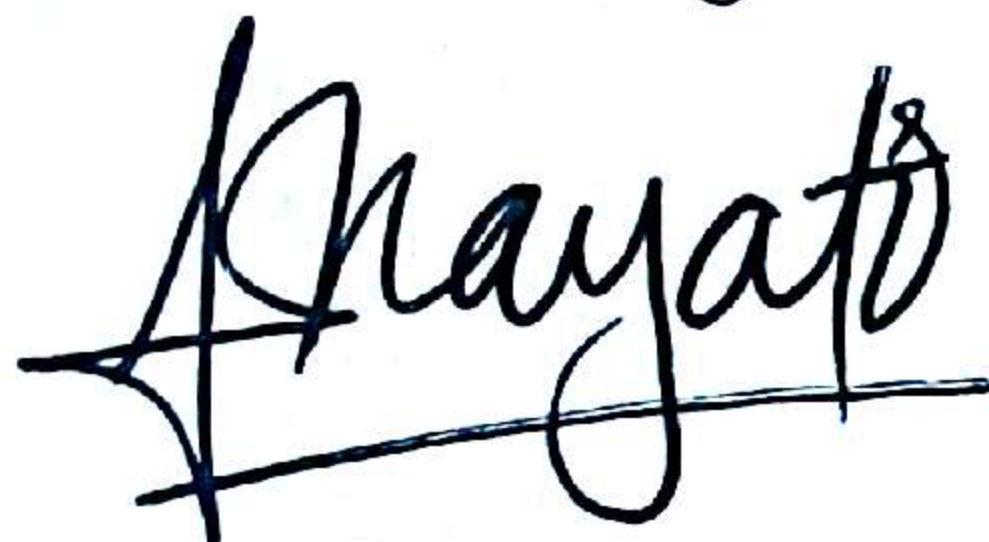
Audi Ardika Paundratama

I 0512009

M. Fitra Arifianto

I 0512032

Pembimbing II



Inayati, S.T., M.T., Ph.D.

NIP. 19710829 199902 2 001

Pembimbing I




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

NIP. 19681107 199702 1 001

Dipertahankan di depan tim penguji :

1. Dr. Adrian Nur, S.T., M.T.
NIP. 19730108 200012 1 001
2. Dr. Sperisa Distantina, S.T., M.T.
NIP. 19740509 200003 2 002



1.



2.

Disahkan

Kepala Program Studi Sarjana

Teknik Kimia

27/16
17



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

NIP. 19681107 199702 1 001