

TUGAS AKHIR

**PRARANCANGAN PABRIK ASAM AKRILAT DARI PROPILEN DAN
UDARA DENGAN KAPASITAS 35.000 TON/TAHUN**



Disusun Oleh :

Nadhatul Syafitri (200606009)

Clarisa Hany Az Zahra (200606013)

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH GRESIK**

2024

PRAKATA

Alhamdulillahirobbil alaamin, Puji Syukur Penulis panjatkan Kepada Allah Subhannahu Wata'ala yang telah memnerikan Rahmat, Taufiq seta Hidyahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul "Prarancangan Pabrik Asam Akrilat dari Propilen dan Udara dengan Kapasitas 35.000 Ton/Tahun." sebagai salah satu dari tiga tugas besar syarat kelulusan Program Sarjana, Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Gresik. Tak lupa Sholawat serta salam penulis haturkan kepada Nabi Muhammad SAW atas syafa'atnya yang telah membawa ajaran kebenaran yaitu Agama Islam.

Dalam penyusunan Naskah Tugas Akhir ini tentu penulis tak lepas dari pengarah dan bimbingan baik berupa materi maupun waktu dari berbagai pihak sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik dan tepat waktu. Dengan penuh hormat penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Alviani Hesthi Permata Ningtyas, S. T., M. Se. selaku dosen pembimbing I dan bapak Oki Setiawan, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing II yang senantiasa sabar dalam memeberikan pengarahan dan ilmu kepada penulis.
2. Kedua orang tua dan keluarga yang selalu memberikan semangat, kasih sayang do'a , serta nasehat yang menjadikan motivasi bagi penulis sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan baik dan tepat waktu.
3. Bapak Harunur Rosyid, S.T., M.Kom, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Gresik
4. Ibu Mega Mustikaningrum, S.T., M.Eng selaku Kepala Program Studi Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Gresik.
5. Bapak Zainal Mustakim, S.T., M.Eng, selaku dosen Program Studi Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Gresik.
6. Bapak Benny Arif pambudiarto, S.T., M.Eng, dan Ibu Fiska Yohana.P, S.T., M.Eng, selaku dosen penguji, yang telah membantu memberikan saran dan masukan pada penyelesaian Tugas Akhir.

7. Seluruh teman teman seperjuangan yang telah kebersamai penulis mulai dari awal hingga akhir, saling memberikan semangat, dorongan dan motivasi dalam penyusunan Tugas Akhir.

Ucapan yang sama penulis ucapkan kepada diri sendiri yang telah berjuang dan mengorbankan segala waktu, usaha, dan materi sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan tepat waktu, serta kepada pihak pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu. Semoga semua amal kebaikan yang telah diberikan baik secara langsung maupun tidak langsung dapat dibalaskan dan diberikan pahala oleh Allah SWT. Aamiin Ya Robbal Alaamiin.

Penulis menyadari bahwa penyusunan Tugas Akhir ini masih terdapat kekurangan baik dari segi penyusunan maupun pembahasan. Maka dari itu penulis sangat terbuka untuk menerima berbagai saran dan masukan dari pembaca agar dapat memperbaiki naskah Tugas Akhir menjadi lebih baik. Semoga Tugas Akhir yang telah penulis susun dapat memberikan manfaat kepada pembaca

Juni, 2024

Penulis

ABSTRAK

Prarancangan pabrik asam akrilat dengan proses oksidasi propilen kapasitas 35.000 ton per tahun ditunjukkan untuk memenuhi kebutuhan asam akrilat dalam negeri karena semakin meningkatnya kebutuhan akan asam akrilat. Pabrik ini direncanakan didirikan di kawasan industri Cilegon, Banten dengan bahan baku propilena yang diambil dari PT. Candra Asri Petrochemical. Proses produksi asam akrilat menggunakan prinsip reaksi oksidasi senyawa propilen oleh oksigen dalam udara dilakukan melalui dua tahap oksidasi yaitu oksidasi propilena menjadi produk Intermediete akrolein dan oksidasi akrolein menjadi produk utama asam akrilat. Reaksi berlangsung dalam reaktor jenis multitubular fixed bed dengan bantuan katalis *Molybdenum Oxides* Reaksi berlangsung dalam fase gas dengan suhu dan tekanan 350 °C dengan tekanan 4,9 atm pada reaktor pertama R-01. Unit pendukung proses sebagian diperoleh dari kawasan industri Cilegon seperti unit pengolahan limbah dan pengadaan listrik, namun unit pengadaan air steam dan udara tekan direncanakan akan dikelola sendiri oleh pabrik. Sumber air diperoleh dari sungai waduk Krakatau Steel Cilegon untuk kebutuhan *boiler feed water*, dan *cooling water*. Air sumur atau air tanah digunakan untuk sanitasi dari keberjalanan proses dihasilkan limbah cair dan limbah gas yang akan dikelola terlebih dahulu sebelum dialirkan ke unit pengolahan limbah. Bentuk badan usaha pabrik asam akrilat adalah perseroan terbatas atau PT terbuka dengan sistem organisasi line and staff. Jumlah karyawan yang dibutuhkan sebanyak 298 orang dengan pengoperasian selama 330 hari kerja dan full time 24 jam. Dari hasil analisa ekonomi diperoleh pos ROI (*Return On Investment*) sebesar 42,49% . Jika dilihat POT (*Pay Out Time*) untuk pendirian pabrik ini selama 2 tahun 7 bulan dengan nilai BEP (*Break Even Point*) dan SDP (*Shutdown Point*) berturut-turut sebesar 46,64% dan 30,40% disimpulkan pabrik layak untuk didirikan dan menguntungkan bagi investor untuk menanam sahamnya dalam pendirian pabrik ini.

Kata Kunci : Propilen, Asam Akrilat, *Molybdenum Oxides*

ABSTRACT

The design of an acrylic acid plant using the propylene oxidation process with a capacity of 35.000 tons per year is intended to meet the increasing domestic demand for acrylic acid. This plant is planned to be established in the Cilegon industrial area, Banten, with raw material propylene sourced from PT. Chandra Asri Petrochemical. The production process of acrylic acid uses the principle of oxidation reaction of propylene by oxygen in the air, carried out through two stages of oxidation: oxidation of propylene to the intermediate product acrolein and oxidation of acrolein to the main product acrylic acid using Molybdenum Oxides as a catalyst. The reaction takes place in a multitubular fixed-bed reactor. The reaction occurs in the gas phase at a temperature of 350°C and a pressure of 4.9 atm in the first reactor (R-01). Some of the supporting process units are obtained from the Cilegon industrial area, such as the waste treatment and electricity supply units. However, the steam and compressed air supply units are planned to be managed independently by the plant. Water sources are obtained from the Krakatau Steel Cilegon reservoir for boiler feed water and cooling water. Well water or groundwater is used for sanitation. The process generates liquid and gas waste, which will be treated before being sent to the waste treatment unit. The business entity form of the acrylic acid plant is a public limited company (PT) with a line and staff organizational system. The number of employees needed is 298, operating for 330 working days and full-time 24 hours a day. From the economic analysis results, an ROI (Return On Investment) of 42,49% was obtained. The POT (Pay Out Time) for establishing this plant is 2 years and 7 months, with BEP (Break Even Point) and SDP (Shutdown Point) values of 46,64% and 30,40%, respectively. It is concluded that the plant is feasible to establish and profitable for investors to invest in.

Keyword : Propylene, Acrylic Acid, Molybdenum Oxides

DAFTAR ISI

PRAKATA.....	i
ABSTRAK.....	ii
DAFTAR ISI.....	iii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Analisis Pasar.....	2
1.2.1 Penentuan Kapasitas Produksi.....	2
1.2.2 Penentuan Lokasi Pabrik.....	6
1.3 Tinjauan Pustaka.....	9
1.4 Pemilihan Proses.....	10
1.5 Tinjauan Termodinamika.....	15
1.6 Tinjauan Kinetika.....	18
BAB II.....	20
URAIAN PROSES.....	20
2.1 Tahap Persiapan Bahan Baku.....	20
2.2 Tahap Pembentukan Produk.....	20
2.3 Tahap Pemurnian Produk.....	21
BAB III.....	22
SPESIFIKASI BAHAN.....	22
3.1 Spesifikasi Bahan Baku.....	23
3.1.1 Propilen.....	23
3.1.2 Propana.....	23
3.1.3 Oksigen.....	24
3.1.4 Nitrogen.....	25
3.1 Spesifikasi Produk.....	25
3.1.1 Asam Akrilat.....	25
3.1.2 Akrolein.....	25
3.1.3 Asam asetat.....	26

3.3 Spesifikasi Bahan Pembantu	27
3.3.1 <i>Molybdenum Oxides</i>	27
BAB IV	28
DIAGRAM ALIR KUALITATIF DAN KUANTITATIF	28
4.1 Diagram Alir Kualitatif	28
4.2 Diagram Alir Kuantitatif	29
BAB V.....	30
NERACA MASSA	30
5.1 Neraca Massa Total	30
5.2 Neraca Massa Tiap Alat	31
5.2.1 Reaktor <i>Fixed Bed Multitube</i> (R-01)	31
5.2.2 Absorber (ABS-01).....	32
5.2.4 Menara Distilasi (MD-01)	33
BAB VI	34
NERACA PANAS	34
6.1 Neraca Panas Total	34
6.2 Neraca Panas Tiap Alat	35
6.2.5 <i>Furnace</i> (F-01).....	35
6.2.6 Reaktor (R-01)	36
6.2.8 <i>Cooler</i> (CL-01)	39
6.2.10 Absorber (ABS-01)	40
6.2.12 Menara Distilasi (MD-01)	41
6.2.9 <i>Cooler</i> (CL-02)	42
BAB VII.....	43
SPESIFIKASI ALAT	43
7.1 Tangki Penyimpanan Propilen	43
7.2 Tangki Penyimpanan Air.....	43
7.3 Tangki Penyimpanan Produk	44
7.2 Pompa (P-01).....	44
7.3 <i>Bag House Filter</i>	45
7.4 Reaktor	46
7.5 <i>Cooler</i> (CL-01).....	46
7.6 Expansion Valve.....	48
7.7 Pompa (P-02).....	48

7.8 Absorber	48
7.9 Pompa (P-03).....	49
7.10 Menara Distilasi	49
7.11 Pompa (P-04).....	50
7.12 Kondensor	51
7.13 Reboiler	52
7.14 <i>Flare Stack</i>	53
BAB VIII UTILITAS	54
8.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air.....	55
8.2 Spesifikasi alat penyediaan air	62
8.2.1 Pompa-01	62
8.2.2 Bak Ekualisasi.....	63
8.2.3 Pompa-02	63
8.2.4 <i>Floculator</i>	64
8.2.5 Pompa-03	65
8.2.6 <i>Clarifier</i>	66
8.2.7 Pompa-04	66
8.2.8 <i>Sand Filter</i>	67
8.2.9 Pompa-05	68
8.2.10 Bak Penampung	69
8.2.11 Pompa-06.....	69
8.2.12 Tangki Klorin.....	70
8.2.13 <i>Kation Exchanger</i>	70
8.2.14 Pompa-07	71
8.2.15 <i>Anion Exchanger</i>	72
8.2.16 Pompa-08	73
8.3 Unit Penyedia Listrik.....	76
8.4 Alat Pengelolaan Listrik.....	79
8.4.1 Steam Turbine.....	79
8.4.2 Steam Boiler	79
8.4.3 Generator	80
8.5 Unit Penyediaan Bahan Bakar.....	80
8.6 Spesifikasi Alat Penyediaan Bahan Bakar	81
8.6.1 Tangki Penyimpanan Bahan Bakar.....	81

8.7 Unit Penyediaan Udara Tekan.....	82
8.8 Spesifikasi Alat Penyediaan Udara Tekan	82
8.8.1 Kompresor udara instrument.....	82
8.8.2 Tangki Udara	82
8.8.3 Kompresor-01.....	83
8.9 Unit Pengolahan Limbah.....	83
8.10 Standar Keluaran Air Limbah	85
8.11 Spesifikasi Bahan Pengolahan Air Limbah.....	86
8.11.1 Aluminium Sulfat (Tawas)	86
8.12 Spesifikasi Alat Pengolahan Air Limbah	86
8.12.1 Bak Ekualisasi.....	86
8.12.2 Pompa-01	86
8.12.3 Flokulator.....	87
8.12.4 Pompa-02.....	88
8.12.5 Clarifier.....	89
8.12.6 Pompa-03	90
8.12.7 Bak Anaerob	91
8.12.8 Pompa-04	91
8.12.9 Bak Aerob	92
8.12.10 Pompa-05	93
8.12.11 <i>Clarifier Second</i>	93
8.12.12 <i>Fish Pound</i>	94
BAB IX	96
TATA LETAK PABRIK	96
9.1 Tata Letak Pabrik	96
9.2 Tata Letak Peralatan Proses.....	97
BAB X.....	102
PERTIMBANGAN ASPEK KESELAMATAN, KESEHATAN KERJA, DAN KELESTARIAN LINGKUNGAN	101
10.1 Pertimbangan Aspek Keselamatan	102
10.2 Pertimbangan Aspek Kesehatan	102
10.3 Pertimbangan Aspek Lingkungan	102
BAB XI	118
ORGANISASI PERUSAHAAN.....	118

11.1 Bentuk Organisasi	118
11.2 Struktur Organisasi.....	118
11.3 Tugas dan Wewenang	122
11.3.1 Pemegang Saham.....	122
11.3.2 Dewan Komisaris.....	122
11.3.3 Direktur Utama	122
11.3.4 Kepala Bagian.....	123
11.3.5 Kepala Seksi	124
11.3.6 Jam Kerja Karyawan.....	124
11.3.7 Karyawan <i>non shift</i>	125
11.3.8 Karyawan <i>shift</i>	125
11.3.9 Jadwal <i>shift</i> kerja karyawan.....	126
11.4 Status, Sistem penggajian dan Penggolongan Pekerja	127
11.4.1 Jumlah Pekerja.....	127
11.4.2 Penggolongan Jabatan	129
11.4.3 Sistem Gaji Pegawai	129
11.5 Catatan.....	131
11.6 Kesejahteraan Karyawan	132
11.6.1 Tunjangan	132
11.6.2 Cuti.....	132
11.6.3 Pakaian Kerja.....	132
11.6.4 Pengobatan.....	132
11.6.5 Badan Penyelenggaraan Jaminan Sosial Tenaga Kerja	133
BAB XII.....	134
EVALUASI EKONOMI.....	134
12.1 Dasar Perhitungan	135
12.2 Perhitungan Biaya	136
12.3 Analisa Kelayakan.....	143
BAB XIII.....	146
PENUTUP.....	146
13.1 Kesimpulan.....	146
DAFTAR PUSTAKA	136
LAMPIRAN.....	137
SPESIFIKASI ALAT REAKTOR.....	137

LAMPIRAN.....	176
SPEKIFIKASI ALAT.....	176
MENARA DISTILASI (MD - 01).....	176



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Grafik Kebutuhan Impor Asam Akrilat di Indonesia.....	3
Gambar 1.2	Lokasi Pembangunan Pabrik (<i>Google Earth</i>).....	7
Gambar 5.1	Diagram Arus Neraca Massa Total.....	30
Gambar 5.2	Diagram Arus Neraca Massa R-01	31
Gambar 5.3	Diagram Arus Neraca Massa ABS-01	32
Gambar 5.4	Diagram Arus Neraca Massa MD-01	33
Gambar 6.1	Diagram Blok Neraca Panas Proses	34
Gambar 6.2	Neraca Panas Furnace (F-101).....	35
Gambar 6.3	Diagram Blok Neraca Panas Reaktor (R-01).....	36
Gambar 6.4	Diagram Blok Neraca Panas <i>Cooler</i> (CL-01).....	39
Gambar 6.5	Diagram Blok Neraca Panas Absorber (ABS-01)	40
Gambar 6.6	Diagram Blok Neraca Panas Menara Distilasi (MD-01).....	41
Gambar 6.7	Diagram Blok Neraca Panas <i>Cooler</i> (CL-02).....	42
Gambar 8.1	Pengolahan Air Proses & Sanitasi	75
Gambar 8.2	Proses pengolahan air limbah	96
Gambar 9.1	Tata Letak Pabrik.....	100
Gambar 9.2	Tata Letak Proses.....	101
Gambar 11.1	Struktur Organisasi	110
Gambar 12.1	Grafik Hubungan antara Indeks dan Tahun.....	125
Gambar 12.2	Hubungan Kapasitas Produksi dan Biaya.....	134

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Data Impor Asam Akrilat di Indonesia	3
Tabel 1.2	Kapasitas produksi pabrik asam akrilat di Asia	4
Tabel 1.3	Perbandingan proses pembuatan Asam akrilat.....	14
Tabel 1.4	Data Panas Pembentukan (ΔH°_{f298}) dan Energi Gibbs (ΔG°_{f298})	16
Tabel 1.5	Kondisi Operasi Pada Stage	18
Tabel 1.6	Data Kinetika Reaksi.....	18
Tabel 5.1	Neraca Massa Total.....	30
Tabel 5.2	Neraca massa R-01	31
Tabel 5.3	Neraca massa ABS-01	32
Tabel 5.4	Neraca massa MD-01	33
Tabel 6.1	Neraca Panas Total.....	34
Tabel 6.2	Neraca Panas pada Furnace.....	35
Tabel 6.3	Neraca Panas Reaktor (R-01).....	38
Tabel 6.4	Neraca Panas Cooler (CL-01)	39
Tabel 6.5	Neraca Panas Absorber (ABS-01).....	40
Tabel 6.6	Neraca Panas Menara Distilasi.....	41
Tabel 6.7	Neraca Panas Cooler (CL-02)	42
Tabel 8.1	Kebutuhan Air Pendingin.....	56
Tabel 8.2	Standar Baku Mutu Air Sanitasi.....	56
Tabel 8.3	Kebutuhan Air Sanitasi	59
Tabel 8.4	Kebutuhan Air Total.....	61
Tabel 8.5	Kebutuhan Listrik Pada Alat Proses.....	77
Tabel 8.6	Kebutuhan Listrik Pada Alat Utilitas	77
Tabel 8.7	Kebutuhan Listrik Pada Alat Pengolahan Limbah.....	78
Tabel 8.8	Standar Baku Mutu Air Limbah Untuk Kawasan Industri Umum.....	86
Tabel 11.1	Jadwal shift kerja.....	115
Tabel 11.2	Jumlah Pekerja	116
Tabel 11.3	Jumlah Penggolongan Jabatan	118
Tabel 11.4	Rincian Gaji Karyawan	119
Tabel 12.1	Data Plant Cost Index.....	124
Tabel 12.2	Rincian Harga Alat.....	128
Tabel 12.3	Fixed Capital Investment	129
Tabel 12.4	Harga Bahan Baku	130
Tabel 12.5	Manufacturing Cost.....	130

Tabel 12.6 Working Capital Investment	131
Tabel 12.7 General Expense.....	132
Tabel 13.1 Analisia Kelayakan Ekonomi.....	133

