

**DESAIN PROYEK PABRIK ASAM AKRILAT DARI PROPILENA DENGAN  
PROSES OKSIDASI KAPASITAS 80.000 TON/TAHUN**



**SKRIPSI**

**Dibuat Untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan Mata Kuliah Skripsi dan Seminar  
Skripsi pada Jurusan S-Tr Teknologi Rekayasa Kimia Industri, Sekolah Vokasi,  
Universitas Diponegoro**

**Disusun Oleh:**

**PUTRI SOLIHAH AFYANTO**

**NIM. 40040118650065**

**PRODI S-Tr TEKNOLOGI REKAYASA KIMIA INDUSTRI  
DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI  
SEKOLAH VOKASI  
UNIVERSITAS DIPONEGORO  
SEMARANG  
2024**

## HALAMAN PERNYATAAN INTERGITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Putri Solihah Afiyanto

NIM : 40040118650065

Judul Tugas Akhir (Skripsi) : Desain Proyek Pabrik Asam Akrilat dari Propilena dengan Proses Oksidasi Kapasitas 80.000 Ton/Tahun

Fakultas/Jurusan : Sekolah Vokasi / S.Tr. Teknologi Rekayasa Kimia Industri

Menyatakan bahwa Skripsi ini merupakan hasil karya saya Putri Solihah Afiyanto dan partner saya atas nama Ghiffara Amanda Florie didampingi Pembimbing dan bukan hasil jiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Diponegoro sesuai aturan yang berlaku. Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Semarang, 7 Oktober 2024



**Putri Solihah Afiyanto**

NIM 40040118650065

**HALAMAN PENGESAHAN**

**DESAIN PROYEK PABRIK ASAM AKRILAT DARI PROPILENA DENGAN PROSES  
OKSIDASI KAPASITAS 80.000 TON/TAHUN**

**SKRIPSI**

**Diajukan untuk melengkapi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Terapan  
Teknik**


**Disusun Oleh:**

**PUTRI SOLIHAH AFYANTO**

**NIM. 40040118650065**

Disetujui dan Disahkan Sebagai Laporan Tugas Akhir (Skripsi)

Semarang, 7 Oktober 2024  
Dosen Pembimbing,

  
**Rizka Amalia, S.T., M.T.**  
NIP. H.7.199203122018072001

**HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI**

Naskah laporan magang oleh mahasiswa :

Judul Laporan Skripsi : Desain Proyek Pabrik Asam Akrilat dari Propilena dengan Proses Oksidasi  
Kapasitas 80.000 Ton/Tahun

**Identitas Penulis**

Nama Lengkap : Putri Solihah Afiyanto

NIM : 40040118650065

Fakultas/Jurusan : Sekolah Vokasi/S.Tr Teknologi Rekayasa Kimia Industri

Laporan ini telah diterima dan disetujui pada :


Hari : Selasa


Tanggal : 24 Desember 2024

Mengetahui,  
Tim Penguji

Penguji I,

Penguji II,

  
Dr. Heny Kusumawanti, S.T., M.T.  
NIP. 197210291995122001

  
Hermawan Dwi Arivanto, S.T., M.Sc., Ph.D.  
NIP. H.7.199005152021021001

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala nikmat dan karunia-Nya sehingga Skripsi Prarancangan Pabrik Kimia dengan judul “Desain Proyek Pabrik Asam Akrilat dari Propilena dengan Proses Oksidasi Kapasitas 80.000 Ton/Tahun” ini dapat terselesaikan.

Skripsi prarancangan pabrik kimia ini disusun untuk memenuhi tugas akhir Program Sarjana Terapan Program Studi Teknologi Rekayasa Kimia Industri Universitas Diponegoro sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan Pendidikan sarjana serta sebagai media pembelajaran agar mampu menerapkan teori dan mengembangkan daya penalaran bidang ilmu Teknik Kimia kedalam bentuk prarancangan pabrik sesuai dengan lingkup kerjanya.

Ucapan terimakasih kami berikan kepada beberapa pihak yang telah membntu dalam penulisan Skripsi Prarancangan Pabrik Kimia ini, antara lain:

1. Rizka Amalia, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah membimbing kami dalam proses penyusunan skripsi ini.
2. Kedua orang tua, yang telah memberikan dukungan, doa, serta motivasi dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Teman-teman, yang telah memberikan dukungan dan semangat dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Serta, banyak pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Skripsi desain proyek pabrik kimia ini disadari masih jauh dari kata sempurna, oleh karenanya diharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun. Skripsi ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan pihak-pihak yang berkepentingan.

Semarang, 7 Oktober 2024

Penulis

## RINGKASAN

Pabrik asam akrilat dengan kapasitas produksi 80.000 ton per tahun dirancang untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri yang terus meningkat. Permintaan nasional terhadap asam akrilat diperkirakan mencapai 20 juta ton per tahun. Pabrik ini direncanakan dibangun di kawasan industri Cilegon, Banten, dengan bahan baku propilena yang akan dipasok oleh PT. Chandra Asri Petrochemical.

Produksi asam akrilat menggunakan proses oksidasi propilena dengan oksigen dalam udara melalui dua tahap reaksi. Tahap pertama adalah oksidasi propilena menjadi akrolein, diikuti dengan oksidasi akrolein menjadi asam akrilat. Reaksi berlangsung di reaktor multitubular fixed bed dalam fase gas. Pada reaktor pertama (R-01), reaksi berlangsung pada suhu 322,34°C dan tekanan 1,76 atm, sementara di reaktor kedua (R-102), suhu dan tekanan adalah 288,98°C dan 1,58 atm. Reaksi ini bersifat sangat eksotermis. Konversi propilena mencapai 90% dengan selektivitas akrolein sebesar 90%, sedangkan konversi akrolein mencapai 95% dengan selektivitas asam akrilat sebesar 83%.

Unit pendukung proses sebagian akan memanfaatkan fasilitas di kawasan industri Cilegon, seperti unit pengolahan limbah dan pengadaan listrik. Namun, unit penyediaan air, steam, dan udara tekan akan dikelola mandiri oleh pabrik. Sumber air untuk kebutuhan boiler feed water dan cooling **water** diambil dari Sungai Cidanau di Cilegon, sementara air tanah digunakan untuk sanitasi. Limbah cair dan limbah gas yang dihasilkan dari proses produksi akan dikelola sebelum dialirkan ke unit pengolahan limbah.

Pabrik ini berbentuk badan usaha perseroan terbatas terbuka (PT Tbk) dengan sistem organisasi line and staff. Jumlah karyawan yang dibutuhkan sebanyak 253 orang, dengan pengoperasian pabrik selama 330 hari per tahun dalam sistem kerja 24 jam penuh.

Berdasarkan analisis ekonomi, pabrik ini menghasilkan Profit On Sales (POS) sebesar 26,82% dan Return On Investment (ROI) sebesar 53,07%. Internal Rate of Return (IRR) mencapai 31,10%, sedangkan waktu pengembalian investasi (Pay Out Time, POT) diperkirakan selama 1 tahun 9 bulan. Nilai Break Even Point (BEP) dan Shutdown Point (SDP) masing-masing adalah 21,22% dan 7,86%. Dari hasil ini, disimpulkan bahwa pabrik layak didirikan dan memberikan prospek keuntungan yang menarik bagi investor.

## DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN INTERGITAS .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
KATA PENGANTAR.....	v
RINGKASAN .....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
<b>BAB I .....</b>	<b>1</b>
<b>PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1    Latar Belakang.....	1
1.2    Penentuan Kapasitas Pabrik.....	2
1.2.1    Proyeksi Peluang Kapasitas .....	2
1.2.2    Ketersediaan Bahan Baku .....	6
1.2.3    Kapasitas Pabrik yang Sudah Beroperasi.....	8
1.2.4    Penentuan Kapasitas Produksi .....	9
1.3    Pemilihan Lokasi Pabrik.....	9
1.3.1    Bahan Baku .....	11
1.3.2    Pemasaran.....	12
1.3.3    Utilitas .....	15
1.3.4    Transportasi.....	15
1.3.5    Peraturan Daerah .....	15
1.3.6    Tenaga Kerja .....	16
1.3.7    Sistem Pengupahan dan UMK .....	17
1.3.8    Geografis .....	17
1.4    Tinjauan Proses.....	18
1.4.1 <i>Acrylonitrile Route</i> .....	18
1.4.2 <i>Acetylene-Based Routes</i> .....	18
1.4.3 <i>Propylene Oxidation Route</i> .....	19
1.4.4    Perbandingan Proses .....	19
<b>BAB II.....</b>	<b>21</b>
<b>DESKRIPSI PROSES .....</b>	<b>21</b>
2.1    Spesifikasi Bahan Baku dan Produk.....	21
2.1.1    Spesifikasi Bahan Baku.....	21
2.1.2    Spesifikasi Bahan Pembantu .....	22
2.1.3    Spesifikasi Produk.....	23

2.2	Konsep Proses.....	24
2.2.1	Dasar dan Fase Reaksi.....	24
2.2.2	Mekanisme Reaksi .....	25
2.2.3	Tinjauan Termodinamika dan Kinetika.....	26
2.2.4	Kondisi Operasi.....	30
2.3	Langkah Proses.....	30
2.4	Diagram Blok .....	33
2.5	Neraca Massa dan Neraca Panas .....	33
2.6	Tata Letak Pabrik dan Pemetaan .....	41
2.6.1	Tata Letak Pabrik .....	41
2.6.2	Tata Letak Peralatan Proses .....	45
BAB III.....		47
SPESIFIKASI ALAT.....		47
3.1	Unit Penyimpanan .....	47
3.1.1	Tangki Bulanan (T-02) .....	47
3.1.2	Tangki Harian (T-01).....	49
3.2	Unit Transportasi.....	51
3.2.1	<i>Compressor</i> (C-01).....	51
3.2.2	<i>Expander</i> (EX-01).....	51
3.2.3	Pompa (P-02) .....	52
3.2.4	<i>Blower</i> (BW-01).....	53
3.3	Unit Penukar Panas .....	53
3.3.1	<i>Heat Exchanger</i> (HE-01) .....	53
3.3.2	Furnace (F-01) .....	55
3.4	Unit Reaksi.....	56
3.4.1	Reaktor (R-01) .....	56
3.5	Unit Pemisah .....	57
3.5.1	Absorber (ABS-01) .....	57
3.5.2	Destilasi (D-01) .....	59
BAB IV .....		61
UNIT PENDUKUNG PROSES.....		61
4.1	Unit Pengadaan dan Pengolahan Air .....	62
4.1.1	Unit Pengolahan Air.....	64
4.2	Unit Penyediaan Listrik.....	73
4.3	Unit Penyediaan <i>Thermal Fluid</i> .....	78
4.4	Unit Penyediaan Uap Air ( <i>Steam</i> ) .....	78
4.5	Unit Penyediaan Bahan Bakar .....	80



4.6	Unit Penyediaan Udara Tekan .....	81
4.7	Unit Pengolahan Limbah .....	82
4.7.1	Unit Pengolahan Limbah Cair .....	82
4.7.2	Unit Pengolahan Limbah Gas .....	83
4.7.3	Unit Pengolahan Limbah Padat .....	83
4.7.4	Unit Pengolahan Limbah B3.....	83
4.8	Unit Pemeliharaan ( <i>Maintenance</i> ).....	85
4.9	Unit Laboratorium .....	86
4.9.1	Laboratorium Fisik.....	88
4.9.2	Laboratorium Analitik .....	88
4.9.3	Laboratorium Penelitian dan Pengembangan .....	88
4.9.4	Metode Analisa .....	89
BAB V.....		90
MANAJEMEN PERUSAHAAN .....		90
5.1	Bentuk Perusahaan .....	90
5.2	Struktur Organisasi.....	97
5.3	Tugas dan Wewenang .....	101
5.4	Pembagian Jam Kerja.....	109
5.5	Status Karyawan dan Sistem Upah .....	111
5.6	Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji .....	115
5.6.1	Penggolongan Jabatan.....	115
5.6.2	Jumlah Karyawan dan Gaji .....	117
5.7	Kesejahteraan Sosial Karyawan .....	120
5.7.1	Fasilitas Kesehatan.....	120
5.7.2	Fasilitas Pendidikan .....	120
5.7.3	Fasilitas Koperasi.....	121
5.7.4	Fasilitas Asuransi .....	121
5.7.5	Tunjangan .....	121
5.7.6	Fasilitas Transportasi .....	121
5.7.7	Fasilitas Kantin .....	121
5.7.8	Fasilitas Beribadah.....	121
5.7.9	Peralatan <i>Safety</i> .....	121
5.7.10	Fasilitas Cuti .....	122
5.7.11	Fasilitas Tunjangan Lain.....	122
5.8	Kesehatan dan Keselamatan Kerja.....	122
5.9	<i>Corporate Social Responsibility (CSR)</i> .....	125
BAB VI .....		129

TROUBLESHOOTING .....	129
BAB VII .....	190
ANALISA EKONOMI .....	190
7.1    Penaksiran Harga Peralatan .....	192
7.2    Dasar Perhitungan.....	196
7.3    Perhitungan Biaya.....	196
7.3.1 <i>Capital Investment</i> .....	196
7.3.2 <i>Production Cost</i> .....	204
7.4    Analisa Kelayakan .....	212
7.5    Hasil Perhitungan .....	216
BAB VIII.....	218
KESIMPULAN .....	218
DAFTAR PUSTAKA .....	219
LAMPIRAN A .....	220
LAMPIRAN B .....	243
LAMPIRAN C .....	302
LAMPIRAN D .....	328

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Data Ekspor Asam Akrilat Di Indonesia.....	2
Tabel 1. 2 Data Impor Asam Akrilat Di Indonesia .....	3
Tabel 1. 3 Data Produksi Asam Akrilat Di Indonesia.....	4
Tabel 1. 4 Data Konsumsi Asam Akrilat Di Indonesia.....	5
Tabel 1. 5 Produsen Propilen Di Indonesia.....	6
Tabel 1. 6 Kapasitas Produksi Pabrik Asam Akrilat Global .....	8
Tabel 1. 7 Matriks Penentuan Lokasi.....	10
Tabel 1. 8 Produsen Propilen Di Indonesia.....	12
Tabel 1. 9 Perbandingan Proses Pembuatan Asam Akrilat.....	19
Tabel 2. 1 Komposisi Udara.....	22
Tabel 2. 2 Data Entalpi Senyawa (Yaws, 1999) .....	26
Tabel 2. 3 Data Energi Gibbs Senyawa Saat Suhu 298k (Yaws, 1999).....	27
Tabel 2. 4 Nilai A Dan Ea Reaksi .....	30
Tabel 2. 5 Neraca Massa Di Sekitar Three Way Valve (V-01).....	33
Tabel 2. 6 Neraca Massa Di Sekitar Three Way Valve (V-02).....	34
Tabel 2. 7 Neraca Massa Di Sekitar Fixed Bed Multitube (R-01).....	34
Tabel 2. 8 Neraca Massa Di Sekitar Fixed Bed Multitube (R-02).....	35
Tabel 2. 9 Neraca Massa Di Sekitar Absorber (Ab-01) .....	35
Tabel 2. 10 Neraca Massa Di Sekitar Kolom Destilasi (D-01).....	36
Tabel 2. 11 Neraca Massa Total.....	36
Tabel 2. 12 Neraca Energi Di Sekitar Kompresor .....	37
Tabel 2. 13 Neraca Energi Di Sekitar Ekspander (Ex-01) .....	37
Tabel 2. 14 Neraca Energi Di Sekitar Furnace (F-01) .....	37
Tabel 2. 15 Neraca Energi Di Sekitar Three Way Valve (V-01).....	37
Tabel 2. 16 Neraca Energi Di Sekitar Three Way Valve (V-02).....	38
Tabel 2. 17 Neraca Energi Di Sekitar Reaktor (R-01) .....	38
Tabel 2. 18 Neraca Energi Di Sekitar Blower (Bw-01) .....	38
Tabel 2. 19 Neraca Energi Di Sekitar Heat Exchanger (He-01) .....	38
Tabel 2. 20 Neraca Energi Di Sekitar Reaktor (R-02) .....	38
Tabel 2. 21 Neraca Energi Di Sekitar Heat Exchanger (He-02) .....	39
Tabel 2. 22 Neraca Energi Di Sekitar Cooler (Co-01).....	39
Tabel 2. 23 Neraca Energi Di Sekitar Absorber (Ab-01).....	39

Tabel 2. 24 Neraca Energi Di Sekitar Kolom Destilasi (D-01) .....	39
Tabel 2. 25 Neraca Energi Di Sekitar Cooler (Co-02).....	40
Tabel 2. 26 Neraca Energi Di Sekitar Cooler (Co-03).....	40
Tabel 2. 27 Neraca Energi Overall.....	40
Tabel 2. 28 Rincian Luas Bangunan Pabrik .....	44
Tabel 3. 1 Ringkasan Desain Tangki Penyimpanan Produk Asam Akrilat .....	47
Tabel 3. 2 Ringkasan Desain Tangki Penyimpanan Produk Asam Akrilat .....	49
Tabel 3. 3 Ringkasan Desain Compressor (C-01).....	51
Tabel 3. 4 Ringkasan Desain Expander (Ex-01) .....	51
Tabel 3. 5 Ringkasan Desain Pompa P-02 .....	52
Tabel 3. 6 Ringkasan Desain Blower (Bw-01) .....	53
Tabel 3. 7 Ringkasan Desain Heat Exchanger He-01 .....	54
Tabel 3. 8 Ringkasan Furnace (F-01).....	55
Tabel 3. 9 Ringkasan Reaktor Oksidasi Propilen (R-01).....	56
Tabel 3. 10 Ringkasan Desain Kolom Absorpsi Abs-01 .....	58
Tabel 3. 11 Ringkasan Desain Kolom Destilasi (D-01).....	59
Tabel 4. 1 Kebutuhan Steam Pada Proses .....	69
Tabel 4. 2 Kebutuhan Air Pendingin Pada Proses .....	71
Tabel 4. 3 Kebutuhan Untuk Peralatan Proses .....	73
Tabel 4. 4 Kebutuhan Untuk Peralatan Utilitas.....	74
Tabel 4. 5 Kebutuhan Listrik Untuk Penerangan Pabrik .....	75
Tabel 4. 6 Kebutuhan Steam Pada Proses .....	79
Tabel 4. 7 Baku Mutu Air Limbah B3 .....	84
Tabel 4. 8 Parameter Uji Program Laboratorium.....	87
Tabel 5. 1 Pembagian Shift Karyawan.....	110
Tabel 5. 2 Jadwal Kerja Untuk Setiap Regu .....	110
Tabel 5. 3 Rincian Jumlah Karyawan Proses Metode Villbrant .....	113
Tabel 5. 4 Jabatan dan Pendidikan .....	115
Tabel 5. 5 Jumlah Alat .....	116
Tabel 5. 6 Rincian Jumlah Karyawan Utilitas.....	117
Tabel 5. 7 Rincian Jumlah Karyawan dan Gaji.....	118

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Grafik Ekspor Asam Akrilat di Indonesia .....	2
Gambar 1. 2 Grafik Impor Asam Akrilat di Indonesia .....	3
Gambar 1. 3 Grafik Produksi Asam Akrilat di Indonesia .....	4
Gambar 1. 4 Grafik Konsumsi Asam Akrilat di Indonesia .....	5
Gambar 1. 5 Ketersediaan Lahan di dekat PT. Chandra Asri Petrochemical .....	17
Gambar 1. 6 Ketersediaan Lahan di dekat PT. Pertamina (Persero) RU VI Balongan.....	18
Gambar 2. 1 Diagram Blok Pembuatan Asam Akrilat.....	33
Gambar 2. 2 Tata Letak Ruang Pabrik .....	45
Gambar 2. 3 Tata Letak Peralatan Proses .....	46
Gambar 3. 1 Desain tangki penyimpanan produk asam akrilat.....	47
Gambar 3. 2 Desain tangki penyimpanan produk asam akrilat.....	49
Gambar 3. 3 Desain Compressor (C-01) .....	51
Gambar 3. 4 Desain Expander (EX-01) .....	51
Gambar 3. 5 Desain pompa P-02 .....	52
Gambar 3. 6 Desain Blower (BW-01).....	53
Gambar 3. 7 Desain heat exchanger HE-01 .....	53
Gambar 3. 9 Desain reaktor oksidasi propilen (R-01) .....	56
Gambar 3. 10 Desain kolom absorpsi ABS-01 .....	57
Gambar 3. 11 Desain Kolom Destilasi (D-01).....	59
Gambar 4. 1 Skema sederhana clarifier .....	64
Gambar 4. 2 Diagram alir pengolahan air sanitasi .....	68
Gambar 5. 1 Struktur Organisasi Perusahaan.....	101
Gambar 5.2. Process Labour Requirements (Villbrandt, 1959).....	114
Gambar 7. 1 Grafik Chemical Engineering Plant Cost Index .....	193
Gambar 7. 2 Grafik Analisa Kelayakan Ekonomi.....	216