

**DESAIN PROYEK PABRIK ASAM AKRILAT DENGAN PROSES  
OKSIDASI *PROPYLENE* KAPASITAS 40.000 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:**

**YUSRIL AZHAR FAKHRUDDIN**

**NIM. 40040118650077**

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

**2022**

**DESAIN PROYEK PABRIK ASAM AKRILAT DENGAN PROSES  
OKSIDASI *PROPYLENE* KAPASITAS 40.000 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:**

**YUSRIL AZHAR FAKHRUDDIN**

**NIM. 40040118650077**

**PRODI S-Tr TEKNOLOGI REKAYASA KIMIA INDUSTRI  
DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI  
SEKOLAH VOKASI  
UNIVERSITAS DIPONEGORO  
SEMARANG  
2022**

## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Yusril Azhar Fakhruddin  
NIM : 40040118650077  
Judul Tugas Akhir (Skripsi) : Desain Proyek Pabrik Asam Akrilat dengan Proses Oksidasi *Propylene* Kapasitas 40.000 Ton/Tahun  
Fakultas/Jurusan : Sekolah Vokasi / STr. Teknologi Rekayasa Kimia Industri

Menyatakan bahwa Skripsi ini merupakan hasil karya saya Muhammad Ulil Absor dan partner saya atas nama Yusril Azhar Fakhruddin 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, Oktober 2021

**Yusril Azhar Fakhruddin**  
NIM 40040118650077

## **HALAMAN PENGESAHAN**

**DESAIN PROYEK PABRIK ASAM AKRILAT DENGAN PROSES OKSIDASI  
*PROPYLENE* KAPASITAS 40.000 TON/TAHUN**

**SKRIPSI**

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

**Disusun Oleh**

**YUSRIL AZHAR FAKHRUDDIN**

**NIM. 40040118650077**

Disetujui dan Disahkan Sebagai Laporan Tugas Akhir (Skripsi)

Semarang, Oktober 2022  
Dosen pembimbing,

**Ir.R.T.D. Wisnu Broto, M.T.**  
NIP. 195909251987031002

## 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 dengan Proses Oksidasi *Propylene* Kapasitas 40.000 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. Prof Dr. Ir. Budiyono. M.Si selaku Dekan Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
2. Mohammad Endy Yulianto, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kimia Industri.
3. Rizka Amalia, ST, MT. selaku Dosen Wali Kelas B Angkatan 2018
4. Ir.R.T.D. Wisnu Broto, M.T. selaku dosen pembimbing yang telah membimbing kami dalam proses penyusunan skripsi ini.
5. Kedua orang tua, yang telah memberikan dukungan, doa, serta motivasi dalam menyelesaikan skripsi ini.
6. Muhammad Ulil Absor selaku partner dalam penyusunan skripsi ini
7. Anggrek Sinar Puspita yang selalu ada dan memberikan dukungan serta semangat dalam suka dan duka.
8. Teman-teman, yang telah memberikan dukungan dan semangat dalam menyelesaikan skripsi ini.
9. 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, 26 Oktober 2022

Penulis

## RINGKASAN

Rancangan pabrik asam akrilat dengan proses oksidasi propilen kapasitas 40.000 ton per tahun dia Tunjukkan untuk memenuhi kebutuhan asam akrilat dalam negeri karena semakin meningkatnya kebutuhan akan asam akrilat diperkirakan total kebutuhan asam akrilat mencapai 223.500 ton per tahun dalam skala nasional 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 propilena oleh oksigen dalam udara dilakukan melalui dua tahap oksidasi yaitu oksidasi propilena menjadi produk antara akrolein dan oksidasi akrolein menjadi produk utama asam akrilat. Reaksi berlangsung dalam reaktor jenis multitubular fixed bed. Reaksi berlangsung dalam fase gas dengan suhu dan tekanan 322,34°C per 1,76 atm pada reaktor pertama R-01 kemudian berlanjut pada reaktor kedua R-102 pada suhu dan tekanan 288,98 °C per 1,58 atm serta bersifat sangat eksotermis. Konversi propilena sebesar 91,1% dengan selektivitas akrolein sebesar 87,40% dan konversi akrolein sebesar 92,8% dengan selektivitas asam akrilat sebesar 89,1%.

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 cidanau di 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 253 orang dengan pengoperasian selama 330 hari kerja dan full time 24 jam. Dari hasil analisa ekonomi diperoleh pos (*Profit On Sales*) sebesar 10% dan ROI (*Return On Investment*) sebesar 18,69% . Jika dilihat dari IRR (*Internal Rate of Return*) yang diperoleh sebesar 31,8%, POT (*Pay Out Time*) untuk pendirian pabrik ini selama 3 tahun 8 bulan dengan nilai BEP (*Break Even Point*) dan SDP (*Shutdown Point*) berturut-turut sebesar 18,9% dan 8% disimpulkan pabrik layak untuk didirikan dan menguntungkan bagi investor untuk menanam sahamnya dalam pendirian pabrik ini.

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
RINGKASAN.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Kapasitas Pabrik.....	2
1.2.1 Proyeksi Kebutuhan Pasar.....	2
1.2.2 Ketersediaan Bahan Baku.....	5
1.2.3 Kapasitas Pabrik yang Sudah Beroperasi.....	5
1.2.4 Penetapan Kapasitas Produksi.....	7
1.3 Penentuan Lokasi Pabrik.....	8
1.4 Tinjauan Proses.....	13
BAB II DESKRIPSI PROSES.....	16
2.1 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk.....	16
2.1.1 Spesifikasi Bahan Baku.....	16
2.1.2 Spesifikasi Bahan Penunjang.....	16
2.1.3 Spesifikasi Produk.....	17
2.1.4 Sifat Fisika dan Kimia Bahan Baku.....	17
2.1.5 Sifat Fisika dan Kimia Produk.....	19
2.2 Konsep Proses.....	20
2.2.1 Dasar dan Fase Reaksi.....	20
2.2.2 Penggunaan Katalis.....	21
2.2.3 Mekanisme Reaksi.....	21
2.2.3 Tinjauan Termodinamika dan Kinetika.....	22
2.2.4 Kondisi Operasi.....	30
2.3 Langkah Proses.....	30

2.3.1 Diagram Alir.....	30
2.3.2 Langkah Proses.....	30
2.4 Diagram Blok.....	32
2.5 Neraca Massa dan Panas .....	33
2.5.1 Rangkuman Neraca Massa .....	33
2.5.2 Rangkuman Neraca Panas .....	36
2.6 Tata Letak Pabrik dan Pemetaan.....	41
2.6.1 Tata Letak Pabrik .....	41
2.6.2 Tata Letak Peralatan proses.....	44
2.7 Diagram Alir Proses Produksi Asam Akrilat .....	46
BAB III SPESIFIKASI ALAT.....	47
3.1 Unit Penyimpanan.....	47
3.2 Unit Transportasi.....	51
3.3 Unit Penukar Panas .....	53
3.4 Unit Reaksi.....	55
3.5 Unit Pemisah .....	57
BAB IV UNIT PENDUKUNG PROSES .....	60
4.1 Unit Pengadaan dan Pengolahan Air.....	60
4.1.1 Unit Pengolahan Air .....	62
4.1.2 Unit Penyediaan Air .....	67
4.2 Unit Penyediaan Listrik.....	71
4.2 Unit Penyediaan <i>Thermal Fluid</i> .....	76
4.3 Unit Penyediaan Uap Air ( <i>Steam</i> ).....	76
4.4.1 Kapasitas <i>Boiler</i> .....	77
4.4.2 Kebutuhan Bahan Bakar <i>Boiler</i> .....	78
4.5 Unit Penyediaan Bahan Bakar.....	79
4.5 Unit Penyediaan Udara Tekan .....	79
4.6 Unit Pengolahan Limbah.....	81
4.7.1 Unit Pengolahan Limbah Cair .....	81
4.7.2 Unit Pengolahan Limbah Gas .....	81
4.7.3 Unit Pengolahan Limbah Padat .....	81
4.7.4 Unit Pengolahan Limbah B3.....	81
4.7 Unit Pemeliharaan ( <i>Maintenance</i> ) .....	83



BAB V MANAJEMEN PERUSAHAAN.....	87
5.1 Bentuk Perusahaan .....	87
5.2 Struktur Organisasi.....	90
5.3 Tugas dan Wewenang .....	91
5.4 Pembagian Jam Kerja.....	98
5.5 Status Karyawan dan Sistem Upah .....	100
5.6 Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji .....	100
5.7 Kesejahteraan Sosial Karyawan .....	105
5.8 Kesehatan dan Keselamatan Kerja.....	107
5.9 <i>Corporate Social Responsibility (CSR)</i> .....	107
BAB VI TROUBLESHOOTING.....	110
6.1 <i>Troubleshooting</i> pada Unit Penyimpanan .....	110
6.2 <i>Troubleshooting</i> pada Unit Transportasi.....	112
6.3 <i>Troubleshooting</i> pada Unit Penukar Panas .....	115
6.4 <i>Troubleshooting</i> pada Unit Reaksi.....	117
6.5 <i>Troubleshooting</i> pada Unit Pemisah .....	121
BAB VII ANALISA EKONOMI.....	127
7.1 Perkiraan Harga Peralatan .....	127
7.2 Dasar Perhitungan .....	130
7.3 Perhitungan Biaya .....	130
7.4 Analisa Kelayakan.....	137
7.5 Hasil Perhitungan .....	139
DAFTAR PUSTAKA .....	146
LAMPIRAN A .....	A-1
LAMPIRAN B .....	B-1
LAMPIRAN C .....	C-1
LAMPIRAN D .....	D-1

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1.1</b> Data ekspor – impor asam akrilat di Indonesia tahun 2011 – 2019 .....	3
<b>Tabel 1.2</b> Proyeksi jumlah ekspor dan impor asam akrilat di Indonesia tahun 2020 – 2037 ...	4
<b>Tabel 1.3</b> Produsen propilen di Indonesia .....	5
<b>Tabel 1.4</b> Kapasitas produksi pabrik asam akrilat global .....	6
<b>Tabel 1.5</b> Perbandingan Lokasi untuk Pendirian Pabrik Asam Akrilat.....	9
<b>Tabel 1.6</b> Pemilihan Lokasi Pabrik Asam Akrilat .....	13
<b>Tabel 1.7</b> Perbandingan Proses Pembuatan Asam Akrilat .....	15
<b>Tabel 2.1</b> Sifat Fisika Udara .....	19
<b>Tabel 2.2</b> Data Entalpi Senyawa.....	23
<b>Tabel 2.3</b> Data Energi Gibbs Senyawa saat Suhu 298 K.....	26
<b>Tabel 2.4</b> Nilai $k_0$ dan $E_a$ tiap reaksi .....	30
<b>Tabel 2.5</b> Neraca Massa di Sekitar TWV (V-01) .....	33
<b>Tabel 2. 6</b> Neraca Massa di Sekitar TWV (V-02) .....	33
<b>Tabel 2.7</b> Neraca Massa di Sekitar <i>Fix Bed Multitube</i> (R-01) .....	34
<b>Tabel 2.8</b> Neraca Massa di Sekitar <i>Fix Bed Multitube</i> (R-02) .....	34
<b>Tabel 2.9</b> Neraca Massa di Sekitar <i>Absorber</i> (AB-01).....	35
<b>Tabel 2.10</b> Neraca Massa di Sekitar Kolom Destilasi (D-01) .....	35
<b>Tabel 2.11</b> Neraca Massa Total .....	36
<b>Tabel 2.12</b> Neraca Energi di Sekitar Kompresor.....	36
<b>Tabel 2.13</b> Neraca Energi di Sekitar <i>Ekspander</i> .....	36
<b>Tabel 2.14</b> Neraca Energi di Sekitar <i>Furnace</i> .....	37
<b>Tabel 2.15</b> Neraca Energi di Sekitar TWV (V-01).....	37
<b>Tabel 2.16</b> Neraca Energi di Sekitar TWV (V-02).....	37
<b>Tabel 2.17</b> Neraca Energi di Sekitar Reaktor (R-01) .....	38
<b>Tabel 2.18</b> Neraca Energi di Sekitar <i>Blower</i> (BW-01).....	38
<b>Tabel 2.19</b> Neraca Energi di Sekitar <i>Heat Exchanger</i> (HE-01) .....	38
<b>Tabel 2.20</b> Neraca Energi di Sekitar Reaktor (R-02) .....	38
<b>Tabel 2.21</b> Neraca Energi di Sekitar <i>Heat Exchanger</i> (HE-02) .....	39
<b>Tabel 2.22</b> Neraca Energi di Sekitar Cooler (CO-01) .....	39
<b>Tabel 2.23</b> Neraca Energi di Sekitar <i>Absorber</i> (AB-01) .....	39
<b>Tabel 2.24</b> Neraca Energi di Sekitar Kolom Destilasi (D-01).....	39
<b>Tabel 2.25</b> Neraca Energi di Sekitar <i>Cooler</i> (CO-02).....	40

<b>Tabel 2.26</b> Neraca Energi di Sekitar <i>Cooler</i> (CO-03) .....	40
<b>Tabel 2.27</b> Neraca Energi <i>Overall</i> .....	40
<b>Tabel 2.28</b> Rincian Luas Bangunan Pabrik .....	43
<b>Tabel 3.1</b> Ringkasan desain Tangki penyimpanan produk asam akrilat .....	47
<b>Tabel 3.2</b> Ringkasan desain Tangki penyimpanan produk asam akrilat .....	49
<b>Tabel 3.3</b> Ringkasan desain <i>compressor</i> (C-01).....	51
<b>Tabel 3.4</b> Ringkasan desain <i>Expander</i> (EX-01) .....	51
<b>Tabel 3.5</b> Ringkasan desain Pompa P-02 .....	52
<b>Tabel 3.6</b> Ringkasan desain <i>Blower</i> (BW-01) .....	53
<b>Tabel 3.7</b> Ringkasan desain <i>Heat exchanger</i> HE-01 .....	54
<b>Tabel 3.8</b> Ringkasan <i>Furnace</i> (F-01) .....	55
<b>Tabel 3.9</b> Ringkasan Reaktor oksidasi propilen (R-01) .....	56
<b>Tabel 3.10</b> Ringkasan desain Kolom Absorpsi ABS-01 .....	57
<b>Tabel 3.11</b> Ringkasan desain Kolom Destilasi (D-01).....	58
<b>Tabel 4.1</b> Kebutuhan <i>Steam</i> pada Proses .....	67
<b>Tabel 4.2</b> Kebutuhan Air Pendingin pada Proses .....	69
<b>Tabel 4.3</b> Kebutuhan untuk Peralatan Proses .....	71
<b>Tabel 4.4</b> Kebutuhan untuk Peralatan Utilitas .....	72
<b>Tabel 4.5</b> Kebutuhan Listrik untuk Penerangan Pabrik.....	73
<b>Tabel 4.6</b> Kebutuhan <i>steam</i> pada proses .....	77
<b>Tabel 4.7</b> Baku Mutu Air Limbah B3.....	82
<b>Tabel 4.8</b> Parameter Uji Program Laboratorium .....	85
<b>Tabel 5.1</b> Pembagian <i>Shift</i> Karyawan.....	99
<b>Tabel 5.2</b> Jadwal Kerja Untuk Setiap Regu.....	99
<b>Tabel 5.3</b> Jabatan dan Pendidikan .....	100
<b>Tabel 5.4</b> Rincian Jumlah Karyawan Proses Produksi .....	102
<b>Tabel 5.5</b> Rincian Jumlah Karyawan Utilitas .....	103
<b>Tabel 5.6</b> Rincian Jumlah Karyawan dan Gaji .....	103
<b>Tabel 6.1</b> Analisa HAZOP Tangki Penyimpanan .....	110
<b>Tabel 6.2</b> Analisa HAZOP Pompa .....	112
<b>Tabel 6.3</b> Analisa HAZOP pada Kompresor .....	114
<b>Tabel 6.4</b> Analisa HAZOP <i>Heat Exchanger</i> .....	115
<b>Tabel 6.5</b> Analisa HAZOP <i>Furnace</i> .....	117
<b>Tabel 6.6</b> Analisa HAZOP Reaktor.....	117

<b>Tabel 6.7</b> Analisa HAZOP pada Kolom Destilasi .....	121
<b>Tabel 6.8</b> Analisa HAZOP pada <i>Absorber</i> .....	124
<b>Tabel 7.1</b> Indeks CEPCI pada Tahun 2005-2021 .....	128
<b>Tabel 7.2</b> Perhitungan <i>Direct Plant Cost</i> (DPC) .....	139
<b>Tabel 7.3</b> Perhitungan <i>Indirect Plant Cost</i> (IPC) .....	139
<b>Tabel 7.4</b> Perhitungan <i>Fixed Capital Investment</i> (FCI) .....	140
<b>Tabel 7.5</b> Perhitungan <i>Total Capital Investment</i> (TCI).....	141
<b>Tabel 7.6</b> Perhitungan <i>Raw Material Expenses</i> .....	142
<b>Tabel 7.7</b> <i>Perhitungan Direct Manufacturing Cost</i> .....	142
<b>Tabel 7.8</b> Perhitungan <i>Indirect Manufacturing Cost</i> .....	142
<b>Tabel 7.9</b> Perhitungan <i>Product Expenses</i> .....	143
<b>Tabel 7.10</b> Perhitungan <i>General Expenses</i> .....	143
<b>Tabel 7.11</b> Perhitungan <i>Total Operating Expense</i> .....	143

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> Diagram Blok Pembuatan Asam Akrilat .....	32
<b>Gambar 2.2</b> Tata Letak Pabrik.....	44
<b>Gambar 2.3</b> Tata Letak peralatan proses .....	45
<b>Gambar 2.4</b> Diagram Alir Proses Produksi Asam Akrilat.....	46
<b>Gambar 3.1</b> Desain tangki penyimpanan produk asam akrilat .....	47
<b>Gambar 3.2</b> Desain tangki penyimpanan produk asam akrilat .....	49
<b>Gambar 3.3</b> Deseain <i>Compressor</i> (C-01) .....	51
<b>Gambar 3.4</b> Desain <i>Expander</i> (EX-01) .....	51
<b>Gambar 3.5</b> Desain pompa P-02.....	52
<b>Gambar 3.6</b> Desain <i>Blower</i> (BW-01) .....	53
<b>Gambar 3.7</b> Desain <i>Heat exchanger</i> HE-01 .....	53
<b>Gambar 3.8</b> Desain <i>Furnace</i> (F-01).....	54
<b>Gambar 3.9</b> Desain Reaktor oksidasi propilen (R-01).....	55
<b>Gambar 3.10</b> Desain Kolom absorpsi ABS-01 .....	57
<b>Gambar 3.11</b> Desain Kolom Destilasi (D-01) .....	58
<b>Gambar 4.1</b> Skema sederhana <i>clarifier</i> (Wiggins, 2019) .....	63
<b>Gambar 4.2</b> Diagram alir pengolahan air sanitasi .....	67
<b>Gambar 5.1</b> Struktur Organisasi Perusahaan .....	109
<b>Gambar 7.1</b> Indeks CEPCI pada Tahun 2005 - 2019 .....	129
<b>Gambar 7.2</b> Grafik Penentuan Titik BEP dan SDP .....	144