

**DESAIN PROYEK PABRIK ASETON DENGAN PROSES DEHIDROGENASI
2-PROPANOL KAPASITAS 10.000 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:

RACHEL OLIVIA PASARIBU

NIM. 40040118650057

PRODI S-Tr. TEKNOLOGI REKAYASA KIMIA INDUSTRI

DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI

SEKOLAH VOKASI

SEMARANG

2023

**DESAIN PROYEK PABRIK ASETON DENGAN PROSES DEHIDROGENASI
2-PROPANOL KAPASITAS 10.000 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:

RACHEL OLIVIA PASARIBU

NIM. 40040118650057

PRODI S-Tr. TEKNOLOGI REKAYASA KIMIA INDUSTRI

DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI

SEKOLAH VOKASI

SEMARANG

2023

HALAMAN PENGESAHAN

DESAIN PROYEK PABRIK ASETON DENGAN PROSES DEHIDROGENASI 2-PROPANOL KAPASITAS 10.000 TON/TAHUN

SKRIPSI

Diajukan untuk melengkapi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Terapan Teknik

Disusun Oleh

RACHEL OLIVIA PASARIBU

NIM. 40040118650057

Disetujui dan Disahkan Sebagai Laporan Tugas Akhir (Skripsi)

Semarang, September 2022

Dosen Pembimbing,

Heny Kusumayanti, S.T., M.T.
NIP. 197210291995122001

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rachel Olivia Pasaribu

NIM : 40040118650057

Judul Tugas Akhir : Desain Proyek Pabrik Aseton Dengan Proses Dehidrogenasi 2-Propanol
Kapasitas 10.000 Ton/Tahun

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

Menyatakan bahwa Skripsi ini merupakan hasil karya kami Rachel Olivia Pasaribu dan partner saya atas nama Endhah Setyorini, 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 paksaan dari siapapun.

Semarang, September 2022

Rachel Olivia Pasaribu

NIM. 40040118650057

KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun panjatkan kehadiran Tuhan Yesus Kristus atas berkat dan kasihnya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir (Skripsi) dengan Judul **“Desain Proyek Pabrik Aseton Dengan Proses Dehidrogenasi 2-Propanol Kapasitas 10.000 Ton/Tahun”** dengan baik. Laporan ini dibuat sebagai salah satu persyaratan kelulusan untuk mata kuliah Skripsi.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, maka dengan hati yang tulus penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Mohammad Endy Yulianto, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kimia Industri.
2. Bapak Ir. R. T. D. Wisnu Broto, M.T., selaku Dosen Wali Kelas Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kimia Industri yang senantiasa memberikan nasihat, masukan, serta arahan dalam perkuliahan.
3. Ibu Heny Kusumayanti, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Skripsi, terima kasih atas bimbingan, masukan, dan dorongan selama ini dalam proses persiapan hingga penyusunan laporan.
4. Seluruh dosen, tenaga pendidik, dan segenap staff Program Studi Teknologi Rekayasa Kimia Industri yang telah membantu selama berjalannya masa perkuliahan.
5. Kedua orang tua penyusun, papa (Ebenezer Pasaribu) dan mama (Winarni Siti Kustriani), serta abang (Immanuel Budiman Pasaribu) yang selalu memberikan doa, berkat, kasih sayang, dukungan secara moral dan material, dan selalu memberikan semangat sehingga penyusun dapat menyelesaikan Laporan Penelitian Terapan baik dalam penelitian hingga penyusunan laporan.
6. Kepada yang terkasih Deo Hermanto Sianturi. Teman - teman penyusun, Melani Maulidia, Yosi Meliany Tinambunan, Asmaa Mufiida Rachma, Mutiara Kurnia Dewi, Rhaenisya Rizky Noorwandari, dan Endhah Setyorini serta teman penyusun seangkatan CHELIOS yang selalu memberikan motivasi, semangat, dukungan, menemani dan membantu dalam penyusun berproses untuk menyelesaikan penelitian hingga penyusunan laporan.
7. Semua pihak yang telah membantu penyusun dari awal hingga terselesaikannya Laporan Penelitian Terapan ini yang tidak dapat penyusun sebutkan satu-persatu.

8. 2 Tawarikh 15: 7 “Tetapi kamu ini, kuatkanlah hatimu, jangan lemah semangatmu, karena ada upah bagi usahamu!”

Penulis menyadari keterbatasan dan kemampuan dalam penyusunan laporan ini, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun sehingga dapat bermanfaat bagi penulis untuk menyempurnakan tugas akhir (skripsi) ini.

Semarang, 13 September 2022

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xi
INTISARI.....	1
BAB I PENDAHULUAN	2
1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik	2
1.2 Penentuan Kapasitas Perancangan.....	3
1.2.1 Prediksi Kebutuhan Aseton di Indonesia	3
1.2.2 Ketersediaan Bahan Baku	4
1.3 Pemilihan Lokasi Pabrik	5
1.4 Tinjauan Proses.....	8
1.4.1 Macam – Macam Proses Pembuatan Aseton	8
1.4.2 Alasan Pemilihan Proses	11
1.4.3 Kegunaan Produk.....	12
1.4.4 Tinjauan Proses Secara Umum.....	12
BAB II DESKRIPSI PROSES.....	13
2.1 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk	13
2.1.1 Spesifikasi Bahan Baku.....	13
2.1.2 Spesifikasi Katalis.....	13
2.1.3 Spesifikasi Produk	13
2.1.4 Sifat Fisik dan Kimia Bahan Baku dan Produk.....	13
2.2 Konsep Proses.....	15
2.2.1 Pemilihan Proses.....	15
2.2.2 Pemakaian Katalis.....	15
2.2.3 Mekanisme Reaksi	16
2.2.4 Tinjauan Thermodinamika	16
2.2.5 Tinjauan Kinetika	17

2.2.6	Kondisi Operasi	18
2.3	Deskripsi Proses.....	18
2.3.1	Persiapan Bahan Baku	18
2.3.2	Proses	19
2.3.3	Pemurnian.....	19
2.3.4	Tahap Penyimpanan Produk.....	20
2.4	Diagram Alir Neraca Massa dan Neraca Panas	20
2.4.1	Neraca Massa.....	21
2.4.2	Neraca Panas	25
2.5	Tata Letak Pabrik	29
2.6	Tata Letak Peralatan.....	33
BAB III SPESIFIKASI ALAT		35
3.1	Unit Penyimpan	35
3.2	Unit Pemindah	36
3.3	Unit Pencampur	36
3.4	Unit Penukar Panas	36
3.5	Unit Reaktor Kimia.....	37
3.6	Unit Pemisah.....	38
BAB IV UNIT PENDUKUNG PROSES		40
4.1	Unit Pengadaan dan Pengolahan Air	40
4.1.1	Deskripsi Pengolahan Air.....	41
4.1.2	Kebutuhan Air	42
4.2	Unit Pengadaan Listrik.....	43
4.3	Unit Pengadaan <i>Steam</i>	47
4.4	Unit Pengadaan Bahan Bakar	48
4.5	Unit Pengadaan Udara Tekan	49
4.6	Laboratorium	49
4.7	Unit Pengolahan Limbah.....	50
BAB V MANAJEMEN PERUSAHAAN		52
5.1	Bentuk Perusahaan.....	52
5.2	Struktur Organisasi dan Deskripsi Tugas.....	53
5.2.1	Struktur Organisasi	53

5.2.2	Deskripsi Tugas	56
5.3	Kebutuhan Karyawan dan Sistem Pengupahan	60
5.3.1	Pembagian Jam Kerja Karyawan	60
5.3.2	Jabatan dan Pendidikan	62
5.3.3	Jumlah Karyawan dan Gaji	64
5.4	Kesejahteraan Karyawan	67
5.5	Corporate Social Responsibility (CSR)	70
BAB VI TROUBLESHOOTING.....		73
6.1	<i>Troubleshooting</i> pada Unit Penyimpanan	73
6.2	<i>Troubleshooting</i> pada Unit Pemindahan	74
6.3	<i>Troubleshooting</i> pada Unit Penukar Panas	75
6.4	<i>Troubleshooting</i> pada Unit Reaktor Kimia	76
6.5	<i>Troubleshooting</i> pada Unit Furnace.....	77
6.6	<i>Troubleshooting</i> pada Unit Pemisahan	77
BAB VII ANALISA EKONOMI		79
7.1	Perkiraan Harga Peralatan	79
7.2	Penetapan Dasar Perhitungan	81
7.3	Perhitungan Biaya Produksi (<i>Production Cost</i>)	82
7.3.1	Penaksiran Modal Industri (<i>Total Capital Investment</i>).....	82
7.3.2	<i>Production Cost</i>	84
7.4	Analisa Kelayakan	87
7.4.1	Percent Return on Investment (ROI)	87
7.4.2	Internal Rate of Return (IRR).....	87
7.5	Hasil Perhitungan.....	89
7.5.1	<i>Total Capital Investment</i>	89
7.5.2	<i>Total Production Cost</i>	91
7.5.3	General Expense	92
7.5.4	Total Production Cost	92
7.5.5	Analisa Kelayakan	93
DAFTAR PUSTAKA		94
LAMPIRAN		96
LAMPIRAN A NERACA MASSA.....		96

LAMPIRAN B NERACA PANAS.....	106
LAMPIRAN C SPESIFIKASI ALAT	139
LAMPIRAN D ANALISA EKONOMI.....	167

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Grafik Impor Aseton di Indonesia Tahun 2015 - 2019.....	3
Gambar 2.1 Blok Diagram Neraca Massa.....	21
Gambar 2.2 Blok Diagram Neraca Panas.....	25
Gambar 2.3 <i>Layout</i> Pabrik.....	32
Gambar 5.1 Struktur Organisasi Pabrik Aseton	55
Gambar 7.1 Grafik Chemical Engineering Plant Cost Index 2001 - 2020.....	80
Gambar 7.2 Analisa Kelayakan Pabrik	93

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Data Impor Aseton di Indonesia (Badan Pusat Statistik; www.bps.go.id)	3
Tabel 1.2 Prediksi Aseton di Indonesia.....	4
Tabel 1. 3 Kapasitas Produksi Pabrik Komersial (ICIS, 2013)	4
Tabel 1.4 Alternatif Pilihan Lokasi Pendirian Pabrik	5
Tabel 1.5 Kelebihan dan Kekurangan Proses Cumene Hydroperoxide	9
Tabel 1.6 Kelebihan dan Kekurangan Proses Dehidrogenasi Isopropanol	10
Tabel 1.7 Kelebihan dan Kekurangan Proses Oksidasi Isopropanol	11
Tabel 1.8 Perbandingan Proses Pembuatan Aseton.....	11
Tabel 2.1 Jenis - Jenis Katalis.....	16
Tabel 2.2 Neraca Massa Pada Reaktor (R-01).....	22
Tabel 2.3 Neraca Massa pada Distilasi I (D-01).....	23
Tabel 2.4 Neraca Massa pada Distilasi II (D-02)	23
Tabel 2.5 Neraca Massa pada Distilasi III (D-03)	23
Tabel 2.6 Neraca Massa pada Mixer (M-01).....	24
Tabel 2.7 Neraca Massa Total	24
Tabel 2.8 Neraca Panas pada Mixer.....	27
Tabel 2.9 Neraca Panas pada HE-01.....	27
Tabel 2.10 Neraca Panas pada Reaktor.....	27
Tabel 2.11 Neraca Panas pada HE-02.....	28
Tabel 2.12 Neraca Panas pada HE-03.....	28
Tabel 2.13 Neraca Panas pada D-01	28
Tabel 2.14 Neraca Panas pada D-02	29
Tabel 2.15 Neraca Panas pada D-03	29
Tabel 2.16 Neraca Panas pada HE-04.....	29
Tabel 2.17 Perincian Luas Tanah dan Bangunan	31
Tabel 4.1 Kebutuhan Listrik untuk Proses	43
Tabel 4.2 Kebutuhan Listrik untuk Utilitas	44
Tabel 4.3 Kebutuhan Lumen	45

Tabel 4.4 Kebutuhan Natural Gas.....	49
Tabel 5.1 Pembagian <i>Shift</i> Karyawan	61
Tabel 5.2 Jadwal <i>Shift</i> Karyawan dalam Satu Bulan	62
Tabel 5.3 Jabatan dan Pendidikan.....	62
Tabel 5.4 Perincian Jumlah Karyawan Proses.....	64
Tabel 5.5 Jumlah Karyawan Pabrik Aseton	64
Tabel 5.6 Perincian Gaji Karyawan	66
Tabel 6.1 <i>Troubleshooting</i> pada Unit Penyimpanan.....	73
Tabel 6.2 <i>Troubleshooting</i> pada Unit Pemindahan.....	74
Tabel 6.3 <i>Troubleshooting</i> pada Unit Penukar Panas	75
Tabel 6.4 <i>Troubleshooting</i> pada Unit Reaktor Kimia.....	76
Tabel 6.5 <i>Troubleshooting</i> pada Unit <i>Furnace</i>	77
Tabel 6.6 <i>Troubleshooting</i> pada Unit Pemisahan	77
Tabel 7.1 <i>Chemical Engineering Plant Cost Index</i> Tahun 2001 - 2020.....	80
Tabel 7.2 Total <i>Direct Fixed Cost</i>	89
Tabel 7.3 Total <i>Indirect Fixed Cost</i>	89
Tabel 7.4 Total <i>Fixed Cost</i>	89
Tabel 7.5 Total <i>Fixed Capital Investment</i>	90
Tabel 7.6 Total <i>Working Capital Investment (WCI)</i>	90
Tabel 7.7 Total <i>Capital Investment (TCI)</i>	90
Tabel 7.8 Total <i>Direct Manufacturing Cost</i>	91
Tabel 7.9 Total <i>Indirect Manufacturing Cost</i>	91
Tabel 7.10 Total <i>Fixed Manufacturing Cost</i>	91
Tabel 7.11 Total <i>Manufacturing Cost</i>	92
Tabel 7.12 Total Biaya Administrasi	92
Tabel 7.13 Total <i>General Expense</i>	92
Tabel A.1 Berat Molekul Masing – Masing Komponen.....	97
Tabel A.2 Neraca Massa Reaktor	99
Tabel A.3 Neraca Massa Distilasi 1	100
Tabel A.4 Neraca Massa Distilasi 2.....	101
Tabel A.5 Neraca Massa Distilasi 3.....	102

Tabel A.6 Neraca Massa Mixer	103
Tabel A.7 Neraca Massa Aktual Reaktor	103
Tabel A.8 Neraca Massa Aktual Distilasi 1	104
Tabel A.9 Neraca Massa Aktual Distilasi 2	104
Tabel A.10 Neraca Massa Aktual Distilasi 3	104
Tabel A.11 Neraca Massa Aktual Mixer	105
Tabel A.12 Neraca Massa Total	105
Tabel B.1 Kapasitas Panas Masing - Masing Komponen Gas	107
Tabel B.2 Kapasitas Panas Masing - Masing Komponen Cair	107
Tabel B.3 Konstanta Antoine	107
Tabel B. 4 Panas Laten	108
Tabel B.5 Neraca Panas Mixer	110
Tabel B.6 Neraca Panas HE-01	112
Tabel B.7 Neraca Panas Reaktor	114
Tabel B.8 Neraca Panas HE-022	115
Tabel B.9 Neraca Panas HE-03	117
Tabel B.10 Neraca Massa Total Distilasi-01	123
Tabel B.11 Neraca Massa Total Distilasi-02	130
Tabel B.12 Neraca Massa Total Distilasi-03	136
Tabel B.13 Neraca Panas HE-04	138
Tabel D.1 Chemical Engineering Plant Cost Index Tahun 2001 - 2020	168
Tabel D.2 Daftar Harga Alat Tahun 2024	170
Tabel D.3 <i>Purchased Equipment Cost</i> Dalam Negeri	171
Tabel D.4 <i>Purchased Equipment Cost</i> Impor Luar Negeri	171
Tabel D.5 Total <i>Direct Fixed Cost</i>	177
Tabel D.6 Total <i>Indirect Fixed Cost</i>	178
Tabel D.7 Total <i>Fixed Cost</i>	178
Tabel D.8 Total <i>Fixed Capital Investment</i>	179
Tabel D.9 <i>Raw Material Inventory</i>	180
Tabel D.10 Total <i>Working Capital Investment</i> (WCI)	181
Tabel D.11 Total <i>Capital Investment</i> (TCI)	181

Tabel D.12 Harga Bahan Baku	182
Tabel D.13 Labor <i>Cost</i>	182
Tabel D.14 Supervisor <i>Cost</i>	182
Tabel D.15 Total <i>Direct Manufacturing Cost</i>	184
Tabel D.16 Total <i>Indirect Manufacturing Cost</i>	185
Tabel D.17 Total <i>Fixed Manufacturing Cost</i>	186
Tabel D.18 Total <i>Manufacturing Cost</i>	187
Tabel D.19 <i>Management Salaries</i>	187
Tabel D.20 Total Biaya Administrasi	188
Tabel D.21 Total <i>General Expense</i>	189
Tabel D.22 <i>Fixed Manufacturing Cost (FA)</i>	191
Tabel D.23 <i>Variable Cost (VA)</i>	191
Tabel D.24 <i>Regulated Cost (RA)</i>	191

INTISARI

Aseton merupakan cairan dari hasil turunan keton yang paling sederhana yang mudah terbakar dan mudah menguap yang sekarang ini dikonsumsi oleh industri selulosa asetat, cat, serat, plastik, karet, kosmetik, perekat, metil isobutyl keton baik sebagai bahan baku utama maupun sebagai bahan pembantu. Pabrik aseton dengan bahan baku isopropil alkohol akan didirikan di Krakatau *Industrial Estate* Cilegon (KIEC) pada tahun 2024 dengan kapasitas 10.000 ton/tahun. Pembuatan aseton ini melalui empat tahap, yaitu persiapan tahap bahan baku, tahap proses dehidrogenasi, tahap proses pemurnian, dan tahap penyimpanan produk. Pada tahap persiapan bahan baku, isopropil alkohol diumpukan ke dalam mixer bersama dengan air menjadi homogen. Pada tahap proses dehidrogenasi terjadi di dalam reaktor dengan temperatur 350°C dan tekanan 2,3 atm. Pada tahap pemurnian produk, hasil produk reaktor disalurkan ke menara distilasi untuk dimurnikan hingga tingkat kemurnian 98,5%. Pada tahap penyimpanan produk, produk di alirkan menuju tangki penyimpanan pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm. Unit pendukung proses meliputi unit penyediaan air dengan total kebutuhan sebesar 908,969 m³/hari. Unit pengadaan listrik sebesar 310,858 kW dari PLN dan bahan bakar generator natural gas. Jumlah kebutuhan untuk bahan bakar generator adalah 17,753 ft³/tahun. Pabrik ini juga didukung dengan laboratorium yang berfungsi untuk mengontrol kualitas bahan baku dan produk. Hasil analisis ekonomi didapatkan *Total Production Cost* (TPC) US\$ 9.577.040,24. Total penjualan US\$ 18.000.000,00. Total *profit* sesudah pajak sebesar US\$ 5.896.071,83. *Return of Investment* (ROI) sebesar 40,24% sebelum pajak dan 28,17% sesudah pajak. *Break Even Point* (BEP) sebesar 17,94% dan *Shut Down Point* (SDP) sebesar 7,25%. Dari hasil analisis, dapat disimpulkan bahwa pabrik aseton layak untuk didirikan.