

**TUGAS AKHIR**  
**PRARANCANGAN PABRIK ASETON DENGAN**  
**PROSES DEHIDROGENASI ISOPROPIL ALKOHOL**  
**KAPASITAS 30.000 TON/TAHUN**



**MUHAMMAD YUSUF HAIDAR**

**I0517059**

**SONIA AYU PRATIWI**

**I0517080**

**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK KIMIA**  
**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SEBELAS MARET**  
**SURAKARTA**

**2021**

*commit to user*

**LEMBAR PENGESAHAN****TUGAS AKHIR  
PRARANCANGAN PABRIK ASETON DENGAN PROSES  
DEHIDROGENASI ISOPROPIL ALKOHOL KAPASITAS  
30.000 TON/TAHUN**


Oleh:

Muhammad Yusuf Haidar I0517059

Sonia Ayu Pratiwi I0517080

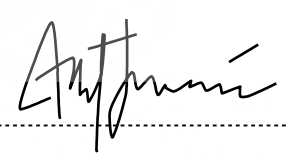

Pembimbing II

Pembimbing I

  
Dr. Fadilah, S.T., M.T.  
NIP. 19720812 200003 2 001  
Anatta Wahyu Budiman, ST., Ph.D  
NIP. 19881104 202012 1 011

Dipertahankan didepan tim penguji :

1. Ir. Arif Jumari, M.Sc.  
NIP. 196503151997021001
2. Ir. Paryanto, M.S.  
NIP. 195804251986011001

1.   
.....
2.   
.....

Disahkan

Kepala Program Studi Sarjana Teknik Kimia

Dr. Ir. Adrian Nur, S.T., M.T.  
NIP. 19730108 200012 1 001*commit to user*

## LEMBAR KONSULTASI

### Tugas Akhir Prarancangan Pabrik Kimia

Nama : 1. M. Yusuf Haidar (I0517059)  
 2. Sonia Ayu Pratiwi (I0517080)

Judul TA-PPK : Prarancangan Aseton dengan Proses Dehidrogenasi Isopropil Alkohol Kapasitas 30.000 Ton/Tahun





Tanggal Mulai : 15 Desember 2020


Pembimbing I : Anatta Wahyu Budiman, S.T, Ph.D.

Pembimbing II : Dr. Fadilah, S.T., M.T.

No.	Tanggal	Konsultasi	Paraf		Ket.
			Pemb. I	Pemb. II	
1.	15 Desember 2020	- Konsultasi proposal	.....		
2.	29 Desember 2020	- Konsultasi tinjauan kinetika - Konsultasi pemilihan proses - Konsultasi blok diagram - Konsultasi bahan baku - Konsultasi kondisi operasi			
3.	11 Januari 2021	- Konsultasi neraca massa - Konsultasi tinjauan termodinamika - Konsultasi kondisi operasi proses dehidrogenasi	.....		

No.	Tanggal	Konsultasi	Paraf		Ket.
			Pemb. I	Pemb. II	
4.	6 Febuari 2021	- Konsultasi tinjauan termodinamika - Konsultasi desain reaktor			
5.	8 Febuari 2021	- Konsultasi matlab reaktor - Konsultasi desain reaktor			
6.	15 Maret 2021	- Konsultasi desain reaktor - Konsultasi desain menara destilasi			
7.	19 Maret 2021	- Konsultasi desain kondenser parsial - Konsultasi desain menara distilasi 1			
8.	21 April 2021	- Konsultasi desain menara distilasi 1 - Konsultasi desain vaporizer			
9.	2 Mei 2021	- Konsultasi desain menara distilasi 1 dan menara distilasi 2 - Konsultasi desain separator 1 dan separator 2 - Konsultasi tangki penyimpanan - Konsultasi Pompa			

No.	Tanggal	Konsultasi	Paraf		Ket.
			Pemb. I	Pemb. II	
10.	12 Juli 2021	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Konsultasi desain <i>heat exchanger</i></li> <li>- Konsultasi desain <i>compressor</i></li> <li>- Konsultasi utilitas</li> <li>- Konsultasi PEFD (<i>Process Engineering Flow Diagram</i>)</li> <li>- Konsultasi tata letak pabrik dan tata letak alat proses</li> </ul>			
11.	19 Juli 2021	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Konsultasi naskah Bab 1</li> <li>- Konsultasi naskah Bab 2</li> </ul>			
12.	2 Agustus 2021	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Konsultasi revisi naskah Bab 1 dan Bab 2</li> <li>- Konsultasi naskah Bab 3</li> <li>- Konsultasi naskah Bab 4</li> <li>- Konsultasi naskah Bab 5</li> </ul>			
12.	4 Agustus 2021	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Konsultasi naskah Bab 6</li> </ul>			
13.	9 Agustus 2021	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Konsultasi PEFD (<i>Process Engineering Flow Diagram</i>)</li> </ul> <p style="text-align: center;"><i>commit to user</i></p>			

No.	Tanggal	Konsultasi	Paraf		Ket.
			Pemb. I	Pemb. II	
14.	19 Agustus 2021	- Konsultasi naskah total			

- Jumlah konsultasi dengan masing-masing pembimbing minimal sebanyak 8 kali untuk dapat dinyatakan selesai.

Pembimbing II



Anatta Wahyu Budiman, ST., Ph.D.

NIP. 19881104 202012 1 011

Dinyatakan selesai

Tanggal :

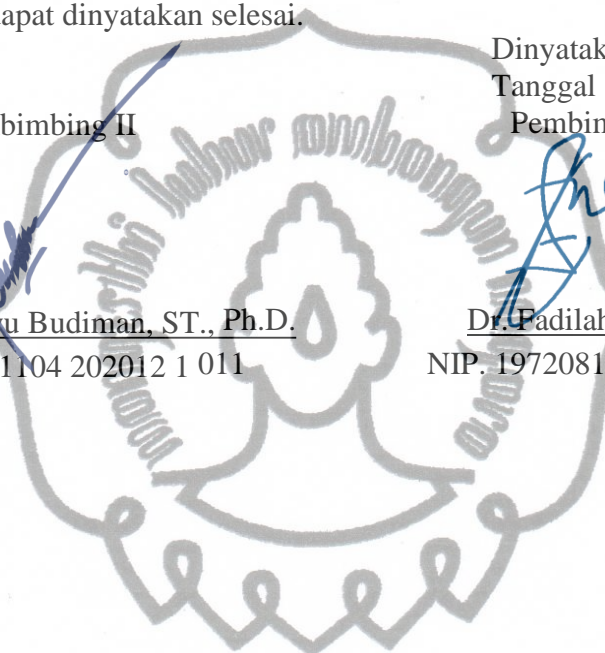
Pembimbing I



26/8/2021

Dr. Fadilah, S.T., M.T.

NIP. 19720812 200003 2 001



## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena limpahan rahmat dan kasih-Nya, penulis akhirnya dapat menyelesaikan penyusunan Laporan Tugas Akhir dengan judul "Prarancangan Pabrik Aseton dengan Proses Dehidrogenasi Isopropil Alkohol Kapasitas 30.000 Ton/Tahun".

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

1. Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat, hidayah, bimbingan, petunjuk, dan cinta kasih-Nya yang tiada henti diberikan kepada kami.
2. Ayah dan Ibu serta keluarga tercinta atas doa, dukungan moral dan materialnya.
3. Dr. Ir. Adrian Nur, S.T., M.T. selaku Kepala Program Studi Sarjana Teknik Kimia.
4. Inayati, S.T., M.T., Ph.D. selaku Dosen Koordinator Tugas Akhir.
5. Anatta Wahyu Budiman, ST., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing I dan. Dr. Fadilah, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II atas bimbingan dan arahnya dalam penyelesaian tugas akhir.
6. Teman-teman mahasiswa Teknik Kimia FT UNS angkatan 2017
7. 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, Agustus 2021

Penulis



## INTISARI

**Muhammad Yusuf Haidar, Sonia Ayu Pratiwi, 2021, Prarancangan Pabrik Aseton dengan Proses Dehidrogenasi Isopropil Alkohol Kapasitas 30.000 Ton/Tahun, Program Studi Sarjana Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret**

Aseton merupakan salah satu bahan kimia yang banyak digunakan oleh beberapa industri kimia terutama pada industri kosmetik sebagai bahan baku *nail remover* (penghilang cat kuku), selain itu aseton juga digunakan dalam industri cat, pelapisan, pernis, dan sebagainya. Untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, Indonesia masih mendatangkan Aseton dari negara lain seperti: Amerika Serikat, Belanda, Cina, Korea, Jepang, Malaysia, dan Singapura. Permasalahan ini harus segera diatasi, agar Indonesia tidak bergantung pada negara lain dalam pemenuhan kebutuhan dalam negerinya. Pabrik aseton dirancang dengan kapasitas produksi 30.000 ton/tahun yang beroperasi pada tahun 2024 di Cilegon, Jawa Barat.

Pembuatan aseton membutuhkan bahan berupa 36.306,02 ton Isopropil Alkohol dengan kemurnian Isopropil Alkohol 87,4%. Reaksi pembentukan aseton pada fase gas-gas terjadi secara endotermis dengan katalis Cu-Pt. Aseton dihasilkan dari reaksi dehidrogenasi Isopropil Alkohol pada kondisi 350°C dan tekanan 2 atm dalam reaktor *fixed bed multitube*. Kondisi reaktor adalah nonisotermal dan nonadiabatis serta menggunakan media pemanas berupa *flue gas*. Konversi di reaktor sebesar 96%. Pemurnian produk menggunakan kondensor parsial dan kolom disitilasi sehingga diperoleh aseton dengan kemurnian 99,6%.

Unit pendukung proses pabrik meliputi unit pengadaan air (pendingin, sanitasi dan umum), udara tekan, listrik, bahan bakar dan pengolahan limbah. Air yang bersumber dari PT Krakatau Tirta Industri dengan kebutuhan 3,94 m<sup>3</sup>/ton produk. Pengadaan udara tekan sebesar 17,27 m<sup>3</sup>/ton produk. Pengadaan tenaga listrik sebesar 27,72 kW/ton produk. Pengadaan bahan bakar untuk *furnace* sebesar 28,41 kg gas alam/ton produk dan bahan bakar untuk generator sebesar 0,593L solar/ton produk. Pabrik ini didukung oleh laboratorium untuk mengontrol mutu bahan baku, produk, serta limbah sesuai spesifikasi yang diinginkan.

Pabrik berbentuk Perseroan Terbatas (PT) dengan jam kerja karyawan yang terdiri dari karyawan *shift* dan non-*shift*. Jumlah karyawan sebanyak 109 pekerja dengan 3,95 *manhour*/ton produk.

Hasil analisis ekonomi menyimpulkan pabrik ini layak didirikan. Analisis profitabilitas non-*discounted* menunjukkan nilai *Payback Period* selama 1,51 tahun, *Cummulative Cash Ratio* sebesar 3,83, *Cummulative Cash Position* sebesar Rp 1.319.754.166.247,70, dan *Rate of Return on Investment* sebesar 66,19%. Berdasarkan analisis profitabilitas *discounted* diperoleh nilai *Discounted Payback Period* selama 1,86 tahun, *Present Value Ratio* sebesar 2,15, *Net Present Value* sebesar Rp 462.263.859.501,73. *Discounted Cash Flow Rate of Return* sebesar 28,50%. Evaluasi resiko dalam perhitungan profitabilitas didapatkan nilai *Break Event Point* (BEP) sebesar 40,12% dan *Shut Down Point* (SDP) sebesar 21,07%.



Pabrik ini juga menerapkan prosedur keselamatan dan kesehatan kerja bagi para karyawan. Hal ini dilakukan untuk menciptakan kondisi yang aman bagi lingkungan kerja, tenaga kerja maupun peralatan proses demi tercapainya *zero accident*.



*commit to user*

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESABAN .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR KONSULTASI .....</b>	<b>ii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>BAB I.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik.....	1
1.2 Penentuan Kapasitas Rancangan Pabrik .....	1
1.2.1 Kebutuhan Aseton Dalam Negeri.....	2
1.2.2 Kebutuhan Aseton Luar Negeri.....	3
1.2.3 Kapasitas Pabrik yang Telah Berdiri.....	4
1.2.4 Ketersediaan Bahan Baku .....	5
1.3 Penentuan Lokasi Pabrik.....	7
1.3.1 Faktor Primer.....	7
1.3.2 Faktor Sekunder .....	9
1.4 Tinjauan Pustaka .....	9
1.4.1 Proses Pembuatan Aseton .....	9
1.4.2 Kegunaan Produk .....	12
1.4.3 Sifat Fisis dan Kimia Bahan Baku dan Produk Reaksi .....	12
<b>BAB II .....</b>	<b>15</b>
2.1 Spesifikasi Bahan Baku, Bahan Pendukung, dan Produk .....	15
2.1.1 Sifat Fisis dan Kimia Bahan Baku dan Produk Reaksi .....	15
2.1.2 Spesifikasi Bahan Pendukung .....	15
2.1.3 Spesifikasi Produk.....	15
2.2. Konsep Dasar Proses .....	16
2.2.1 Dasar Reaksi.....	16
2.2.2 Mekanisme Reaksi .....	16
2.2.3 Kondisi Operasi .....	20
2.3 Tinjauan Termodinamika .....	20
2.3.1 Panas Reaksi ( $\Delta H_r$ ) .....	20
2.3.2 Energi Bebas Gibbs ( $\Delta G_o$ ) .....	21
2.3.3 Nilai Konstanta Kesetimbangan Pada Suhu 350- (623,15 K)	

*commit to user*

.....	22
2.3.4 Perhitungan Nilai Konversi .....	22
2.4 Tinjauan Kinetika.....	24
2.5 Diagram Alir Proses dan Tahapan Proses .....	24
2.5.1 Diagram Alir Kualitatif dan Kuantitatif .....	24
2.5.2 Diagram Alir Proses .....	24
2.5.3 Tahapan Proses .....	25
2.6 Neraca Massa dan Neraca Energi.....	27
2.6.1 Neraca Massa .....	27
2.6.2 Neraca Energi.....	28
2.7 Tata Letak Peralatan dan Pabrik.....	30
2.7.1. Tata Letak Peralatan.....	30
2.7.2 Tata letak Pabrik.....	32
<b>BAB III.....</b>	<b>34</b>
3.1 Reaktor (R-01).....	34
3.2 Tangki Penyimpanan Isopropil Alkohol (T-01) .....	35
3.3 Tangki Penyimpanan Aseton (T-02) .....	37
3.4 Tangki Penyimpanan Hidrogen (T-03).....	38
3.5 <i>Vessel</i> Separator (V-01).....	39
3.6 <i>Vessel</i> Separator (V-02).....	39
3.7 <i>Furnace</i> (F-01).....	40
3.8 Menara Distilasi (MD-01) .....	41
3.9 Menara Distilasi (MD-02) .....	43
3.10 <i>Vaporizer</i> (HE-01) .....	45
3.11 <i>Cooler</i> (HE-02).....	47
3.12 Kondensor parsial (HE-03).....	48
3.13 <i>Cooler</i> (HE-04).....	50
3.14 <i>Cooler</i> (HE-05).....	51
3.15 <i>Cooler</i> (HE-06).....	52
3.16 <i>Cooler</i> (HE-07).....	53
3.17 Kondensor Total (CD-01).....	54

*commit to user*

3.18 Akumulator (ACC-01).....	55
3.19 <i>Reboiler</i> (RB-01).....	56
3.20 Kondensor Total (CD-02).....	57
3.21 Akumulator (ACC-02).....	59
3.22 <i>Reboiler</i> (RB-02).....	59
3.23 Pompa (P-01).....	61
3.24 Pompa (P-02).....	61
3.25 Pompa (P-03).....	62
3.26 Pompa (P-04).....	63
3.27 Pompa (P-05).....	64
3.28 Pompa (P-06).....	65
3.29 Pompa (P-07).....	66
3.30 Pompa (P-08).....	66
<b>BAB IV</b> .....	<b>69</b>
Unit Pendukung Proses.....	69
4.1.1 Unit Pengadaan Air.....	70
4.1.2 Unit Pengadaan Udara Tekan.....	76
4.1.3 Unit Pengadaan Listrik.....	76
4.1.4 Unit Pengadaan Bahan Bakar.....	81
4.1.5 Unit Pengolahan Limbah.....	82
4.2 Laboratorium.....	85
4.2.1 Laboratorium Analisis Bahan Baku dan Produk.....	87
4.2.2 Laboratorium Penguji Kualitas Air.....	87
4.2.3 Laboratorium Penelitian dan Pengembangan.....	87
5.1 Bentuk Perusahaan.....	89
5.2 Struktur Organisasi.....	89
5.3 Tugas dan Wewenang.....	92
5.3.1 Pemegang Saham.....	92
5.3.2 Dewan Komisaris.....	92
5.3.3 Dewan Direksi.....	92
5.3.4 Staf Ahli.....	93

*commit to user*

5.3.5 Kepala Bagian.....	94
5.4 Pembagian Jam Kerja Karyawan.....	95
5.5 Status Karyawan dan Sistem Upah.....	96
5.6 Keselamatan dan Kesehatan Kerja .....	99
5.6.1 Keselamatan Kerja.....	99
5.6.2 Kesehatan Kerja.....	101
6.1 Dasar Perhitungan Analisis Ekonomi .....	104
6.2 Estimasi Harga Peralatan .....	105
6.3 Estimasi Penanaman Modal Total ( <i>Total Capital Investment</i> ) .....	112
6.3.1 Modal Tetap ( <i>Fixed Capital Investment</i> ) .....	112
6.3.2 Modal Kerja ( <i>Working Capital Investment</i> ) .....	113
6.4 Estimasi Biaya Total Produksi .....	114
6.4.1 Biaya Langsung ( <i>Direct Cost</i> ).....	114
6.4.2 Biaya Tetap ( <i>Fixed Cost</i> ) .....	115
6.4.3 Biaya Pengeluaran Umum ( <i>General Expenses</i> ) .....	116
6.5 Analisis Profitabilitas .....	117
6.5.1 Estimasi Laba Tahunan .....	117
6.5.2 Analisis Profitabilitas <i>Non-discounted</i> .....	119
6.5.3 Analisis Profitabilitas <i>Discounted</i> .....	122
6.6 Evaluasi Resiko dalam Perhitungan Profitabilitas .....	125
6.6.1 Break Event Point (BEP).....	125
6.6.2 Shut Down Point (SDP) .....	127
6.6.3 Estimasi Ketidakpastian .....	129

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1•1</b> Data Impor Aseton di Indonesia (BPS, 2020).....	2
<b>Tabel 1•2</b> Data Impor Aseton di Filipina (UN Data, 2020).....	3
<b>Tabel 1•3</b> Pabrik Aseton di Dunia (McKetta, 1976).....	4
<b>Tabel 1•4</b> Tabel Perbandingan Proses dalam Pembuatan Aseton.....	11
<b>Tabel 2•1</b> Harga AHof Komponen Reaksi Pada Suhu 298K (Yaws, 1999) .....	20
<b>Tabel 2•2</b> Data Energi Gibbs 298 K (Yaws, 1999).....	21
<b>Tabel 2•3</b> Neraca Massa Total Pabrik.....	27
<b>Tabel 2•4</b> Neraca Panas Total di Sekitar Pabrik .....	28
<b>Tabel 4•1</b> Kebutuhan Air Sanitasi dan Umum .....	71
<b>Tabel 4•2</b> Kebutuhan Air Pendingin.....	72
<b>Tabel 4•3</b> Kebutuhan Steam .....	73
<b>Tabel 4•4</b> Jumlah Total Kebutuhan Air .....	73
<b>Tabel 4•5</b> Kebutuhan Listrik untuk Keperluan Proses.....	77
<b>Tabel 4•6</b> Kebutuhan Listrik untuk Keperluan Utilitas .....	77
<b>Tabel 4•7</b> Penentuan Jumlah Lumen Pabrik.....	79
<b>Tabel 4•8</b> Total Kebutuhan Listrik Pabrik.....	80
<b>Tabel 4•9</b> Total Kebutuhan Listrik Pabrik.....	80
<b>Tabel 5•1</b> Jadwal Shift Karyawan Pabrik Aseton .....	96
<b>Tabel 5•2</b> Perincian Jabatan dan Gaji Karyawan pabrik aseton .....	98
<b>Tabel 6•1</b> Harga Bahan Baku dan Produk .....	104
<b>Tabel 6•2</b> Harga Peralatan Proses .....	116
<b>Tabel 6•3</b> Harga Peralatan Utilitas.....	116
<b>Tabel 6•4</b> Modal Tetap ( <i>Fixed Capital Investmen</i> ) .....	112
<b>Tabel 6•5</b> Modal Kerja ( <i>Working Capital Investmen</i> ).....	112
<b>Tabel 6•6</b> Modal Total ( <i>Total Capital Investmen</i> ).....	114
<b>Tabel 6•7</b> Biaya Langsung ( <i>Direct Cost</i> ).....	115
<b>Tabel 6•8</b> Modal Tetap ( <i>Fixed Cost</i> ) .....	115
<b>Tabel 6•9</b> Biaya Pengeluaran Umum ( <i>General Expenses</i> ) .....	116
<b>Tabel 6•10</b> Biaya Total Produksi ( <i>Cost of Manufacturing</i> ).....	116
<b>Tabel 6•11</b> Analisis Profitabilitas Non-discounted.....	119
<b>Tabel 6•12</b> Arus Kas Discounted.....	122
<b>Tabel 6•13</b> Biaya Tetap.....	125
<b>Tabel 6•14</b> Biaya Bervariasi .....	126
<b>Tabel 6•15</b> Biaya yang Diatur.....	126
<b>Tabel 6•16</b> Ketidakpastian FCI.....	129
<b>Tabel 6•17</b> Ketidakpastian Produk .....	130
<b>Tabel 6•18</b> Ketidakpastian Bahan Baku .....	131
<b>Tabel 6•19</b> Ketidakpastian Bunga.....	132



## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1•1</b> Peta Lokasi Pabrik Aseton.....	7
<b>Gambar 2•1</b> Diagram Alir Kualitatif dan Kuantitatif .....	23
<b>Gambar 2•2</b> Diagram Alir Proses .....	24
<b>Gambar 2•3</b> Tata Letak Alat Proses Pabrik Aseton .....	31
<b>Gambar 2•4</b> Tata Letak Pabrik Aseton .....	33
<b>Gambar 4•1</b> Skema Pengolahan Air .....	75
<b>Gambar 5•1</b> Struktur Organisasi .....	91
<b>Gambar 6•1</b> Diagram Kas Non-Discounted.....	120
<b>Gambar 6•2</b> Kurva Arus Kas Discounted .....	123
<b>Gambar 6•3</b> Kurva Evaluasi Risiko Ekonomi .....	128

