

**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.

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik

Perkembangan industri di Indonesia saat ini berkembang pesat diiringi dengan berkembangnya industri di dunia. Industri kimia merupakan bagian yang mengalami peningkatan baik secara kualitatif maupun kuantitatif. Salah satu bahan yang sangat dibutuhkan di industri kimia adalah aseton.

Aseton merupakan turunan keton yang paling sederhana yang berupa cairan tidak berwarna, mudah menguap, dan mudah terbakar. Aseton pertama kali dihasilkan dengan cara distilasi kering dari kalsium asetat. Pada tahun 1920, pembuatan aseton mengalami perubahan berupa fermentasi karbohidrat menjadi aseton, butil dan etil-alkohol. Kemudian pada tahun 1950 mengalami pembaharuan berupa proses dehidrogenasi 2-propanol dan pada tahun 1960 berkembang berupa oksidasi cumene menjadi phenol dan aseton. Disamping proses-proses tersebut, adanya proses berupa oksidasi propana, yang dimana keseluruhan metode dapat menghasilkan lebih dari 95% yang diproduksi di seluruh dunia (Ullmann, 2007).

Aseton banyak digunakan pada industri selulosa asetat, cat, serat, plastik, karet, kosmetik, perekat, pernis, penyamakan kulit, pembuatan minyak pelumas, serta proses ekstraksi sebagai bahan baku pembuatan metil isobutyl keton. Target pemasaran yang dituju yaitu industri plastic, industri cat, dan industri acrylic fiber dengan spesifikasi produk yang dibutuhkan dengan kemurnian aseton 98,5%.

Hingga saat ini Indonesia belum ada perusahaan yang memproduksi aseton baik sebagai produk utama maupun produk samping ditengah semakin meningkatnya kebutuhan aseton di Indonesia. Oleh karena itu, Indonesia masih mendatangkan aseton dari negara lain yaitu Amerika Serikat, Cina, Belanda, dan Jepang. Melihat dari fenomena tersebut, maka pendirian pabrik Aseton di Indonesia memiliki prospek yang sangat baik untuk jangka panjang.

Pada proses pembuatan aseton ini menggunakan bahan baku berupa isopropanol dengan kemurnian 96% yang didatangkan dari Cina. Dengan didirikannya pabrik aseton disertai landasan alasan yang kuat diharapkan mempunyai keuntungan sebagai berikut:

- Terpenuhinya kebutuhan aseton dalam negeri yang meningkat dari tahun ke tahun.
- Mengurangi ketergantungan impor sehingga menghemat sumber devisa negara.

- Membantu pabrik-pabrik di Indonesia yang menggunakan aseton sebagai bahan bakunya karena dapat mengurangi biaya operasional.
- Membuka jalan untuk melakukan ekspor aseton ke negara lain.
- Membuka lapangan kerja yang baru sehingga mengurangi angka pengangguran di Indonesia.

1.2 Penentuan Kapasitas Perancangan

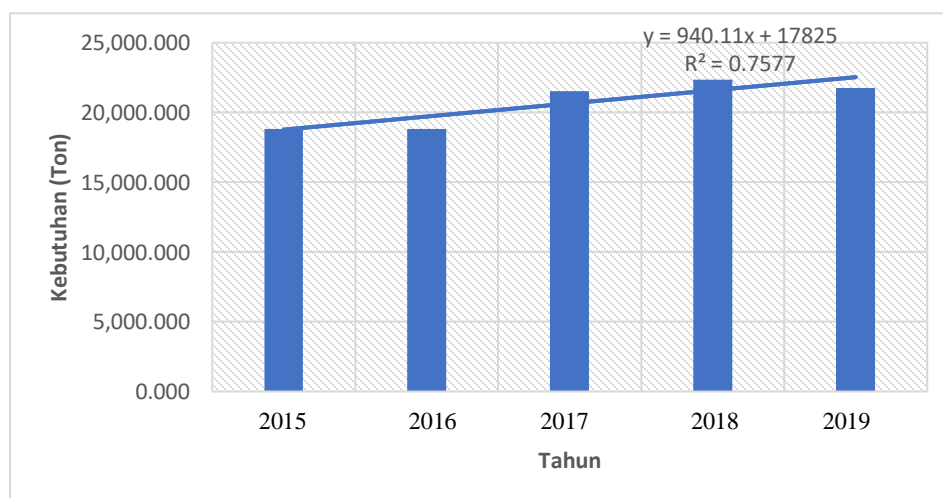
Dalam menentukan kapasitas produksi yang efektif dapat melalui beberapa pertimbangan, meliputi prediksi kebutuhan aseton di Indonesia, ketersediaan bahan baku, dan ketentuan kapasitas minimum.

1.2.1 Prediksi Kebutuhan Aseton di Indonesia

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS), jumlah impor aseton sejak tahun 2015 dapat dilihat pada Tabel 1.1 berikut ini.

Tabel 1.1 Data Impor Aseton di Indonesia (Badan Pusat Statistik; www.bps.go.id)

Tahun	Impor (Ton/Tahun)	Ekspor (Ton/Tahun)	Produksi	Kebutuhan
2015	18.801,100	0,000	0,000	18.801,100
2016	18.807,346	0,000	0,000	18.807,346
2017	21.538,755	0,000	0,000	21.538,755
2018	22.351,743	0,000	0,000	22.351,743
2019	21.729,436	0,000	0,000	21.729,436



Gambar 1.2 Grafik Impor Aseton di Indonesia Tahun 2015 - 2019

Dari data pada tabel diatas, diperkirakan kebutuhan impor aseton pada tahun 2024 dengan persamaan regresi linier. Sehingga didapat persamaan:

$$y = mx + c$$

Dimana diperoleh:

$$m = 940,11$$

$$c = 17825$$

Dengan persamaan regresi linier di atas dapat diperkirakan kebutuhan aseton di Indonesia tahun 2022 hingga tahun 2024, disajikan dalam Tabel 1.2 berikut.

Tabel 1.2 Prediksi Aseton di Indonesia

Tahun	Prediksi
2022	25.345,880
2023	26.285,990
2024	27.226,100

Pabrik aseton ini direncanakan akan memenuhi 30% kebutuhan pasar dalam negeri pada tahun 2024 yaitu sebesar 27.226,100 ton/tahun. Penentuan kapasitas produksi aseton juga berdasarkan pada jumlah produsen aseton didunia seperti yang tertera pada Tabel 1.3 dibawah ini.

Tabel 1. 3 Kapasitas Produksi Pabrik Komersial (ICIS, 2013)

No.	Pabrik	Lokasi	Kapasitas (Ton/Tahun)
1.	Celanese Corp.	Texas	25.000
2.	Shelly Oil Co.	Kansas	25.000
3.	Tennessee Eastman Co.	Tennessee	30.000
Total			80.000

Berdasarkan pertimbangan dari beberapa faktor di atas maka dipilih kapasitas pabrik 10.000 ton/tahun. Pemilihan kapasitas pabrik aseton didasarkan pada data 30% kebutuhan aseton di Indonesia. Dengan kapasitas ini diharapkan dapat memenuhi aseton pada kebutuhan industri di Indonesia sehingga dapat mengurangi biaya devisa negara dan dapat mendorong berdirinya pabrik baru yang menggunakan bahan baku aseton.

1.2.2 Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku utama yang digunakan pada pembuatan aseton merupakan isopropil alkohol yang diimpor dari Dongying Rich Chemical.Co.Ltd, China dengan kapasitas produksi isopropil alkohol

50.000 ton/tahun dan bahan baku katalis Cu-SiO₂ diperoleh dari Riogen-Catalysis for Chemical & Energy, USA.

1.3 Pemilihan Lokasi Pabrik

Lokasi pabrik secara umum paling utama ditentukan secara geografis karena memberikan pengaruh yang besar terhadap usaha dan kegiatan industri. Setiap orang akan selalu berusaha untuk memilih tempat yang terbaik yang akan memberikan efisiensi tertinggi sehingga akan memberikan keuntungan yang maksimal.

Ada 3 alternatif lokasi yang dapat dibandingkan dalam pemilihan lokasi pabrik seperti pada Tabel 1.4 dibawah ini.

Tabel 1.4 Alternatif Pilihan Lokasi Pendirian Pabrik

Pertimbangan	Cilegon	Kendal	Gresik
Penyediaan Bahan Baku	9	8	8
Pemasaran Produk	9	8	9
Tenaga Kerja	9	9	9
Sarana Transportasi (Pelabuhan, jalan, dsb)	9	9	8
Kebijakan Pemerintah	10	10	10
Perluasan Pabrik	9	9	8
Infrastruktur Pendukung	9	8	8
Skor Rata - Rata	9,14	8,71	8,57

Catatan: Skala 7 – 10 (10 = sangat baik)

Dengan membandingkan tiga alternatif lokasi diatas, maka dalam perancangan pabrik aseton akan didirikan di Kawasan Industri Krakatau Cilegon.

Adapun alasan pemilihannya adalah karena berbagai pertimbangan berikut:

1. Bahan Baku

Lokasi pabrik harus berdekatan dengan sumber bahan bakunya yang dimana bahan baku utama yang digunakan dalam pembuatan aseton yaitu isopropanol yang diimpor dari China. Hal ini bertujuan untuk menghemat waktu serta biaya transportasi bahan baku.

2. Letak Pasar

Lokasi yang dipilih dibuat dekat dengan konsumen atau pabrik – pabrik yang membutuhkan produk tersebut baik sebagai bahan baku utama ataupun bahan pendukung sehingga pemasaran mudah dilakukan. Target pemasaran produk aseton merupakan industri – industri

seperti industri plastik, dan industri akrilik fiber yang dimana pada Kawasan Industri Krakatau Cilegon terdapat industri tersebut sehingga biaya dan waktu industri dapat ditekan serta memudahkan dalam pemasaran ke luar negeri karena dekat dengan Pelabuhan Merak.

3. Fasilitas Transportasi

Kawasan Industri Krakatau Cilegon memiliki akses transportasi darat yang memadai baik jalan raya, jalan tol, maupun jalan menuju pelabuhan sehingga memudahkan dalam pengiriman produk ke luar negeri maupun dalam memasok bahan baku impor.

4. Tenaga Kerja

Tenaga kerja ahli (*skilled labour*) tidak mudah didapatkan di setiap daerah namun banyak tersedia di daerah yang dekat di pusat – pusat pendidikan. Selain itu, hal lain yang perlu dipertimbangkan yaitu upah minimum berdasarkan daerah industri, jumlah karyawan, waktu kerja, serta keberadaan industri lain di daerah tersebut.

5. Utilitas

Sebagai Kawasan industri, Cilegon sudah memiliki fasilitas penunjang untuk beroperasinya suatu pabrik seperti listrik, air bersih, maupun sarana – sarana penunjang. Dengan demikian, pabrik baru dapat menyewa fasilitas tersebut karena dari segi finansial lebih hemat biaya dibandingkan dengan membangun fasilitas baru.

6. Terdapatnya Fasilitas Pelayanan/*Service* Industri dan Umum

Fasilitas pelayanan yang merupakan salah satu pertimbangan seperti adanya rumah sakit, sekolah, sarana ibadah, dan tempat rekreasi. Fasilitas di Kawasan sekitar Cilegon sudah memadai sehingga pabrik baru tidak perlu menyediakan fasilitas tersebut.

7. Sikap Masyarakat Sekitar

Sikap masyarakat Cilegon sangat menghendaki didirikannya pabrik baru karena dengan adanya pabrik baru dapat meningkatkan keadaan ekonomi masyarakat sekitar. Selain itu, dengan berdirinya pabrik baru memberikan keuntungan bagi masyarakat sekitar karena membuka lapangan pekerjaan sehingga mengurangi angka pengangguran daerah.

8. Keadaan Tanah

Pada dasarnya, pendirian pabrik tidak dapat dilakukan secara sembarangan. Kondisi tanah juga sangat mempengaruhi karena dalam pembangunan pabrik baru harus didirikan dengan kondisi tanah yang stabil dan Cilegon merupakan tempat yang memenuhi syarat tersebut.

9. Iklim

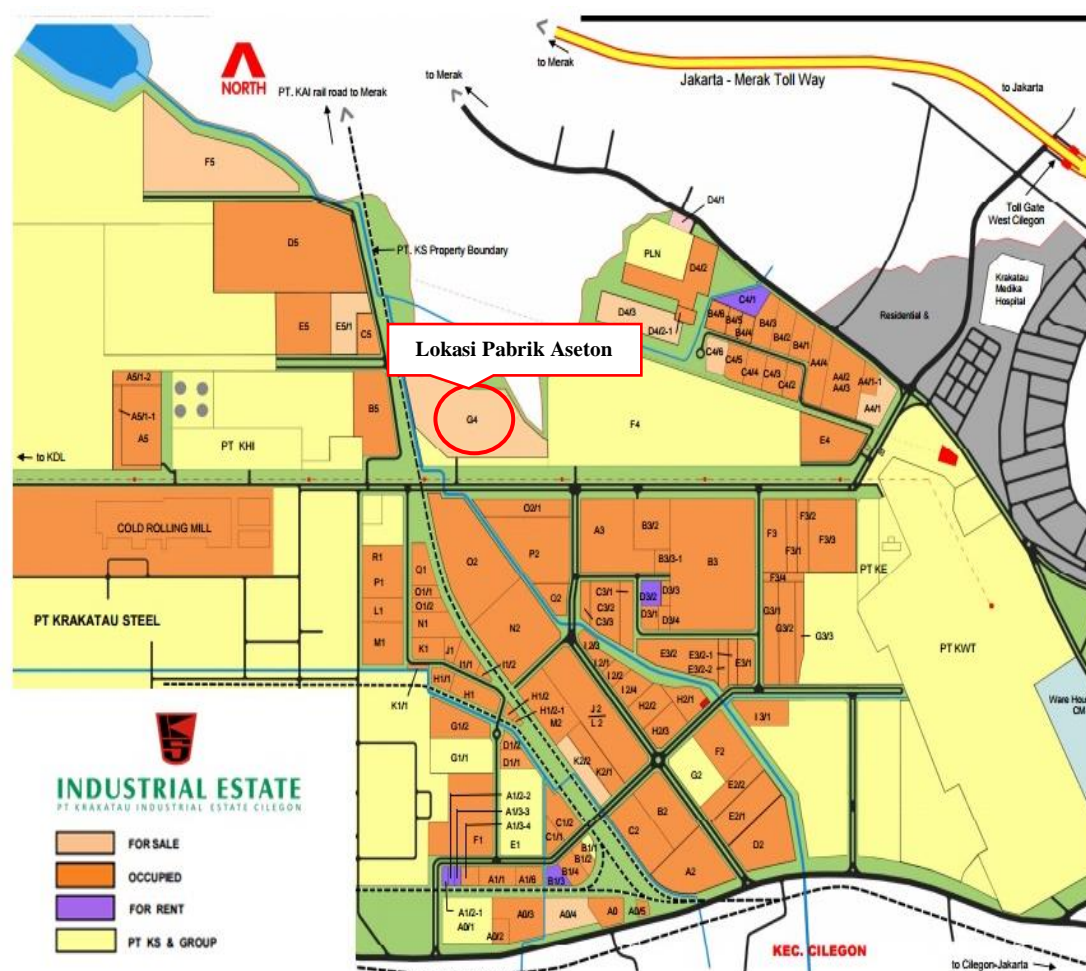
Iklim sangat penting dalam dalam penentuan lokasi pabrik karena jika iklim tidak pasti akan menyebabkan korosi pada sekitar *plant* sehingga dapat menambah biaya pemeliharaan.

10. Pembuangan Sampah / Limbah

Pembuangan limbah produk maupun sampah merupakan salah satu masalah bagi pabrik kimia karena memerlukan penanganan yang khusus. Cilegon sebagai daerah pesisir tidak terlalu sulit untuk membuang limbah cair karena dekat dengan laut.

11. Perluasan Areal Pabrik

Adanya terobosan untuk memperluas areal pabrik juga perlu diperhatikan dalam menentukan lokasi dimana memungkinkan adanya pengembangan yang lebih jauh serta adanya penambahan kapasitas produksi. Dalam hal ini perlu dilihat apakah adanya areal yang mempunyai potensi untuk diperluas serta biaya yang mencukupi.



Gambar 1.3 Gambar Pemilihan Lokasi Pabrik (<https://kiec.co.id>)

Kawasan Industri Krakatau Cilegon, Banten dipilih sebagai lokasi berdirinya pabrik aseton karena memiliki fasilitas yang lengkap serta pendukung operasional pabrik yang memadai. Fasilitas tersebut yang dimiliki, antara lain:

1. Pelabuhan
2. Pembangkit Listrik
3. Pabrik Penanganan Air Limbah
4. Sistem Selokan untuk Pengairan Air Hujan
5. Pabrik Penyuplai Air untuk Industri (PT. KTI)
6. Pemadam Kebakaran dan Keamanan
7. Jaringan Telekomunikasi

Disamping fasilitas industri yang memadai, kawasan tersebut juga memiliki fasilitas sosial yang lengkap, meliputi:

1. Ruang Perkantoran
2. Ruang Rapat
3. Rumah Sakit
4. Fasilitas Ibadah
5. Sarana Olahraga
6. Bank
7. Kantor Pos
8. Lapangan Golf
9. Supermarker
10. Restoran
11. Perumahan

1.4 Tinjauan Proses

1.4.1 Macam – Macam Proses Pembuatan Aseton

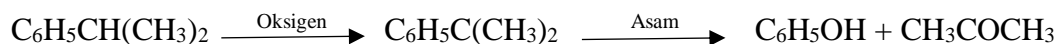
Pada dasarnya ada tiga proses untuk memproduksi aseton, ketiga proses tersebut adalah:

1. Proses Cumene Hydroperoxide

Pada proses cumene hydroperoxide, mula – mula cumene dioksidasi menjadi cumene hydroperoxide dengan udara atmosfer atau udara kaya oksigen dalam satu atau beberapa oksidiser. Temperatur yang digunakan adalah antara 80 – 130°C dengan tekanan 620 kPa, serta

dengan penambahan Na_2CO_3 . Pada umumnya proses oksidasi ini dijalankan dalam tiga atau empat reactor yang dipasang secara seri (McKetta, 1984).

Reaksi:



Hasil dari oksidasi ini pada reactor pertama mengandung 9 – 12% cumene hydroperoxide, pada reactor kedua 15 – 20%, 24 – 29% pada reactor ketiga, dan 32 – 39% pada reactor keempat. Selanjutnya produk reactor keempat dievaporasikan hingga konsentrasi cumene hydroperoxide menjadi 75 – 85%.

Kemudian dengan penambahan asam akan terjadi reaksi pembelahan cumene hydroperoxide menjadi suatu campuran yang terdiri dari phenol, aseton, dan beberapa produk lain seperti *cumylphenols*, *acetophenols*, *dimethylphenylcarbinol*, *α -methylstyrene*, dan *hidroxyaseton*. Campuran ini kemudian dinetralkan dengan menambahkan larutan natrium phenoxide atau basa yang lain atau dengan resin pertukaran ion (*ion exchanger resin*).

Selanjutnya campuran dipisahkan dan *crude* aseton diperoleh dengan cara distilasi. Penambahan satu atau dua kolom distilasi perlu dilakukan untuk mendapatkan kemurnian yang diinginkan. Jika digunakan dua kolom, Menara pertama berfungsi untuk memisahkan impuritas seperti asetaldehyde dan propionaldehyde, menara kedua untuk memisahkan fraksi – fraksi berat yang sebagian besar terdiri dari air. Aseton diperoleh sebagai hasil atas pada menara kedua.

Adapun kelebihan dan kekurangan pembuatan aseton dengan menggunakan proses cumene hydroperoxide yang dapat dilihat pada Tabel 1.5 berikut.

Tabel 1.5 Kelebihan dan Kekurangan Proses Cumene Hydroperoxide

Kelebihan	Kekurangan
<ul style="list-style-type: none"> • Produk yang dihasilkan memiliki kemurnian yang cukup tinggi ($\pm 95\%$). 	<ul style="list-style-type: none"> • Aseton bukan produk utama dalam proses ini. • Aseton diperoleh melalui proses reaksi yang cukup panjang dengan menggunakan 3 – 4 reactor. • Cumene yang merupakan bahan utama tidak langsung menghasilkan aseton, perlu melalui proses pembentukan produk terlebih dahulu.

2. Proses Dehidrogenasi Isopropanol

Pada pembuatan aseton dengan dehidrogenasi katalitik isopropanol digunakan katalis dalam prosesnya. Reaksi yang terjadi di dalam reaktor adalah sebagai berikut:



Reaksi ini terjadi pada fase gas dengan suhu diatas 200°C dan tekanan lebih dari 150 kPa. Sebelum dialirkan kedalam reaktor isopropanol terlebih dahulu diuapkan. Produk keluar reaktor aseton adalah aseton produk utama, gas hydrogen, isopropanol, air, dan propylene (Turton et al, 1998). Pemisahan aseton dari gas hydrogen dengan kondensasi, karena gas hydrogen bersifat *non-condensable*. Selanjutnya asetondimurnikan dengan cara distilasi. Adapun katalis yang digunakan dapat bermacam – macam, diantaranya Cu, Zn, Pb, Cr, maupun oksida – oksidanya.

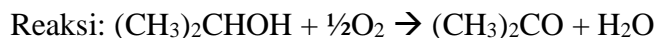
Berikut kelebihan dan kekurangan pembuatan aseton dengan proses dehidrogenasi isopropanol yang tersaji dalam Tabel 1.6 dibawah.

Tabel 1.6 Kelebihan dan Kekurangan Proses Dehidrogenasi Isopropanol

Kelebihan	Kekurangan
<ul style="list-style-type: none"> • Aseton merupakan produk utama dari proses ini. • Aseton yang dihasilkan memiliki kemurnian yang cukup tinggi ($\pm 98,5\%$). • Suhu reaksi di dalam reaktor lebih mudah diatur. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reaksi berlangsung secara endotermis sehingga membutuhkan panas yang cukup besar.

3. Proses Oksidasi Isopropanol

Pada pembuatan isopropanol dengan proses ini, isopropanol dicampur dengan udara dan digunakan sebagai umpan reaktor yang beroperasi pada suhu 400 – 600°C. reaksi dapat berjalan dengan baik dengan menggunakan katalis seperti halnya pada proses dehidrogenasi isopropanol (Wagner, 1934).



Reaksi ini sangat eksotermis (180 kJ atau 43 kcal/mol pada suhu 25°C), untuk itulah diperlukan pengontrolan suhu yang cermat untuk mencegah turunnya *yield* yang dihasilkan. Reaktor dirancang agar hasil reaksi dapat langsung didinginkan untuk mendapatkan konversi

yang baik. Proses ini jarang digunakan bila dibandingkan dengan proses dehidrogenasi isopropanol.

Berikut kelebihan dan kekurangan pembuatan aseton dengan proses oksidasi isopropanol yang tersaji dalam Tabel 1.7 dibawah.

Tabel 1.7 Kelebihan dan Kekurangan Proses Oksidasi Isopropanol

Kelebihan	Kekurangan
<ul style="list-style-type: none"> • Bahan baku yang cukup mudah untuk didapatkan. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aseton merupakan produk samping dan produk utama dalam proses ini adalah gliserol. • Reaksi sangat eksotermis.

1.4.2 Alasan Pemilihan Proses

Seperti yang telah dijelaskan pada bagian sebelumnya, terdapat beberapa cara dalam proses pembuatan aseton. Proses yang sampai saat ini digunakan sebagian besar pabrik adalah proses cumene hydroperoxide dan proses dehidrogenasi isopropanol. Berikut perbandingan dari ketiga proses pembuatan aseton pada Tabel 1.8.

Tabel 1.8 Perbandingan Proses Pembuatan Aseton

Parameter	Cumene Hydroperoxide	Dehidrogenasi Isopropanol	Oksidasi Isopropanol
Suhu Operasi	80 – 130°C	200 – 350°C	400 – 600°C
Tekanan Operasi	620 kPa	150 – 235 kPa	1 – 1,5 atm
Konversi	75 – 85%	98,5%	95 – 98,4%
Katalis	Silica Alumina-rich	CuSiO ₂	CuO

Dari berbagai proses diatas dipilih menggunakan dehidrogenasi isopropanol dengan pertimbangan, antara lain:

1. Konversi yang dapat dicapai tinggi hingga 98,5%.
2. Suhu Operasi dan tekanan operasi yang tidak terlalu tinggi dibanding dengan proses lain, karena hal ini berkaitan dengan desain peralatan yang lebih hemat bahan serta sistem pengamanan yang lebih mudah terkontrol.
3. Pada proses dehidrogenasi isopropanol tidak memerlukan unit pemisah O₂ dari udara sebelum diumpun ke dalam reaktor.

4. Pada proses oksidasi timbul masalah terjadinya korosi pada alat sehingga apabila itu terjadi dapat mengganggu jalannya proses, sedangkan pada proses dehidrogenasi hal tersebut dapat diminimalisir.

Jika ditinjau dari pertimbangan diatas, maka pembuatan aseton dengan bahan baku isopropanol melalui proses dehidrogenasi katalitik cukup layak untuk dilakukan sehingga dipilih proses ini.

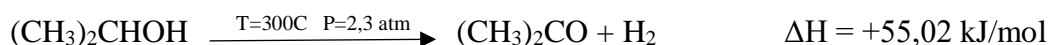
1.4.3 Kegunaan Produk

Aplikasi aseton yang paling utama yaitu sebagai solven untuk beberapa polimer, industri farmasi, dan kosmetik. Aseton juga dapat digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan *methyl methacrylate*, *bisphenol A*, *diasetone alcohol*, dan produk lain – lain.

1.4.4 Tinjauan Proses Secara Umum

Proses yang digunakan pada perancangan pabrik aseton ini adalah dehidrogenasi isopropanol. Reaksi dehidrogenasi merupakan reaksi kimia yang menghasilkan senyawa tak jenuh yang sifatnya lebih reaktif.

Pada pembuatan aseton ini isopropanol melepaskan atom hidrogen sesuai reaksi berikut:



Proses dehidrogenasi biasanya berlangsung pada suhu tinggi untuk mencapai hasil yang optimal dan kecepatan reaksi yang sesuai. Reaksi pembentukan aseton ini berlangsung pada suhu diatas 350°C. reaksi bersifat endotermis sehingga dibutuhkan sejumlah panas untuk mencapai kondisi reaksi tersebut. Proses dehidrogenasi ini menggunakan bantuan katalis agar reaksi dapat terjadi. Pada proses ini katalis yang digunakan adalah Cu-SiO₂.