

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan industri di Indonesia pada saat ini mengalami peningkatan di segala bidang, terutama industri yang bersifat padat modal dan teknologi Indonesia diharapkan mampu bersaing dengan negara-negara maju lainnya. Peningkatan yang pesat baik secara kualitatif maupun kuantitatif juga terjadi dalam industri kimia. Salah satu bahan kimia yang sangat dibutuhkan di industri kimia adalah aseton. Aseton banyak dipakai pada industri selulosa asetat, cat, serat, plastik, karet, kosmetik, perekat, obat-obatan, pernis, penyamakan kulit, pembuatan minyak pelumas, dan proses ekstraksi juga sebagai bahan baku pembuatan metil isobutil keton.

Aseton dikenal juga dengan dimetil keton atau 2-propanon, merupakan senyawa penting dari alipatik keton. Aseton pertama kali dihasilkan dengan cara distilasi kering dari kalsium asetat. Fermentasi karbohidrat menjadi aseton, butil dan etil alkohol yang menggantikan proses tersebut pada tahun 1920. Proses tersebut mengalami pembaruan pada tahun 1950 dan 1960 yaitu proses dehidrogenasi 2-propanol dan oksidasi *cumene* menjadi penol dan aseton. Bersamaan dengan proses oksidasi propena, metode ini menghasilkan lebih dari 95% aseton yang diproduksi di seluruh dunia (Ullmann, 2007). Kebutuhan aseton di Indonesia semakin lama semakin meningkat, tapi sampai saat ini masih belum ada perusahaan di Indonesia yang memproduksinya. Untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, Indonesia masih mendatangkan aseton dari Negara lain seperti: Amerika Serikat, belanda, Cina, Korea, Jepang dan Singapura. Indonesia mengimpor aseton pada tahun 2020-2025 sebanyak 15.820 ton dan 21.800 ton (BPS, 2020-2025).

Permasalahan ini harus diatasi, agar Indonesia tidak bergantung pada negara lain dalam pemenuhan kebutuhan dalam negerinya. Indonesia harus mulai membangun industri pembuatan aseton dalam negeri sehingga peningkatan

kebutuhan aseton dalam negeri dapat berjalan seimbang dengan pertumbuhan industrinya dan industri aseton dalam negeri dapat dimanfaatkan sebagai peluang emas untuk menambah devisa negara, yaitu dengan mengeksport hasil produksi dan dapat membuka lapangan kerja baru bagi sarjana Indonesia.

Pendirian pabrik aseton ini diharapkan mampu memberikan keuntungan sebagai berikut:

1. Berguna bagi pabrik industri kimia seperti cat, pernis, dan juga industri kosmetik, dimana semakin berkembang memungkinkan kebutuhan akan aseton semakin meningkat.
2. Menghemat sumber devisa negara karena dapat mengurangi ketergantungan impor.
3. Membantu pabrik-pabrik di Indonesia yang memakai aseton sebagai bahan bakunya, karena selain lebih murah kontinuitasnya juga terjaga.
4. Membuka lapangan kerja yang baru.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari prarancangan pabrik ini sebagai berikut:

1. Bagaimana memenuhi kebutuhan aseton di Indonesia yang terus meningkat tanpa bergantung pada impor dari luar negeri?
2. Bagaimana merancang pabrik aseton berbahan baku isopropil alkohol yang efisien dan layak secara teknis?
3. Bagaimana menentukan proses produksi yang optimal dalam perancangan pabrik aseton dari isopropil alkohol?

1.3 Tujuan Perancangan

Prarancangan pabrik aseton ini bertujuan untuk menerapkan Ilmu Teknik Kimia di bidang prarancangan, proses dan operasi teknik kimia sehingga akan memberikan gambaran kelayakan pabrik pembuatan aseton.

1.4 Manfaat Perancangan

Adapun manfaat prarancangan pabrik ini adalah agar mahasiswa lebih memahami dan berhadapan langsung dengan permasalahan-permasalahan yang akan dihadapi pada masa mendatang untuk merealisasikan ilmu yang telah dipelajari pada masa perkuliahan. Dalam hal ini juga diharapkan menjadi acuan bagi mahasiswa yang lainnya untuk mengembangkan pabrik aseton dengan

kapasitas atau hasil yang lebih baik. Manfaat lain yang ingin dicapai adalah terbukanya lapangan kerja dan memacu rakyat untuk meningkatkan produksi dalam negeri yang pada akhirnya akan meningkatkan kesejahteraan rakyat.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penyusunan dan penyelesaian tugas prarancangan pabrik aseton adalah pada neraca massa, neraca energi, pembuatan *flowsheet* pada kondisi *steady state*, pemasangan alat kontrol, spesifikasi peralatan, unit utilitas, dan analisa ekonomi.

1.6 Pemilihan Bahan Baku

Bahan baku merupakan kebutuhan utama bagi kelangsungan produksi suatu pabrik sehingga penyediaan bahan baku sangat prioritaskan. Bahan baku utama pembuatan aseton, berupa isopropil alkohol yang diperoleh dari PT. Samiraschem Indonesia, Jawa Barat dengan konsentrasi 88% dalam fase cair. Mengingat ketersediaan bahan baku yang banyak melimpah dan kebutuhan aseton yang besar, maka dapat dipertimbangkan lebih lanjut untuk mendirikan pabrik tersebut untuk memenuhi kebutuhan aseton.

Pemilihan bahan baku merupakan hal yang penting dalam produksi aseton, karena kemurnian produk yang dihasilkan dan desain pabrik tergantung dari kualitas bahan baku dari produk yang dihasilkan. Bahan baku yang digunakan adalah isopropil alkohol. Adapun beberapa hal yang dipertimbangkan mendasari pemilihan bahan baku tersebut adalah:

1. Bahan baku mudah di dapat karena telah diproduksi di Indonesia dengan jumlah yang besar.
2. Ketersediaan bahan baku cukup banyak sehingga kelangsungan pabrik serta kontinuitasnya dapat terjamin.

1.7 Kapasitas Produk

1.7.1 Kebutuhan Aseton di Indonesia

Salah satu bahan kimia yang tingkat impornya tinggi yaitu aseton. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik, impor aseton Indonesia pada tahun 2025 mencapai 21.800 ton Hal ini menunjukkan bahwa Indonesia sangat bergantung pada impor aseton dari

negara lain seperti Jepang, Singapura, Amerika Serikat, Belanda, Inggris, Jerman, dan Taiwan. Oleh karena itu, perlu adanya upaya untuk membangun pabrik produksi aseton dalam negeri.

Kapasitas produksi suatu pabrik dapat ditentukan dengan mengetahui nilai produksi, konsumsi, ekspor dan impor pasar setiap tahunnya. Selain itu, diperlukan estimasi nilai edar produk pada tahun berdirinya pabrik serta persentase pertumbuhan rata-rata tahunan. Dikarenakan Indonesia tidak memiliki pabrik aseton, oleh karena itu untuk menentukan kapasitas pabrik menggunakan data kenaikan impor aseton.

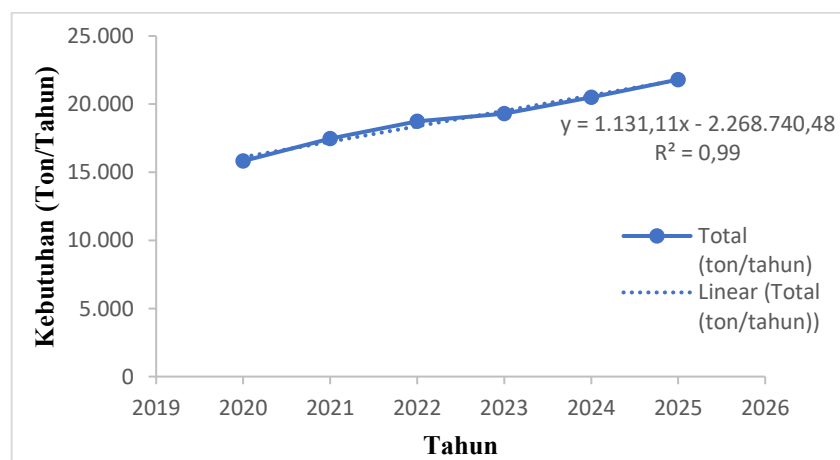
Data impor aseton menurut data Badan Pusat Statistik Nasional dapat dilihat pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Data Badan Pusat Statistik Nasional

Tahun	Total (ton/tahun)
2020	15.820
2021	17.460
2022	18.740
2023	19.309
2024	20.500
2025	21.800

Sumber: Badan Pusat Statistik, 2020-2025

Berdasarkan pertumbuhan impor aseton menurut Badan Pusat Statistik Nasional di Indonesia dapat dilihat pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Grafik Kebutuhan Aseton di Indonesia Tahun 2020-2025

Berdasarkan Gambar 1.1 dapat dilihat bahwa persamaan yang diperoleh adalah $y = 1.131,1x - 2.268.740,48$ dengan $R^2 = 0,99$. Kebutuhan aseton di Indonesia tiap tahunnya mengalami kenaikan sesuai dengan persamaan garis lurus: $y = 1131,1x - 2.268.740,48$ dimana y adalah kebutuhan aseton pada tahun tertentu dalam ton, sedangkan x adalah tahun ke yang akan dihitung. Kebutuhan impor aseton di Indonesia pada tahun 2030 adalah sebagai berikut:

$$y = 1131,1x - 2.268.740,48$$

$$y = 1131,1 (2029) - 2.268.740,48$$

$$y = 26.261,52 \text{ ton/tahun}$$

Sehingga kebutuhan impor aseton di Indonesia pada tahun 2029 diperkirakan sebesar 26.261,52 ton/tahun. Prediksi data kebutuhan impor pada tahun 2025 sampai 2029 menggunakan cara ekstrapolasi juga dapat dilihat pada Tabel 1.2

Tabel 1.2 Data Hasil Ekstrapolasi Kebutuhan Aseton Dalam Negeri

No.	Tahun	Konsumsi (Ton/Tahun)
1.	2026	22.868,12
2.	2027	23.999,22
3.	2028	25.130,32
4.	2029	26.261,52

(Sumber : Data Ekstrapolasi, 2025).

1.7.2 Kebutuhan Aseton di Luar Negeri

Aseton merupakan salah satu senyawa kimia golongan keton yang banyak digunakan sebagai pelarut dalam industri kimia. Aseton digunakan secara luas dalam industri seperti pembuatan plastik (bisphenol-A), farmasi, kosmetik, serta industri coating. Tingginya kebutuhan aseton di berbagai sektor industri menyebabkan permintaan aseton di dunia terus mengalami peningkatan. Negara-negara yang memiliki kebutuhan aseton di luar negeri dapat dilihat pada Tabel 1.3.

Tabel 1.3 Kebutuhan Aseton di Luar Negeri

No	Negara
1	India
2	Vietnam

3	Meksiko
4	Turki

Sumber: (United Nations Comtrade Database, 2026)

Untuk mengetahui berapa besar aseton yang dibutuhkan oleh tiap negara yang terdapat pada Tabel 1.3, maka dilakukan pencarian data kebutuhan impor aseton di setiap Negara.

1. Kebutuhan Impor Aseton di India

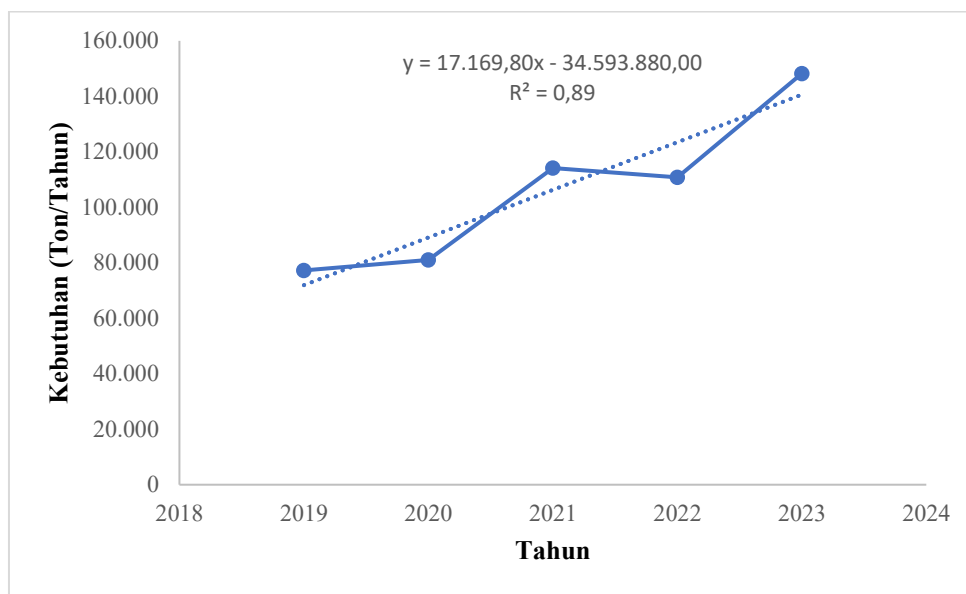
Kebutuhan impor aseton di negara India dianalisis untuk mengetahui besarnya peluang pasar aseton yang dapat dimanfaatkan dalam pengembangan industri, khususnya dalam perencanaan kapasitas pabrik. Data impor aseton di India menunjukkan tren peningkatan yang signifikan dari tahun ke tahun seiring dengan berkembangnya industri kimia, farmasi, dan plastik. Adapun data impor aseton di India pada tahun 2019–2024 dapat dilihat pada Tabel 1.2.

Tabel 1.4 Data Kebutuhan Aseton di India

Tahun	Jumlah Impor (Ton)
2019	77.248
2020	81.014
2021	114.168
2022	110.790
2023	148.209

Sumber: (United Nations Comtrade Database, 2026)

Dapat dilihat pada Tabel 1.4 data kebutuhan impor aseton di negara India dari tahun 2019-2023, India masih bergantung pada aseton impor. Untuk mengetahui kenaikan kebutuhan aseton negara India pada tahun 2029, maka dilakukan ekstrapolasi dari data kebutuhan impor pada tahun 2019-2023, kenaikan data impor aseton dapat dilihat pada persamaan grafik gambar 1.2.



Gambar 1.2 Grafik Kebutuhan Impor di India

Berdasarkan Gambar 1.2 dapat dilihat bahwa persamaan yang diperoleh adalah $y = 17.169,80x - 34.593.880,00$. Kebutuhan impor aseton India tiap tahunnya mengalami kenaikan sesuai dengan persamaan garis lurus: $y = 17.169,80x - 34.593.880,00$. dimana y adalah kebutuhan impor aseton pada tahun tertentu dalam ton, dan x adalah tahun ke yang akan diperkirakan. Hasil ekstrapolasi kebutuhan impor aseton di india dapat dilihat pada Tabel 1.5.

Tabel 1.5 Data Hasil Ekstrapolasi Kebutuhan Aseton di India

Tahun	Jumlah Impor (Ton)
2026	192.134,8
2027	209.304,6
2028	226.474,4
2029	243.644,2
2030	260.814

Sumber: (United Nations Comtrade Database, 2026)

Dapat dilihat Tabel 1.5 bahwa dari data hasil ekstrapolasi kebutuhan impor aseton di India setiap tahun nya terus meningkat. Diperkirakan kebutuhan impor di India pada tahun 2029 mencapai 243.644,2 ton, untuk mengetahui peluangnya mengekspor aseton ke negara India, maka dilakukan perhitungan peluang

kebutuhan aseton yang akan di ekspor ke India dengan asumsi selisih impor pada tahun 2029 dengan data impor tahun terakhir.

Peluang ekspor = Kebutuhan Impor pada tahun 2029 – Kebutuhan Impor pada data terakhir (2019)

Peluang ekspor = 243.644,2 – 77.248

Peluang ekspor = 166.396,2

Maka dapat diketahui bahwa pra-rancangan pabrik ini memiliki peluang untuk mengekspor aseton pada tahun 2029 mencapai 166.396,2 ton ke negara India.

2. Kebutuhan Impor Aseton di Vietnam

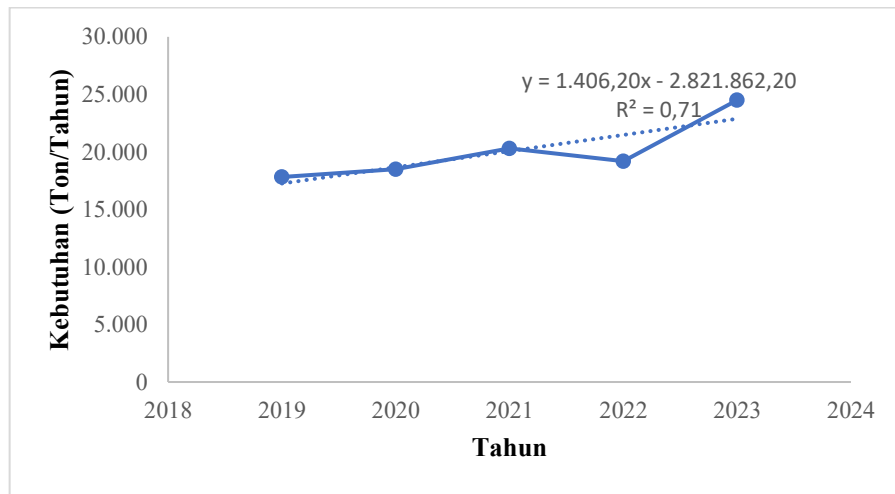
Kebutuhan impor aseton di negara Vietnam dianalisis untuk mengetahui besarnya peluang pasar aseton yang dapat dimanfaatkan dalam pengembangan industri, khususnya dalam perencanaan kapasitas pabrik. Data impor aseton di Vietnam menunjukkan tren peningkatan yang signifikan dari tahun ke tahun seiring dengan berkembangnya industri kimia, farmasi, dan plastik. Adapun data impor aseton di India pada tahun 2019–2024 dapat dilihat pada Tabel 1.6.

Tabel 1.6 Data Kebutuhan Aseton di Vietnam

Tahun	Jumlah Impor (Ton)
2019	17.819
2020	18.500
2021	20.321
2022	19.200
2023	24.500

Sumber: (United Nations Comtrade Database, 2026)

Dapat dilihat pada Tabel 1.6 data kebutuhan impor aseton di negara Vietnam dari tahun 2019-2023, Vietnam masih bergantung pada aseton impor. Untuk mengetahui kenaikan kebutuhan aseton negara Vietnam pada tahun 2029, maka dilakukan ekstrapolasi dari data kebutuhan impor pada tahun 2019-2023, kenaikan data impor aseton dapat dilihat pada persamaan grafik gambar 1.3.



Gambar 1.3 Grafik Kebutuhan Impor di Vietnam

Berdasarkan Gambar 1.3 dapat dilihat bahwa persamaan yang diperoleh adalah $y = 1.406,20x - 2.821.862,20$. Kebutuhan impor aseton Vietnam tiap tahunnya mengalami kenaikan sesuai dengan persamaan garis lurus: $y = 1.406,20x - 2.821.862,20$, dimana y adalah kebutuhan impor aseton pada tahun tertentu dalam ton, dan x adalah tahun ke yang akan diperkirakan. Hasil ekstrapolasi kebutuhan impor aseton di Vietnam dapat dilihat pada Tabel 1.7.

Tabel 1.7 Data Hasil Ekstrapolasi Kebutuhan Aseton di Vietnam

Tahun	Jumlah Impor (Ton)
2026	27.099
2027	28.505,2
2028	29.911,4
2029	31.317,6
2030	32.723,8

Dapat dilihat Tabel 1.7 bahwa dari data hasil ekstrapolasi kebutuhan impor aseton di Vietnam setiap tahun nya terus meningkat. Diperkirakan kebutuhan impor di Vietnam pada tahun 2029 mencapai 31.317,6 ton, untuk mengetahui peluangnya mengekspor aseton ke negara Vietnam, maka dilakukan perhitungan peluang kebutuhan aseton yang akan di ekspor ke Vietnam dengan asumsi selisih impor pada tahun 2029 dengan data impor tahun terakhir.

Peluang ekspor = Kebutuhan Impor pada tahun 2029 – Kebutuhan Impor pada data terakhir (2019)

Peluang ekspor = $31.317,6 - 17.819$

Peluang ekspor = 13.498,6

Maka dapat diketahui bahwa pra-rancangan pabrik ini memiliki peluang untuk mengekspor aseton pada tahun 2029 mencapai 13.498,6 ton ke negara Vietnam.

3. Kebutuhan Impor Aseton di Meksiko

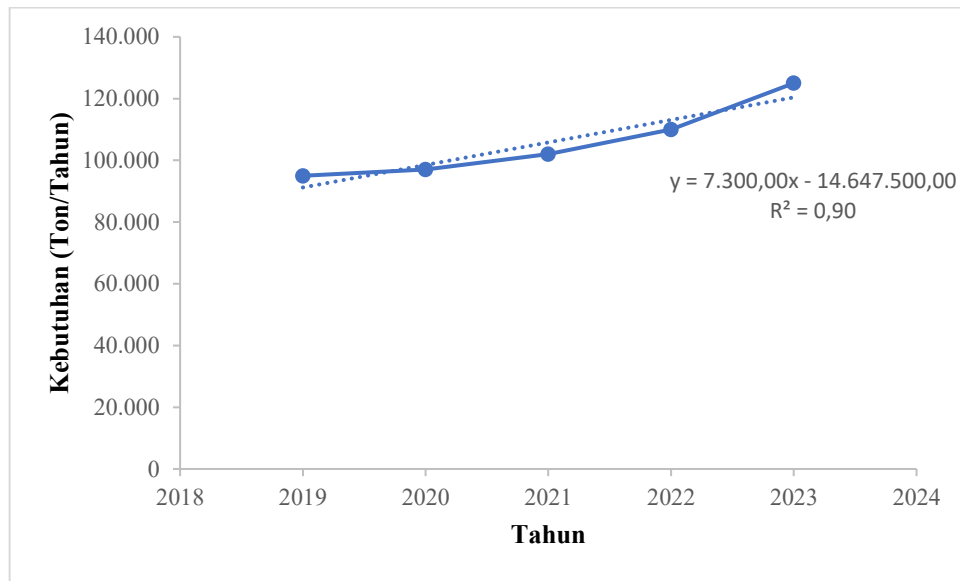
Kebutuhan impor aseton di negara Meksiko dianalisis untuk mengetahui besarnya peluang pasar aseton yang dapat dimanfaatkan dalam pengembangan industri, khususnya dalam perencanaan kapasitas pabrik. Data impor aseton di Meksiko menunjukkan tren peningkatan yang signifikan dari tahun ke tahun seiring dengan berkembangnya industri kimia, farmasi, dan plastik. Adapun data impor aseton di Meksiko pada tahun 2019–2024 dapat dilihat pada Tabel 1.8.

Tabel 1.8 Data Kebutuhan Aseton di Meksiko

Tahun	Jumlah Impor (Ton)
2019	95.000
2020	97.000
2021	102.000
2022	110.000
2023	125.000

Sumber: (United Nations Comtrade Database, 2026)

Dapat dilihat pada Tabel 1.8 data kebutuhan impor aseton di negara Meksiko dari tahun 2019-2023, Meksiko masih bergantung pada aseton impor. Untuk mengetahui kenaikan kebutuhan aseton negara Meksiko pada tahun 2029, maka dilakukan ekstrapolasi dari data kebutuhan impor pada tahun 2019-2023, kenaikan data impor aseton dapat dilihat pada persamaan grafik gambar 1.4.



Gambar 1.4 Grafik Kebutuhan Impor di Meksiko

Berdasarkan Gambar 1.4 dapat dilihat bahwa persamaan yang diperoleh adalah $y = 7.300,00x - 14.647.500,00$. Kebutuhan impor aseton Meksiko tiap tahunnya mengalami kenaikan sesuai dengan persamaan garis lurus: $y = 7.300,00x - 14.647.500,00$, dimana y adalah kebutuhan impor aseton pada tahun tertentu dalam ton, dan x adalah tahun ke yang akan diperkirakan. Hasil ekstrapolasi kebutuhan impor aseton di Meksiko dapat dilihat pada Tabel 1.9.

Tabel 1.9 Data Hasil Ekstrapolasi Kebutuhan Aseton di Meksiko

Tahun	Jumlah Impor (Ton)
2026	142.300
2027	149.600
2028	156.900
2029	164.200
2030	171.500

Dapat dilihat Tabel 1.9 bahwa dari data hasil ekstrapolasi kebutuhan impor aseton di Meksiko setiap tahun nya terus meningkat. Diperkirakan kebutuhan impor di Meksiko pada tahun 2029 mencapai 164.200 ton, untuk mengetahui peluangnya mengekspor aseton ke negara Meksiko, maka dilakukan perhitungan peluang kebutuhan aseton yang akan di ekspor ke Meksiko dengan asumsi selisih impor pada tahun 2029 dengan data impor tahun terakhir.

Peluang ekspor = Kebutuhan Impor pada tahun 2029 – Kebutuhan Impor pada data terakhir (2019)

Peluang ekspor = 164.200 – 95.000

Peluang ekspor = 69.200

Maka dapat diketahui bahwa pra-rancangan pabrik ini memiliki peluang untuk mengekspor aseton pada tahun 2029 mencapai 69.200 ton ke negara Meksiko.

4. Kebutuhan Impor Aseton di Turki

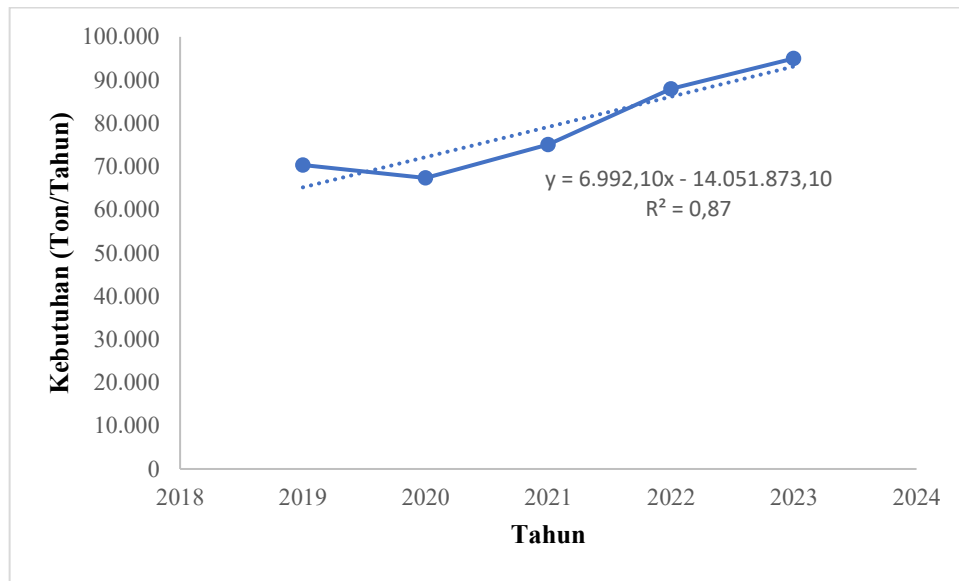
Kebutuhan impor aseton di negara Turki dianalisis untuk mengetahui besarnya peluang pasar aseton yang dapat dimanfaatkan dalam pengembangan industri, khususnya dalam perencanaan kapasitas pabrik. Data impor aseton di Turki menunjukkan tren peningkatan yang signifikan dari tahun ke tahun seiring dengan berkembangnya industri kimia, farmasi, dan plastik. Adapun data impor aseton di Turki pada tahun 2019–2024 dapat dilihat pada Tabel 1.10.

Tabel 1.10 Data Kebutuhan Aseton di Turki

Tahun	Jumlah Impor (Ton)
2019	70.367
2020	67.345
2021	75.093
2022	88.000
2023	95.000

Sumber: (United Nations Comtrade Database, 2026)

Dapat dilihat pada Tabel 1.10 data kebutuhan impor aseton di negara Turki dari tahun 2019-2023, Turki masih bergantung pada aseton impor. Untuk mengetahui kenaikan kebutuhan aseton negara Turki pada tahun 2029, maka dilakukan ekstrapolasi dari data kebutuhan impor pada tahun 2019-2023, kenaikan data impor aseton dapat dilihat pada persamaan grafik gambar 1.5.



Gambar 1.5 Grafik Kebutuhan Impor di Turki

Berdasarkan Gambar 1.5 dapat dilihat bahwa persamaan yang diperoleh adalah $y = 6.992,10x - 14.051.873,10$ Kebutuhan impor aseton Turki tiap tahunnya mengalami kenaikan sesuai dengan persamaan garis lurus: $y = 6.992,10x - 14.051.873,10$ dimana y adalah kebutuhan impor aseton pada tahun tertentu dalam ton, dan x adalah tahun ke yang akan diperkirakan. Hasil ekstrapolasi kebutuhan impor aseton di Turki dapat dilihat pada Tabel 1.11.

Tabel 1.11 Data Hasil Ekstrapolasi Kebutuhan Aseton di Turki

Tahun	Jumlah Impor (Ton)
2026	114.121,5
2027	121.113,6
2028	128.105,7
2029	135.097,8
2030	142.089,9

Dapat dilihat Tabel 1.11 bahwa dari data hasil ekstrapolasi kebutuhan impor aseton di Turki setiap tahun nya terus meningkat. Diperkirakan kebutuhan impor di Turki pada tahun 2029 mencapai 135.097,8 ton, untuk mengetahui peluangnya mengeksport aseton ke negara Turki, maka dilakukan perhitungan peluang kebutuhan aseton yang akan di ekspor ke Turki dengan asumsi selisih impor pada tahun 2029 dengan data impor tahun terakhir.

Peluang ekspor = Kebutuhan Impor pada tahun 2029 – Kebutuhan Impor pada data terakhir (2019)

Peluang ekspor = 135.097,8 – 70.367

Peluang ekspor = 64.730,8

Maka dapat diketahui bahwa pra-rancangan pabrik ini memiliki peluang untuk mengekspor aseton pada tahun 2029 mencapai 64.730,8 ton ke negara Turki. Berdasarkan data kebutuhan aseton di dunia di dapat maka kebutuhan impor aseton di luar negeri dapat dihitung dengan menjumlahkan total kebutuhan impor sebagai berikut:

Kebutuhan impor di luar negeri = Kebutuhan impor India + Kebutuhan impor Vietnam + Kebutuhan impor Meksiko + Kebutuhan impor Turki

Kebutuhan impor di luar negeri = (166.396,2 + 13.498,6 + 69.200 + 64.730,8)
ton/tahun

Kebutuhan impor di luar negeri = 313.825,6 ton/tahun

Berikut perhitungan kapasitas produksi pada tahun 2029

Permintaan produk = kebutuhan dalam negeri + kebutuhan luar negeri
= 26.261,52 ton/tahun + 313.825,6 ton/tahun
= 340.087,12

Peluang kapasitas = total permintaan produk x 50%
= 340.087,12 x 50%
= 170.043,5 ton/tahun

Kapasitas produksi ditetapkan sebesar 50% dari total peluang pasar dengan mempertimbangkan kondisi industri aseton yang hingga saat ini belum memiliki pabrik produksi di Indonesia dan jumlah produsen di tingkat global juga masih terbatas. Pendekatan ini dilakukan untuk menghindari risiko kelebihan produksi, sekaligus mempertimbangkan potensi masuknya produsen baru di masa mendatang. Maka, kapasitas produksi pabrik aseton yang akan didirikan pada tahun 2029 dirancang sebesar 175.000 Ton/Tahun, dimana 15% untuk memenuhi kebutuhan Indonesia dan sisanya sebesar 85% di ekspor ke luar negeri.

1.7.3 Pabrik Aseton yang Sudah Berdiri

Pabrik aseton yang sudah berdiri dapat dilihat pada Tabel 1.12.

Tabel 1.12 Pabrik Aseton yang Sudah Berdiri

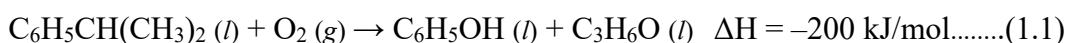
Nama Pabrik	Negara	Kapasitas (Ton/Tahun)	Sumber
INEOS Phenol	Mobile, USA	330.000	INEOS (2005)
INEOS Phenol	Nanjing, China	250.000	INEOS (2010)
Mitsui Chemicals	Jurong Island, Singapore	185.000	INEOS (2022)
PKN Orlen	Plock, Polandia	34.000	ICIS (2025)

1.8 Pemilihan Proses

Beberapa proses pembuatan aseton menurut Kirk & Othmer, 1997 yaitu seperti penjelasan dibawah ini.

1.8.1 Proses Cumene Hidroperoksida

Proses *cumene hidroperoksida* ini mula-mula *Cumene* Dioksidasi menjadi *Cumene Hidroperoksida* dengan udara atmosfir atau udara yang kaya oksigen dalam satu atau beberapa oksidasinya. Temperatur yang digunakan adalah antara 80°C-130°C dengan tekanan 6 atm, serta dengan penambahan Na₂CO₃ pada umumnya proses oksidasi ini dijalankan dalam 3 atau 4 reaktor yang dipasang seri. Reaksi:



Pada proses pembuatan Alir Proses *Cumene Hidroperoksida* ada 8 tahap

A. Tahap Oksidasi *Cumene* di Reaktor A

Pada tahap awal, *cumene* cair masuk ke reaktor-reaktor A secara berurutan, sementara udara juga dialirkan dari bawah sebagai sumber oksigen. Di dalam reaktor ini, oksigen dari udara bereaksi dengan *cumene* membentuk *cumene hydroperoxide* (CHP). Karena reaksi oksidasi bersifat eksotermis, suhu reaktor dijaga pada kisaran sekitar 80–120 °C, sedangkan tekanannya umumnya beberapa bar agar sistem tetap stabil dan tidak banyak kehilangan komponen volatil.

Keluaran dari setiap reaktor A adalah campuran cair yang masih mengandung *cumene* belum bereaksi, CHP, dan sedikit produk samping.

Sementara itu, gas yang tidak terserap atau tidak bereaksi akan ikut terbawa menuju bagian pemisahan gas di atas. Jadi, dari tahap ini keluaran utamanya bukan produk murni, melainkan campuran oksidasi yang masih perlu diproses lagi .

B. Tahap Pemisahan Gas dan *Vent* di B, C, D

Setelah keluar dari rangkaian reaktor A, aliran masuk ke unit B. Unit ini berfungsi sebagai pemisah gas-cair atau flash drum, sehingga fase gas dapat dipisahkan dari fase cair. Gas yang terlepas kemudian dialirkan ke jalur atas menuju C dan D, lalu dibuang sebagai vent. Jalur vent ini penting untuk melepaskan gas sisa, terutama udara berlebih, uap ringan, dan gas tidak bereaksi. Keluaran dari unit B adalah cairan yang lebih bersih dari gas, tetapi masih mengandung CHP dan komponen organik lain. Karena itu, cairan ini diteruskan ke tahap reaksi berikutnya, sedangkan keluaran gasnya masuk ke sistem vent agar tekanan proses tetap terjaga dan tidak terjadi penumpukan gas di dalam peralatan C.

C. Tahap Dekomposisi CHP di Reaktor E

Aliran cair dari unit B masuk ke reaktor E, yaitu tempat pemecahan CHP menjadi produk utama. Pada tahap ini ditambahkan H_2O dan SO_2 . Air berfungsi sebagai medium pencampur dan membantu pengenceran sistem, sedangkan SO_2 membantu membentuk kondisi asam/reduksi tertentu yang mendukung terjadinya pemecahan CHP menjadi fenol dan aseton. Di tahap ini, suhu operasi biasanya lebih rendah dari reaktor oksidasi, sekitar 60–85 °C pada tahap awal, dan pada sistem tertentu bisa dinaikkan sampai 110–150 °C pada tahap lanjutan. Tekanannya umumnya mendekati atmosfer rendah atau 450–760 mmHg, tergantung desain proses. Keluaran dari reaktor E adalah campuran fenol, aseton, *cumene* sisa, AMS, air, serta sisa pengotor reaksi.

D. Tahap Pengondisian/Pencucian di F dan G

Setelah reaktor E, aliran masuk ke unit F dan G yang berfungsi sebagai tahap pencucian, netralisasi, atau conditioning sebelum pemurnian. Pada bagian ini, sisa asam atau komponen pengganggu dari reaksi sebelumnya dikurangi agar campuran lebih aman dan lebih mudah dipisahkan di kolom-kolom berikutnya. Air yang digunakan pada sistem ini membantu menarik komponen polar dan menurunkan keasaman campuran. Keluaran dari tahap F-G biasanya berupa aliran

cair yang sudah lebih stabil, dengan kandungan asam lebih rendah dan siap dipisahkan secara bertingkat. Suhu dijaga sekitar 30–60 °C agar tidak ada reaksi samping tambahan, sedangkan tekanannya dekat atmosfer atau sedikit di atasnya tergantung sistem pompa dan perpindahan ke kolom berikutnya.

E. Tahap Pemisahan *Light Ends* dan Aseton di H dan I

Campuran dari tahap sebelumnya masuk ke kolom H dan I. Di sini mulai dilakukan pemisahan komponen ringan. Pada gambar terlihat aliran keluar dari bagian ini berupa Lights dan Acetone, sedangkan sisanya menuju tahap berikutnya. Artinya, kolom H dan I berfungsi untuk mengeluarkan komponen dengan titik didih rendah terlebih dahulu. Keluaran atas dari kolom ini adalah campuran lights dan aseton. Dari gambar, aliran ini kemudian diarahkan ke oil-water separator, artinya aliran tersebut masih mengandung campuran organik dan air sehingga perlu dipisahkan lagi. Keluaran bawah dari tahap ini adalah campuran yang masih mengandung cumene, AMS, dan fenol, lalu diteruskan ke kolom berikutnya.

F. Tahap Pemulihan *Cumene* di J

Aliran dari tahap sebelumnya masuk ke kolom J, yang berfungsi untuk memisahkan cumene yang belum bereaksi. Cumene ini penting untuk dipulihkan karena masih bernilai sebagai bahan baku dan biasanya akan direcycle kembali ke awal proses. Jadi, keluaran atas atau keluaran tertentu dari kolom J adalah cumene recovery, sedangkan sisa bawahnya masih mengandung AMS dan komponen yang lebih berat. Pada tahap ini, suhu dipertahankan pada kondisi distilasi menengah dan tekanan biasanya lebih rendah daripada atmosfer normal atau disesuaikan agar pemisahan cumene lebih efisien. Keluaran cumene yang sudah dipisahkan kemudian dapat dikembalikan ke unit awal proses untuk menghemat bahan baku.

G. Tahap Pemisahan AMS di K

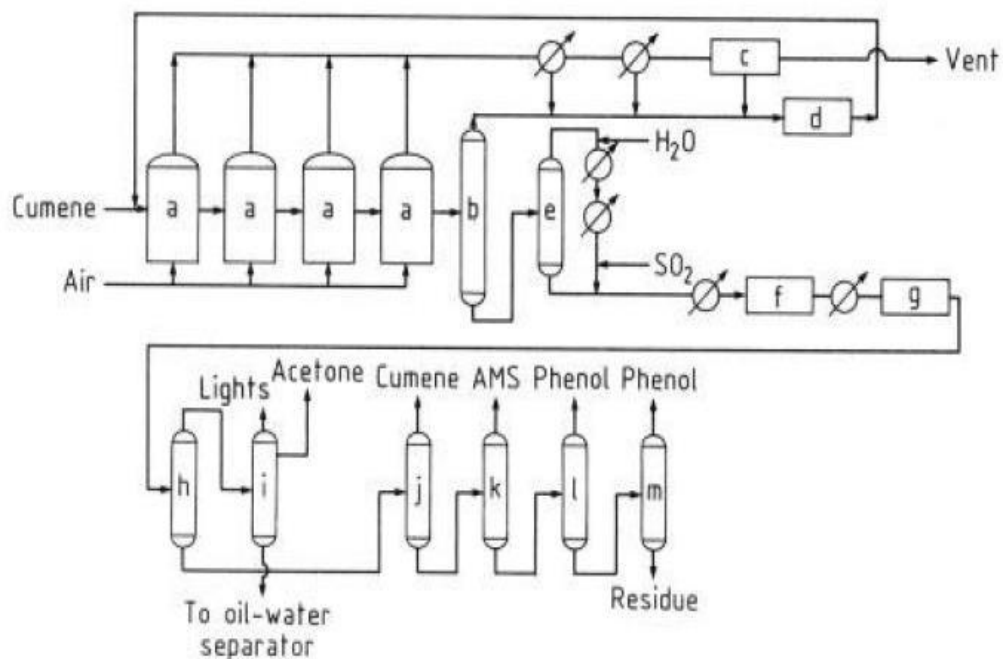
Selanjutnya aliran masuk ke kolom K untuk memisahkan AMS (alpha-methyl styrene). AMS adalah produk samping yang terbentuk selama proses dan harus dipisahkan sebelum fenol dimurnikan. Dari kolom ini, AMS biasanya keluar sebagai salah satu aliran produk samping, sedangkan sisanya masih mengandung fenol dan komponen berat lain.

Kondisi operasi kolom ini juga berupa distilasi, sehingga tekanan dijaga cukup

rendah agar fenol tidak terlalu terdegradasi oleh suhu tinggi. Hasil keluaran tahap ini adalah aliran yang lebih kaya fenol dan lebih sedikit pengotor ringan.

H. Tahap Pemurnian Fenol di L dan M

Tahap terakhir ada pada kolom L dan M. Di sini campuran dipisahkan untuk memperoleh phenol sebagai produk utama. Kolom L menghasilkan aliran fenol, lalu kolom M melakukan pemurnian lanjutan hingga diperoleh fenol yang lebih murni. Pada bagian bawah kolom terakhir, terlihat keluaran residue, yaitu komponen berat yang tidak dapat dimanfaatkan lagi. Keluaran atas dari tahap ini adalah fenol murni, sedangkan keluaran bawahnya berupa residu. Pemisahan dilakukan pada tekanan rendah atau vakum ringan agar fenol dapat dipisahkan tanpa pemanasan berlebih. Ini penting karena fenol memiliki titik didih tinggi dan bisa mengalami degradasi jika dipanaskan terlalu ekstrem. Berikut merupakan diagram Alir Proses *Cumene Hidroperoksida* dapat dilihat pada Gambar 1.6



Gambar 1.6 Diagram Alir Proses *Cumene Hidroperoksida* (Ullmann, 2005).

Tabel 1.13 Analisis Ekonomi Awal Proses *Cumene Hidroperoksida*

	Bahan baku		Produk	
	Cumene	Oksigen	Fenol	Aseton
Berat molekul	120,19 gr/mol	32 gr/mol	94,11 gr/mol	58,08 gr/mol
Harga per Kg	Rp 18.000	Rp 5.000	Rp 18.000	Rp 59.000
Kebutuhan	1 mol × 120,19 gr/mol = 120,19 gr = 0,120 kg	1 mol × 32 gr/mol = 32 gr = 0,032 kg	1 mol × 94,11 gr/mol = 94,11 gr = 0,094 kg	1 mol × 58,08 gr/mol = 58,08 gr = 0,058 kg
Harga total	0,120 kg × Rp 18.000 = Rp 2.160	0,032 kg × Rp 5.000 = Rp 160	0,094 kg × Rp 18.000 = Rp 1.692	0,058 kg × Rp 59.000 = Rp 3.422
Analisa ekonomi	= Produk – Reaktan = (Rp 1.692 + Rp 3.422) – (Rp 2.160 + Rp 160) = Rp 5.114 – Rp 2.320 = Rp 2.794/ kg = Rp 2.794.000 / ton			

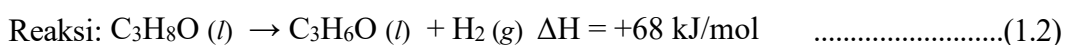
Berdasarkan Analisa ekonomi awal maka persentase keuntungan diperoleh sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \% \text{ Keuntungan} &= \frac{\text{Rp. 2.794/ kg}}{\text{Rp. 5.114}} \times 100\% \\
 &= 54,63 \%
 \end{aligned}$$

Maka persen keuntungan yang didapat dari analisa ekonomi awal sebesar 54,63 % dari produksi.

1.8.2 Proses Dehidrogenasi Isopropil Alkohol

Selain proses *cumene hidroperoksida* ada proses lain yang sangat penting untuk memproduksi aseton adalah dehidrogenasi katalitik dimana reaksinya adalah endotermis.



Pada proses pembuatan aseton menggunakan proses dehidrogenasi Isopropil Alkohol dengan bantuan katalis ZnO dibagi dalam tiga tahap, yaitu:

A. Tahap Persiapan Bahan Baku

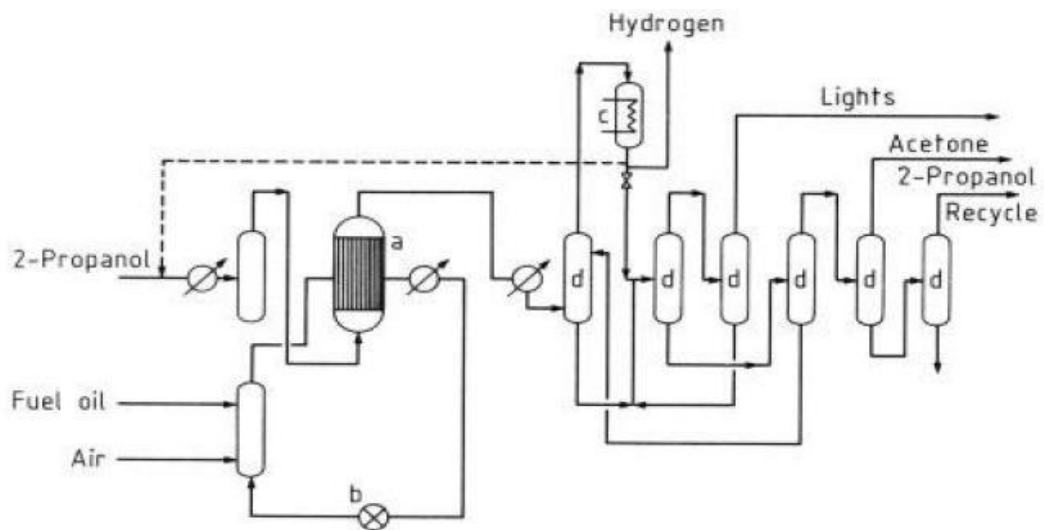
Tahap persiapan bahan baku yang digunakan berasal dari PT. Samiraschem Indonesia, Jawa Barat. Bahan baku isopropil alkohol dengan kemurnian 88% disimpan dalam tangki penyimpanan pada suhu 30°C tekanan 1 atm. Bahan baku berupa isopropil alkohol kemudian dinaikkan tekanannya menggunakan Pompa (Pump-101) sebesar 2,5 atm yang kemudian dialirkan ke Vaporizer (Vap-101) untuk diuapkan dan dipanaskan hingga mendekati kondisi operasi pada reaktor, yaitu sebesar 500°C dan tekanan sebesar 2,5 atm.

B. Tahap Pembentukan Aseton

Tahap ini bertujuan untuk mereaksikan isopropil alkohol dengan reaksi menghilangkan atom hidrogen (dehidrogenasi) menjadi aseton, di mana produk yang dihasilkan berbentuk gas pada suhu 500°C. Unit pembentukan aseton ini dijalankan dalam *multitube fixed bed reactor* yang beroperasi pada suhu 500°C, tekanan 2,5 atm. Katalis yang digunakan adalah *zinc oxide* (ZnO) dengan pertimbangan bahwa reaksi dapat mencapai hasil konversi yang tinggi, yaitu 90% dari total isopropil alkohol yang masuk reaktor. Gas keluar pada bagian atas reaktor memiliki suhu 500°C.

C. Tahap pemisahan dan pemurnian produk

Tahap pemisahan produk dilakukan untuk memisahkan produk dari produk samping yaitu gas H₂ dalam separator. Proses ini terjadi penyerapan komponen cair oleh air sehingga gas yang tidak larut seperti hidrogen dapat dipisahkan dari campuran. Hidrogen kemudian keluar dalam fase gas, sedangkan fase cair yang terdiri dari aseton, isopropil alkohol, dan air dialirkan menuju distilasi. Campuran cair tersebut kemudian dipisahkan menggunakan distilasi. Aseton diambil sebagai hasil atas sedangkan campuran isopropil alkohol dan air sebagai hasil bawah. Berikut Diagram Alir Proses Dehidrogenasi Isopropil Alkohol dapat dilihat pada Gambar 1.7



Gambar 1.7 Diagram Alir Proses Dehidrogenasi Isopropil Alkohol (Ullmann, 2005).

Tabel 1.14 Analisis Ekonomi Awal Proses Dehidrogenasi Isopropil Alkohol

	Bahan baku	Produk	
	Isopropil alkohol	Aseton	Hidrogen
Berat molekul	60,10 gr/mol	58,08 gr/mol	2,02 gr/mol
Harga per Kg	Rp 21.515	Rp 59.000	Rp 85.000
Kebutuhan	1 mol $\times$ 60,10 gr/mol = 60,10 gr = 0,060 kg	1 mol $\times$ 58,08 gr/mol = 58,08 gr = 0,058 kg	1 mol $\times$ 2,02 gr/mol = 2,02 gr = 0,002 kg
Harga total	0,060 kg $\times$ Rp 21.515 = Rp 1.290,9	0,058 kg $\times$ Rp 59.000 = Rp 3.422	0,002 kg $\times$ Rp 85.000 = Rp 170
Analisa ekonomi	= Produk – Reaktan = (Rp 3.422 + Rp 170) – (Rp 1.290,9) = Rp 3.592 – Rp 1.290,9 = Rp 2.301/ kg = Rp 2.301.000 / ton		

Berdasarkan Analisa ekonomi awal maka persentase keuntungan diperoleh sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\% \text{ Keuntungan} &= \frac{\text{Rp. 2.301 kg}}{\text{Rp. 3.592}} \times 100\% \\ &= 64,05 \%\end{aligned}$$

Maka persen keuntungan yang didapat dari analisa ekonomi awal sebesar 64,05 % dari produksi.

1.9 Perbandingan Proses

Berikut beberapa keuntungan dan kerugian dari masing-masing proses seperti yang terdapat pada Tabel 1.15.

Tabel 1.15 Kelebihan dan Kekurangan Proses Pembuatan Aseton

Proses	<i>Cumene Hidroperoksida</i>	Dehidrogenasi Isopropil Alkohol
Bahan Baku	<i>Cumene</i>	Isopropil Alkohol
Jenis Reaksi	Eksoterm	Endoterm
Katalis	Na ₂ CO ₃	ZnO
Waktu Tinggal	3-6 Jam	30 detik
Temperatur	80-130 °C	400-600°C
Tekanan	6 atm	1,5-3 atm
Proses yang proven	Jarang digunakan	Sering digunakan
Kemurnian Produk	75-85%	78-98%
Analisa ekonomi awal	% Keuntungan = 54,63 %	% Keuntungan = 64,05 %

Berdasarkan uraian di atas, maka dalam prarancangan pabrik Aseton, dipilih proses Dehidrogenasi Isopropil Alkohol. Pertimbangan pemilihan proses ini adalah:

1. Proses dehidrogenasi isopropil alkohol tidak memerlukan tekanan tinggi untuk proses pembuatan aseton.
2. Proses dehidrogenasi isopropil alkohol hanya menggunakan satu reaktor dan tiga distilasi sehingga ekonomis dan lebih hemat energi.
3. Proses dehidrogenasi isopropil alkohol memiliki tingkat kemurnian produk lebih tinggi.

1.10 Lokasi Pabrik

Lokasi pabrik sangat berpengaruh terhadap keberadaan suatu proyek

industri baik dari segi komersial maupun kemungkinan pengembangan di masa mendatang. Banyak faktor yang harus dipertimbangkan dalam memilih lokasi pabrik. Pendirian pabrik direncanakan di Depok, Jawa Barat. Pemilihan lokasi didasarkan pada pertimbangan-pertimbangan di bawah ini.

1. Faktor Primer

1) Sumber Bahan Baku

Penyediaan bahan baku merupakan hal yang paling penting dalam mengoperasikan pabrik, karena pabrik beroperasi atau tidak sangat tergantung pada persediaan bahan baku atau pelabuhan tempat masuknya barang. Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan aseton yaitu isopropil alkohol dari PT.Samiraschem Indonesia, Jawa Barat.

2) Pemasaran

Prospek pasar menjadi sangat penting karena untung ruginya suatu pabrik sangat tergantung pada pemasaran produknya, sehingga lokasi pabrik harus didirikan di daerah yang cerah prospek pemasarannya. Produk aseton banyak dibutuhkan oleh industri cat, vernish, selulosa, karet dan kosmetik. Oleh karena itu sangat menguntungkan bila pabrik aseton ini didirikan di lokasi yang berdekatan dengan industri-industri tersebut. Selama ini pabrik pengimpor aseton yang membutuhkan bahan baku sebagian besar berlokasi di Jawa Barat dan sekitarnya.

3) Sarana Transportasi

Sasaran pemasaran sebagian besar adalah untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri di samping sebagian sisa lainnya untuk diekspor. Untuk itu lokasi pabrik harus berdekatan dengan sarana perhubungan laut dan darat. Di Jawa Barat telah tersedia sarana transportasi yang memadai seperti jalan raya baik jalan yang biasa maupun jalan tol dan dekat dengan pelabuhan yang akan mempermudah pengangkutan bahan baku dan produk.

4) Utilitas

Untuk kelancaran operasi pabrik, perlu diperhatikan sarana-sarana pendukung seperti air, listrik dan lain-lain, agar proses produksi dapat berjalan dengan baik. Penyediaan tenaga listrik diperoleh dari PLTU dan generator set sebagai cadangan. Penyediaan air diperoleh dari air laut, sedang steam yang

akan digunakan merupakan pemanfaatan dari Boiler.

5) Tenaga Kerja

Tenaga kerja sebagian besar dapat diambil dari penduduk sekitar karena lokasi cukup dekat dengan pemukiman sehingga selain memenuhi kebutuhan tenaga kerja juga membantu meningkatkan taraf hidup penduduk setempat.

2. Faktor Sekunder

1) Perluasan Area Pabrik

Dengan melihat perkembangan kebutuhan masa mendatang yang terus meningkat, maka perlu dipertimbangkan faktor perluasan pabrik. Jawa Barat merupakan suatu kawasan industri yang telah memenuhi faktor kelayakan baik mengenai iklim, sosial dan karakteristik lingkungan. Sehingga tidak menghambat pendirian dan kelangsungan operasional dari pabrik.

2) Karakteristik Lokasi

Karakteristik lokasi menyangkut iklim di daerah tersebut, yang tidak rawan terjadinya banjir, serta kondisi sosial masyarakatnya. Dalam hal ini Jawa Barat bisa digunakan sebagai lokasi pendirian pabrik aseton.

3) Kebijakan Pemerintah

Pendirian pabrik perlu memperhatikan beberapa faktor kepentingan yang terkait didalamnya, kebijaksanaan pengembangan industri, dan hubungannya dengan pemerataan kesempatan kerja, kesejahteraan dan hasil-hasil pembangunan. Disamping itu, pabrik yang didirikan juga harus berwawasan lingkungan, artinya keberadaan pabrik tersebut tidak mengganggu atau merusak lingkungan sekitarnya.

4) Kemasyarakatan

Dengan masyarakat yang akomodatif terhadap perkembangan industri dan tersedianya fasilitas umum untuk hidup bermasyarakat, maka lokasi di Jawa Barat dirasa tepat. Dari pertimbangan faktor-faktor di atas, maka dipilih daerah Jawa Barat sebagai pendirian pabrik Aseton. Lokasi pendirian pabrik aseton dapat dilihat pada Gambar 1.8



Gambar 1.8 Lokasi Pendirian Pabrik Aseton