

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik

Selama beberapa tahun terakhir, perkembangan industri di Indonesia mengalami pertumbuhan yang sangat pesat. Namun, pertumbuhan ini belum sepenuhnya didukung dengan baik oleh ketersediaan bahan baku di dalam negeri. Sehingga, industri di Indonesia sebagian besar masih bergantung kepada impor bahan baku dari negara-negara yang lebih maju seperti Jepang, China, Jerman, dan Belanda. Ketergantungan industri terhadap bahan baku impor tentunya akan berdampak pada keuntungan yang diperoleh industri-industri tersebut berdasarkan melemahnya nilai tukar rupiah, sehingga membuat harga bahan baku impor tidak stabil dan cenderung akan naik. Pengeluaran operasional seperti pendistribusian juga kian meningkat yang membebani sektor usaha sehingga keadaan sekarang menuntut kelincahan dan daya serasi industri dalam menyesuaikan diri dengan fluktuasi pasar demi kelangsungan usahanya (Siswantara, 2024).

Isopropil benzena biasa digunakan sebagai bahan baku industri kimia yang diperlukan untuk membuat fenol, resin fenolik dan aseton. Industri kimia ini telah berkembang di Indonesia, tetapi masih bergantung terhadap impor bahan baku isopropil benzena untuk menunjang proses produksinya (Norouzi *et al.*, 2014). Isopropil benzena dengan rumus molekul C_9H_{12} atau biasa disebut dengan cumene telah diproduksi dalam skala industri sejak tahun 1950. Isopropil benzena merupakan senyawa aromatik tunggal berbentuk cairan tak berwarna yang memiliki bau khas, dan merupakan salah satu produk petrokimia yang kebutuhannya terus meningkat sejalan dengan berkembangnya permintaannya sebagai bahan baku produksi kimia seperti fenol, aseton, solvent, dan beberapa zat aditif lainnya (Kirk-Othmer, 2001).

Pendirian pabrik isopropil benzena dapat dikatakan menguntungkan dilihat dari perspektif *supply* dan *demand*. Dikarenakan *supply* di dalam negeri yang terbatas, sehingga industri kimia sebagai konsumen bergantung kepada impor untuk mendapatkan bahan baku yang mereka butuhkan. Sehingga *demand* akan terus ada dari tahun ke tahun. Selain itu, harga jual isopropil benzena yang relatif tinggi yaitu sekitarr 1.166,88 US\$/ton (Badan Pusat Statistik, 2023). Dengan mempertimbangkan siklus *supply* dan *demand* isopropil benzena di Indonesia dalam lima tahun terakhir, maka pabrik yang akan dibangun kemungkinan besar akan menghasilkan keuntungan dengan *Return on*

Investment (ROI) yang diproyeksikan akan diperoleh dalam waktu singkat. Seperti yang diketahui dari studi kasus milik (Gutterres & Sumardi, 2015) menunjukkan bahwa pabrik isopropil benzene dengan kapasitas 40.000 ton/tahun di Cilegon, Banten memiliki ROI sebelum pajak sebesar 44,81% dan ROI setelah pajak sebesar 22,41% dengan *Payback Time* (POT) sebelum pajak 1,82 tahun

Tujuan dari pendirian pabrik isopropil benzena ini adalah untuk memenuhi kebutuhan isopropil benzena di dalam negeri sehingga diharapkan dapat mengurangi ketergantungan ketersediaan impor bahan baku yang dapat mengakibatkan penurunan keuntungan bagi industri. Selain industri di Indonesia, negara tetangga di Asia Tenggara juga memiliki kecenderungan untuk mengimpor bahan baku isopropil benzena dari negara lain. Oleh karena itu, pembangunan pabrik isopropil benzena ini diharapkan dapat memenuhi kebutuhan tersebut. Tujuan lain yang diharapkan hadir mendukung produksi isopropil benzene dalam negeri adalah untuk menciptakan lapangan pekerjaan, mendorong pertumbuhan industri hilir, meningkatkan nilai tambah dari bahan baku dalam negeri, mengurangi ketergantungan terhadap pasar global, dan meningkatkan devisa negara.

1.2 Penentuan Kapasitas Rancangan Pabrik

Prinsip pada penentuan kapasitas rancangan produksi suatu pabrik adalah kapasitas maksimal pabrik yang akan dibangun harus melebihi permintaan produk yang akan diproduksi atau sama dengan kapasitas pabrik yang sudah beroperasi. Kapasitas rancangan harus memenuhi kebutuhan isopropil benzena dalam negeri karena tujuan didirikannya pabrik isopropil benzena ini adalah untuk mengurangi ketergantungan impor isopropil benzena di Indonesia.

Faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam menentukan kapasitas rancangan Isopropil Benzena, yaitu:

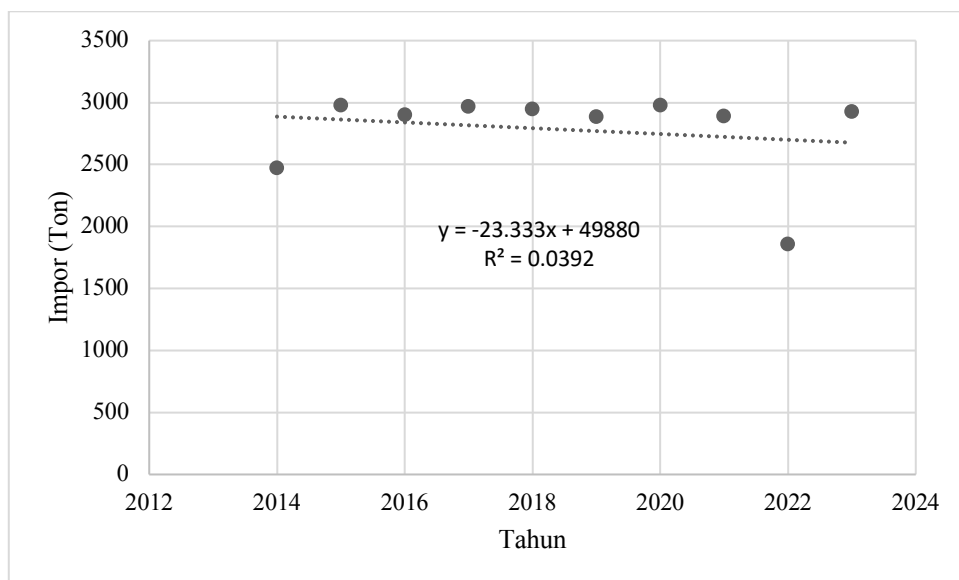
a. Proyeksi Kebutuhan Isopropil Benzena di Indonesia, Negara Tetangga, dan Global

Berdasarkan Badan Pusat Statistik, (2023), impor Isopropil Benzena di Indonesia mengalami penurunan yang tidak terlalu signifikan, dengan rata-rata impor selama sepuluh tahun terakhir (dari 2014 hingga 2023) sebesar 2.781,7646 ton per tahun. Penurunan ini disebabkan oleh pandemi *Covid-19* yang menyebabkan adanya pembatasan kegiatan ekspor dan impor. Ada penurunan secara statistik dalam menentukan proyeksi kebutuhan Isopropil Benzena di masa depan dikarenakan faktor eksternal seperti pembatasan yang disebabkan *Covid-19*. Hasil pengolahan statistika regresi linier dari data impor Isopropil Benzena di Indonesia pada tahun 2014-2023

menghasilkan persamaan regresi linear $y = -23.333x + 49880$, yang kemudian digunakan untuk menentukan proyeksi kebutuhan Isopropil Benzena pada lima tahun mendatang.

Tabel 1. 1. Data impor Isopropil Benzena di Indonesia Tahun 2018 hingga 2022
Badan Pusat Statistik, (2024)

Tahun	Impor (Ton)
2014	2.472,431
2015	2.981,695
2016	2.901,317
2017	2.970,798
2018	2.946,94
2019	2.887,077
2020	2.980,588
2021	2.889,987
2022	1.860,192
2023	2.926,621
Rata-Rata	2.781,7646



Grafik 1. 1. Trend impor Isopropil Benzena di Indonesia tahun 2014-2023

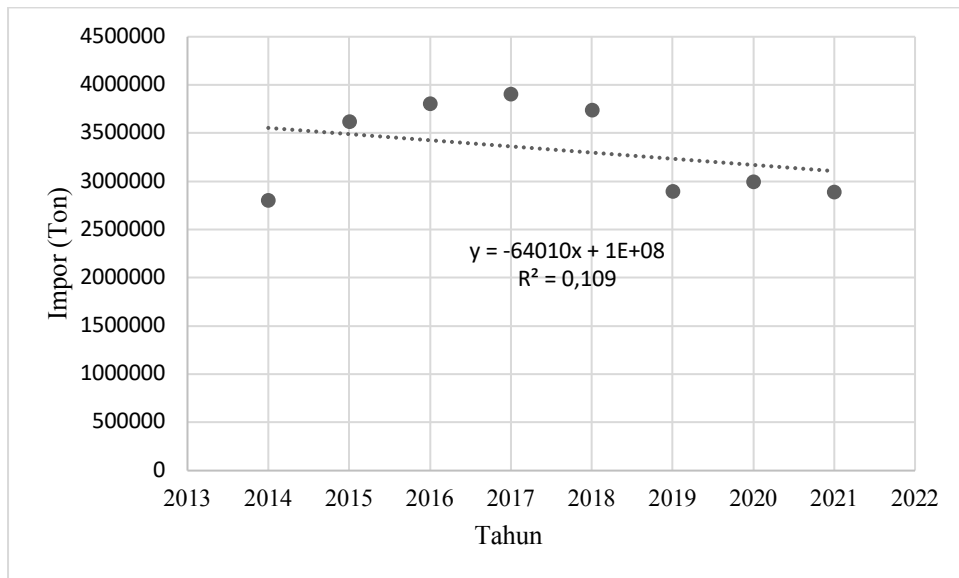
Berdasarkan data tersebut, dapat diperkirakan bahwa kebutuhan Isopropil Benzena di Indonesia dalam lima tahun ke depan yakni tahun 2029 adalah sebesar 2.537,343 ton, dibandingkan dengan rata-rata impor Isopropil Benzena di Indonesia

sebesar 2.718,7646 ton pada tahun 2014 hingga tahun 2023 jumlah tersebut tergolong lebih rendah. Perkiraan penurunan terjadi karena pemerintah Indonesia memiliki tujuan pada tahun 2030 untuk mengurangi emisi gas rumah kaca sebanyak 26 hingga 41 persen (World Bank, 2021).

Terdapat kebutuhan Isopropil Benzena di negara tetangga pada kawasan Asia Tenggara, sehingga dapat dipertimbangkan untuk menambah kapasitas pabrik yang akan didirikan. Dikarenakan penentuan kapasitas pabrik yang terlalu kecil dapat menyebabkan defisit dan tingginya *Return on Investment* (ROI). Kapasitas produksi pabrik tentunya harus ditentukan berdasarkan kebutuhan pasar. Dalam hal ini, usulan pendirian pabrik Isopropil Benzena diharapkan dapat memenuhi kebutuhan Isopropil Benzena di Indonesia dan negara-negara di kawasan Asia Tenggara dikarenakan pabrik yang memproduksi Isopropil Benzena belum tersedia di kedua wilayah tersebut.

Tabel 1. 2. Kebutuhan Isopropil Benzena di Asia Tenggara Tahun 2018-2023
(UNdata, 2024)

Tahun	Kebutuhan (Ton)
2014	2.799,999
2015	3.619,334
2016	3.803,486
2017	3.904,182
2018	3.736,503
2019	2.892,448
2020	2.997,179
2021	2.890,674
Rata-rata	3.330,475



Grafik 1. 2. Trend impor Isopropil Benzena di Asia Tenggara tahun 2014 hingga 2022

Dari hasil pengolahan statistika menurut regresi linear dari data impor Isopropil Benzena di Indonesia pada tahun 2014 hingga 2022, diperoleh persamaan regresi linear $y = -64010x + 1E+08$ yang digunakan untuk menentukan proyeksi kebutuhan Isopropil Benzena di Asia Tenggara pada tahun 2029 yaitu sebesar 29.876,29 ton. Data tersebut akan digunakan untuk mengetahui kapasitas kebutuhan domestik ditambah dengan kebutuhan negara Asia Tenggara.

b. Ketersediaan Bahan Baku

Pembangunan pabrik Isopropil Benzena ini membutuhkan bahan baku berupa propilena dan benzena. Pendirian pabrik ini tidak bergantung kepada impor dari luar negeri untuk memenuhi kebutuhan bahan bakunya, dikarenakan kedua bahan baku tersebut diketahui diproduksi di dalam negeri. Propilena dan juga benzena diproduksi oleh PT Pertamina (Persero), dengan kilang RU VI Balongan berkapasitas produksi propilena sebesar 842.000 ton/tahun dan kilang RU IV Cilacap sebesar 120.000 ton/tahun. Berdasarkan data tersebut, menunjukkan bahan baku pembangunan pabrik Isopropil Benzena dari propilena dan benzena tidak perlu diimpor dari luar negeri.

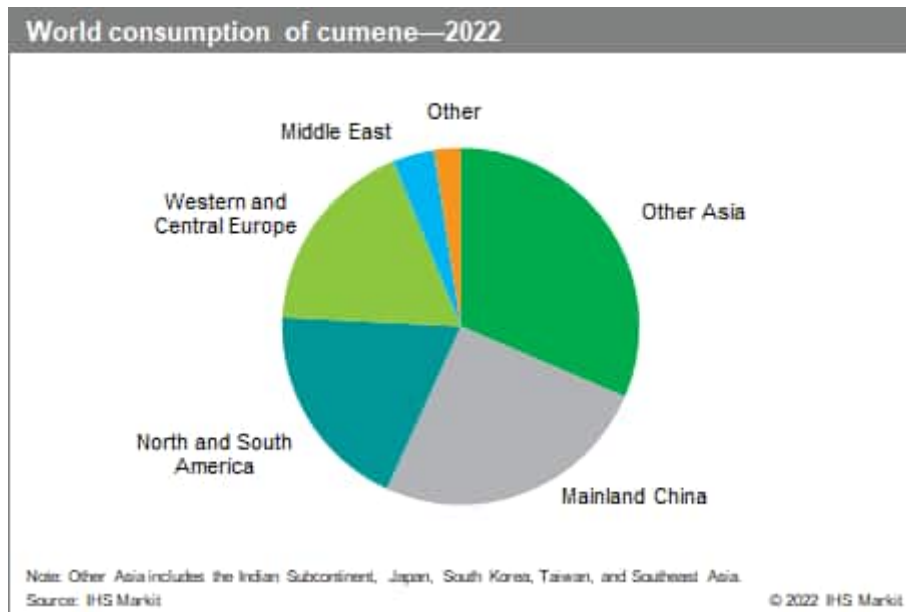
c. Skala Komersial Pabrik yang Didirikan

Kapasitas produksi pabrik Isopropil Benzena di seluruh dunia berkisar antara 5.000 hingga 290.000 ton/tahun, sehingga kapasitas pabrik yang ideal akan didirikan berkisar antara 5.000 hingga 290.000 ton/tahun.

Tabel 1. 3. Data Produsen Isopropil Benzena di Dunia

Pabrik	Lokasi	Kapasitas (Ton/tahun)
Dow Chemical	Midland, A.S	5.000
Gulf	Montreal, Kanada	60.000
BP. Chemical	Grangemounth, Inggris	95.000
Mitsubishi	Kashima, Jepang	110.000
Phone Progil	Roussilon, Perancis	130.000
Gulf	Europort, Belanda	150.000
Saras	Sardinia, Italia	180.000
Gulff	Philadelphia, A.S	200.000
Montedison	Priolo, Italia	220.000
Maxus Energy Corp	Venezuela	280.000
Celanese	Bishop, A.S	290.000

Selain ASEAN, isopropil benzene juga sangat dibutuhkan secara global. Menurut laporan S&P Global Commodity Insights (2022), penggunaan isopropyl benzene di seluruh dunia akan mencapai kurang dari 17 juta ton. Sebagian besar penggunaan akan terpusat di tiga negara utama. Asia Timur Laut diprediksikan akan memakai hampir setengah dari isopropyl benzene global, diikuti Amerika Utara dan Eropa Barat yang masing-masing berkontribusi sekitar 18% terhadap kebutuhan isopropyl benzene global di tahun 2022. Tiongkok daratan dan India diproyeksikan menjadi wilayah dengan pertumbuhan tercepat selama periode prediksi, dengan tingkat pertumbuhan tahunan rata-rata tertinggi. Hal ini terutama akan didorong oleh pembangunan pabrik baru di Tiongkok daratan. Permintaan isopropyl benzene di Amerika Utara, Eropa Tengah dan Timur, serta Timur Tengah diprediksikan akan menurun pada tahun 2022-2027.



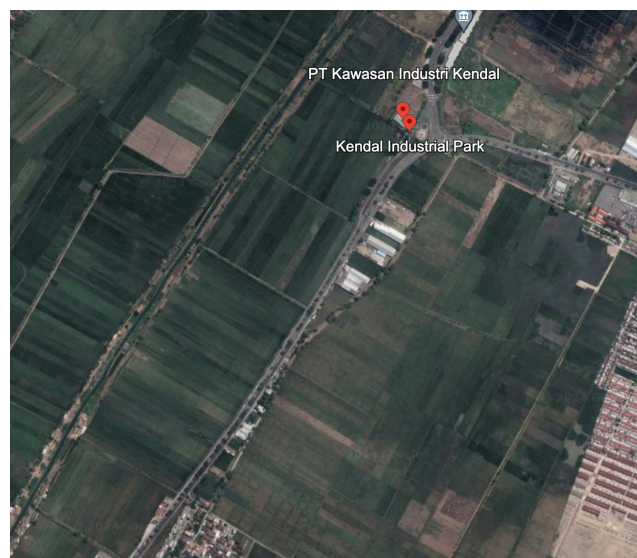
Gambar 1. 1. Konsumsi Isopropil Benzene di Dunia (S&P Global Commodity Insights, 2022)

Dari ketiga uraian tersebut, kapasitas pabrik Isopropil Benzena yang akan dibangun ditetapkan sebesar 50.000 ton/tahun. Kapasitas ini diperoleh dari analisis proyeksi kebutuhan Isopropil Benzena di Indonesia pada tahun 2029 sebesar 2.537,343 ton/tahun dan juga kebutuhan Isopropil Benzena negara tetangga di Asia Tenggara sebesar 29.876,29 ton/tahun. Dengan demikian, total proyeksi kebutuhan Isopropil Benzena di Indonesia dan negara tetangga adalah sebesar 32.413,633 ton/tahun atau dibulatkan menjadi 40.000 ton/tahun.

Pabrik Isopropil Benzena yang akan didirikan memiliki kapasitas produksi yang lebih rendah dibandingkan pabrik komersial lain yang sudah dibangun. Hal ini disebabkan oleh kebutuhan komersial yang terbatas pada wilayah Asia Tenggara, dimana konsumsi Isopropil Benzena lebih rendah dibandingkan dengan sektor industri yang didirikan di Amerika dan Eropa. Oleh karena itu, pemilihan kapasitas produksi 50.000 ton/tahun dinilai lebih aman untuk pasar Indonesia dan Asia Tenggara. Hal ini dilakukan untuk menghindari produksi Isopropil Benzena yang berlebihan sehingga berdampak pada turunnya harga jual Isopropil Benzena. Kapasitas pabrik yang akan didirikan ini dapat memenuhi kebutuhan Isopropil Benzena di Indonesia dan Asia Tenggara, serta dapat memenuhi 100% proyeksi kebutuhan Isopropil Benzena di Indonesia pada 2029.

1.3 Pemilihan Lokasi Pabrik

Kawasan Industri Kendal (KIK) yang beralamatkan di Kawasan Ekonomi Khusus (KEK) Kabupaten Kendal, Jawa Tengah ialah lokasi yang akan digunakan untuk rencana pembangunan Kawasan Lokasi Pabrik Isopropil Benzena. Kawasan ini telah ditetapkan menjadi kawasan industri sejak tahun 2019 melalui Peraturan Pemerintah (PP) No. 85/2019 yang dikeluarkan pada 18 Desember 2019 menjadi Kawasan Ekonomi Khusus (KEK). Kawasan ini juga telah dihuni oleh 27 pabrik dengan total investor sebanyak 67 perusahaan pada tahun 2021. Kawasan Industri Kendal mempunyai luas 2.200 hektar, yaitu kawasan industri paling besar di Jawa Tengah. Informasi selengkapnya dapat dilihat di website www.kendalindustrialpark.co.id. Kawasan ini juga dilengkapi dengan fasilitas pembangunan pabrik. Dengan demikian apabila akan membangun pabrik di sana bisa menggunakan jasa kontraktor yang tersedia untuk membangun pabrik. Dapat disimpulkan bahwa lokasi ini baru namun cukup strategis dan menjanjikan karena beberapa faktor penting yang sudah tersedia, antara lain faktor fasilitas penunjang logistik meliputi jarak dengan produsen bahan baku, pemasaran produk dan sarana transportasi serta faktor-faktor lainnya yang meliputi regulasi dan ketenagakerjaan serta faktor fasilitas penunjang produksi meliputi ketersediaan listrik, pasokan air, steam, dan tenaga kerja.



Gambar 1.4. Lokasi Pabrik



Gambar 1. 2 Tanah Kosong untuk Industri

1.3.1 Faktor Fasilitas Penunjang Produksi

a. Penyediaan Air

Untuk memenuhi kebutuhan air dalam proses produksi Isopropil Benzena, pemilihan lokasi pabrik berdekatan dengan Laut Utara Pulau Jawa yang diolah terlebih dahulu di plant utilitas penyediaan air dengan proses *Reverse osmosis* untuk mengolah air laut.

b. Penyediaan Bahan Bakar dan Energi

Penyediaan energi di kawasan Kendal Industrial Park cukup terpenuhi karena ini adalah kawasan industri. Penyediaan listrik akan dipasok dari PLTU Batang Jawa Tengah untuk pemenuhan kebutuhan pabrik akan listrik.

c. Tenaga Kerja

Ketersediaan tenaga kerja dapat dapat direkrut dari Tenaga kerja yang handal dan berpengalaman di bidangnya, yang berasal dari tenaga kerja lokal maupun lulusan dari universitas di seluruh Indonesia.

1.3.2 Faktor Fasilitas Penunjang Logistik

a. Dekat dengan sumber bahan baku

Untuk mempermudah pengangkutan dan biaya yang dikeluarkan relatif cukup murah, bahan baku propilena dapat terpenuhi dari PT. Pertamina RU VI Balongan. Pembuatan propilena Balongan yang berjarak 264 km dari lokasi pabrik yang akan dibuat dan akses tersebut terpenuhi oleh jalan Tol Trans Jawa. Sedangkan bahan baku benzena dapat terpenuhi dari Pertamina RU IV Cilacap yang berjarak 221 km.

b. Pemasaran produk

Pemasaran Isopropil Benzena difasilitasi oleh Pelabuhan Tanjung emas yang berlokasi di Semarang dengan jarak yang cukup dekat dari Kendal Industrial Park. Penetapan tempat berdirinya pabrik di Kawasan Industri Kendal ini terbilang menguntungkan untuk pendistribusian bagi industri petrokimia yang terletak di kota Semarang, Gresik, Bekasi, Karawang, Tangerang, dan sebagainya.

c. Sarana transportasi

Pendistribusian material mentah maupun hasil produksi dapat difasilitasi dengan baik oleh Jalan Tol Trans Jawa yang menghubungkan pabrik dengan konsumen dan industri pemasok bahan baku, sehingga mobilitas logistik menggunakan truk dapat berjalan lancar dan hemat biaya. Sarana logistik lainnya pun diperkuat dengan lokasi pabrik yang dekat dengan Stasiun Semarang Tawang dengan jarak 32 km, sehingga transportasi logistik dengan kereta api pun dapat terdukung dengan baik. Selain itu, sarana logistik juga diperkuat dengan Pelabuhan Internasional Tanjung Emas yang memadai, hanya berjarak 35 km, sehingga memudahkan kegiatan logistik antar pulau maupun antar negara.

1.3.3 Faktor-Faktor Lainnya

Kawasan Industri Kendal Industrial Park telah resmi disahkan oleh pemerintah sebagai kawasan industri terpadu. Oleh karena itu, berbagai faktor pendukung seperti aspek lingkungan, sosial, dan pengembangan industri telah dipersiapkan secara matang. Di samping itu, upah minimum di Kabupaten Kendal tergolong rendah dibandingkan dengan daerah lain.

Selain faktor-faktor yang telah dijabarkan sebelumnya, harga tanah di Kawasan Industri Kendal tidak termasuk mahal dengan lokasi yang sangat strategis yaitu Rp 1.650.000,00 per meter persegi. Karena lokasi ini banyak fasilitas yang tersedia seperti bank, kantor notaris, kantor kontraktor, swalayan indomaret/alfamart, kantor logistik, klinik medis, dan BPJS ketenagakerjaan, serta cakupan lokasi yang cukup luas yaitu 2.200 hektar.

1.4 Penentuan Proses

Penetapan metode yang diterapkan pada pembangunan pabrik Isopropil Benzena ini berlandaskan pada prinsip ketersediaan bahan mentah, langkah-langkah proses, persentase konversi produk, dan aspek ekonomi. Dalam hal produksi Isopropil Benzena dari propilena

dan benzena, beberapa metode telah tersedia, di mana masing-masing metode memiliki keunggulan dan kelemahannya sendiri. Oleh karena itu, diperlukan evaluasi untuk memilih metode yang paling sesuai dengan kapasitas terdahulu yang telah ditentukan, yaitu sebesar 50.000 ton/tahun.

1.4.1 Tinjauan Proses

Pembuatan Isopropil Benzena dari propilena dan benzena pada skala industri umumnya memanfaatkan beberapa metode yang telah dipatenkan, seperti proses Monsanto-Lummus, proses DOW, proses Cumox, dan proses Q-Max. Setiap metode tersebut memiliki peralatan produksi, katalis, dan kondisi operasi yang berbeda-beda, sehingga diperlukan evaluasi untuk memilih metode yang paling optimal bagi kondisi pabrik Isopropil Benzena yang akan didirikan.

1.4.1.1 Proses Monsanto-Lummus

Dalam proses pembuatan Isopropil Benzena dengan metode Monsanto-Lummus, propilena dan benzena anhidrat dicampurkan dalam reaktor alkilasi yang dilengkapi dengan katalis $AlCl_3-HCl$ pada suhu dan waktu reaksi yang terkendali. Setelah reaksi selesai, air dan kaustik ditambahkan ke reaktor untuk memisahkan komponen organik dari asam kuat. Kelebihan metode ini adalah penggunaan benzena yang relatif rendah dibandingkan metode lain karena terdapat proses daur ulang benzena. Namun, kekurangannya adalah belum tersedianya unit pemisahan Isopropil Benzena dari diisopropilbenzena (DIPB), yang merupakan produk samping dari proses alkilasi benzena dan propilena. Konversi Isopropil Benzena pada metode ini mencapai 88,4%. (Bokade & Kharul, 2005).

1.4.1.2 Proses Cumox/Solid Phosphoric Acid (SPA)

Dalam proses pembuatan Isopropil Benzena dengan metode Cumox atau SPA, asam fosfat padat (Solid Phosphoric Acid / SPA) difungsikan sebagai katalis. Reaktor alkilasi yang digunakan berjenis fixed bed dengan kondisi operasi pada suhu 275 derajat Celcius dan tekanan 18 atmosfer. Hasil reaksi kemudian dialirkan ke flash drum untuk memisahkan propana dari Isopropil Benzena, DIPB, dan benzena. Cairan pada flash drum dialirkan ke kolom benzena. Umpan yang terdiri dari benzena, Isopropil Benzena, dan DIPB dipisahkan pada kolom benzena. Di bagian atas kolom, benzena dan sebagian kecil Isopropil Benzena, dan DIPB akan keluar. Aliran bagian atas kolom kemudian dikembalikan bersama dengan benzena segar untuk masuk ke reaktor alkilasi. Bagian bawah kolom yang sebagian besar berisi Isopropil Benzena selanjutnya

dialirkan ke kolom Isopropil Benzena untuk dipisahkan dari fraksi-fraksi berat lainnya. Kemurnian produk Isopropil Benzena yang dihasilkan mencapai 99,9% mol dengan konversi sebesar 71,7% (Srivastava et al., 2023).

1.4.1.3 Proses UOP Catalytic Condensation

Dalam metode UOP *Catalytic Condensation* untuk pembuatan Isopropil Benzena, katalis $H_3PO_4-AlCl_3$ digunakan dalam reaktor kolom adiabatik yang dilengkapi dengan penyearah dan alat penghilang propana. Aliran propilena dimasukkan ke penyearah, sedangkan aliran benzena masuk ke alat penghilang propana dan bertemu dengan propilena dari penyearah. Umpan kemudian dikondisikan dengan penukar panas sebelum dialirkan ke reaktor kolom yang dilengkapi dengan katalis $H_3PO_4-AlCl_3$ dalam kondisi adiabatik. Aliran tersebut kemudian dialirkan kembali ke penyearah dan diteruskan ke kolom siklus ulang, clay treater, dan akhirnya dipisahkan pada kolom Isopropil Benzena untuk memisahkan produk Isopropil Benzena dan aromatik berat. Proses ini menghasilkan Isopropil Benzena dengan kemurnian hingga 99,4% dan konversi sebesar 95% (Kirk-Othmer, 2001).

1.4.1.4 Proses Q-Max

Metode Q-Max untuk pembuatan Isopropil Benzena menghasilkan Isopropil Benzena dengan kemurnian mencapai 99,7%. Proses ini menggunakan bahan berwujud gas dengan tekanan 25 atmosfer pada suhu 350 derajat Celcius yang memiliki tingkat selektivitas tinggi dan menggunakan katalis berbasis zeolit yang dapat digunakan berulang kali. Bahan bakunya adalah benzena dan propilena, di mana dalam prosesnya akan terjadi dua reaksi. Reaksi pertama berlangsung di reaktor pertama jenis *fixed bed multitube*, menghasilkan Isopropil Benzena sebagai produk utama dan diisopropilbenzena (DIPB) sebagai produk samping. Selanjutnya, pada tahap kedua di reaktor kedua, terjadi transkilasi antara DIPB (produk samping Cumene) dengan benzena, menghasilkan Isopropil Benzena ringan. Hal ini meningkatkan konversi Isopropil Benzena dan meminimalkan impuritas DIPB. Proses ini menghasilkan Isopropil Benzena dengan kemurnian mencapai 99,97% dan konversi sebesar 99,7% (Meyers, 2004).

1.4.2 Uraian Umum Proses Terpilih

Metode yang ditetapkan untuk pembangunan pabrik Isopropil Benzena dari propilena dan benzena ini adalah metode Alkilasi-Transalkilasi Benzena berbasis katalis Zeolit, serupa dengan yang digunakan pada proses Q-Max. Pemilihan metode

ini didasari oleh konversi atau hasil terbesar serta kemurnian Isopropil Benzena yang tinggi dibandingkan dengan metode lain. Metode terpilih ini menerapkan prinsip reaksi Alkilasi-Transalkilasi Benzena dengan konversi mencapai 99,7% dan kemurnian produk Isopropil Benzena mencapai 99,97%. Katalis yang digunakan dalam metode ini adalah katalis QZ-2000, yaitu katalis berbasis zeolit.

Penerapan katalis berbasis zeolit dinilai lebih menguntungkan dibandingkan dengan penggunaan katalis asam. Hal ini disebabkan oleh ketahanan katalis zeolit terhadap korosi pada reaktor, yang bertentangan dengan katalis asam yang berpotensi menimbulkan korosi pada reaktor. Katalis QZ-2000 unggul dibandingkan katalis lainnya karena memiliki masa pakai yang lebih lama dibandingkan katalis asam maupun katalis $AlCl_3$. Keunggulan ini dapat menekan biaya dan meminimalkan limbah katalis, sehingga meningkatkan efisiensi biaya operasional pabrik (Meyers, 2004).

Metode Alkilasi-Transalkilasi Benzena dengan katalis zeolit menghasilkan Isopropil Benzena dengan kadar impuritas yang minimal. Hal ini dimungkinkan oleh peralatan produksi Isopropil Benzena yang canggih, meliputi reaktor alkilasi, menara destilasi, dan reaktor transalkilasi. Produk samping dari proses ini diolah kembali (*recovery*) untuk meningkatkan kemurnian Isopropil Benzena yang dihasilkan (Meyers, 2004).

Dalam pra-rancangan Pabrik Isopropil Benzena dengan metode Alkilasi-Transalkilasi Benzena berbasis katalis zeolit yang dipilih ini, terdapat beberapa inovasi pada rangkaian prosesnya, yaitu:

1. Rangkaian reaktor disusun secara seri untuk menekan biaya pembangunan pabrik.
2. Rangkaian proses yang dirancang ini secara ekonomis lebih menguntungkan, karena mampu memisahkan kelebihan benzena yang dapat dijual kembali.
3. Kolom DIPB dihilangkan, sehingga biaya pembangunan pabrik dapat ditekan. Prinsipnya adalah DIPB, yang merupakan impuritas, akan dialirkan kembali dari menara destilasi Isopropil Benzena ke reaktor transalkilasi untuk diolah kembali (*recovery*) sehingga kemurnian Isopropil Benzena meningkat.

Spesifikasi produk yang dihasilkan melalui proses Q-Max tercantum pada tabel di bawah ini.

Tabel 1. 4. Spesifikasi Isopropil Benzena Hasil Produksi dengan Proses Terpilih
(Meyers, 2004).

Parameter	Spesifikasi
Kemurnian Isopropil Benzena	99,7% (b/b)
Indeks Bromina	<5
Sulfur	<0,05 ppm (b/b)
Impuritas Hidrokarbon	
Total Non-Aromatik	~10 ppm (b/b)
Etil Benzena	≤ 15
n-propilbenzena	< 250-300 ppm (b/b)
Butilbenzena	≤ 15 ppm (b/b)
<i>Cymenes</i>	0-20 ppm (b/b) (Tergantung pada tolene dalam benzena)
DIPB	0-5 ppm (b/)