



PRA RANCANGAN PABRIK “SIKLOHEKSANA DARI BENZENA DENGAN PROSES HIDROGENASI”

BAB I PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Seiring dengan kemajuan jaman, Indonesia dituntut untuk mampu bersaing dengan negara lain dalam berbagai sektor, salah satunya dalam sektor industri. Perkembangan industri di Indonesia tentunya sangat berpengaruh pada ketahanan ekonomi Indonesia. Sektor industri kimia merupakan salah satu sektor yang berperan penting pada perindustrian di Indonesia. Industri kimia sangat dibutuhkan bagi kehidupan manusia baik dari segi sandang, pangan maupun pangan. Salah satu pabrik industri kimia adalah pabrik sikloheksana. Pendirian pabrik sikloheksana ini didasarkan pada hal-hal sebagai berikut; menciptakan lapangan kerja baru sehingga turut mengurangi jumlah pengangguran, meningkatkan kualitas sumber daya manusia. memacu pertumbuhan industri-industri baru yang menggunakan bahan baku sikloheksana. meningkatkan pendapatan negara dari sektor industri, serta menghemat devisa negara, dan mengurangi ketergantungan pada negara asing.

Sikloheksana merupakan senyawa organik yang termasuk dalam senyawa turunan dari benzena dan mempunyai rumus molekul C_6H_{12} . Sikloheksana digunakan untuk menghasilkan asam adipat dan kaprolaktam yang selanjutnya digunakan untuk pembuatan berbagai produk akhir seperti nilon 6, nilon 66, dan lain-lain. Nilon sebagai produk akhir dapat digunakan untuk membuat benang yang selanjutnya dapat diubah menjadi tekstil dan pakaian. Kaprolaktam adalah bahan baku utama untuk pembuatan nilon 6, sedangkan asam adipat sebagian besar digunakan untuk memproduksi nilon 66.

Bahan baku pembuatan sikloheksana adalah benzena dan hidrogen. Saat ini Indonesia telah memiliki pabrik penghasil benzena (C_6H_6), yaitu PT. Pertamina Refinery Unit IV Cilacap dengan kapasitas 110.000 ton per tahun dan pabrik penghasil hidrogen (H_2), yaitu PT Air Liquide Indonesia dengan kapasitas 2.920 ton per tahun. Sedangkan katalis nikel raney sebagai bahan pendukung dapat diperoleh dari Zibo Yinghe Chemical Co., Ltd dengan kapasitas 20.000 ton per tahun. Sampai saat ini Indonesia masih impor sikloheksana dari luar negeri untuk



PRA RANCANGAN PABRIK “SIKLOHEKSANA DARI BENZENA DENGAN PROSES HIDROGENASI”

memenuhi kebutuhan, sehingga pendirian pabrik sikloheksana ini diorientasikan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, dan juga untuk memenuhi kebutuhan ekspor ke luar negeri.

I.1 Kegunaan Produk Sikloheksana

Sikloheksana adalah bahan pelarut yang memiliki berbagai kegunaan di berbagai Industri. Beberapa kegunaan sikloheksana antara lain :

1. Pelarut Industri

Sikloheksana sering digunakan sebagai pelarut dalam berbagai proses industri karena kemampuannya melarutkan zat non-polar, seperti lemak, minyak, dan polimer tertentu.

2. Produksi Nilon

Salah satu kegunaan utama sikloheksana adalah dalam produksi nilon. Sikloheksana dioksidasi menjadi asam adipat yang merupakan bahan baku penting dalam sintesis nilon-6,6.

3. Industri Cat dan Pernis

Sikloheksana digunakan sebagai pelarut dalam beberapa formulasi cat, pernis, dan pelapis karena kemampuannya melarutkan berbagai resin dan bahan kimia lain yang digunakan dalam produk tersebut.

4. Penggunaan dalam Pemodelan Reaksi kimia Pada Laboratorium

Sikloheksana sering digunakan dalam eksperimen laboratorium untuk mempelajari reaksi kimia tertentu, seperti reaksi substitusi dan reaksi oksidasi, guna memahami perilaku senyawa siklik dalam berbagai kondisi.

5. Pembersih Kontaminan

Sikloheksana kadang digunakan sebagai bahan penghilang lemak atau pembersih di industri, karena sifatnya yang mampu melarutkan lemak dan minyak dengan efektif. Sikloheksana juga dapat digunakan sebagai komponen dalam formulasi pembersih untuk menghilangkan kontaminan organik dari peralatan atau permukaan dalam industri.

(Gad, 2024)



PRA RANCANGAN PABRIK “SIKLOHEKSANA DARI BENZENA DENGAN PROSES HIDROGENASI”

I.3 Data Impor di Indonesia

Sikloheksana banyak digunakan dalam berbagai industri sebagai bahan baku utama maupun bahan baku penunjang. Mayoritas industri yang menggunakan Sikloheksana sebagai bahan bakunya adalah industri produksi nilon, industri cat dan pernis, penggunaan dalam pemodelan reaksi kimia pada laboratorium, dan pembersih kontaminan, sehingga salah satu faktor terpenting yang perlu diperhatikan dalam pendirian pabrik adalah kapasitas produksi. Penentuan kapasitas produksi pabrik didasarkan pada selisih antara pemenuhan dan total kebutuhan dalam negeri di tahun 2027. Data impor dan ekspor Sikloheksana dari tahun 2015 hingga 2023 disajikan pada tabel sebagai berikut :

Tabel I. 1 Data Impor Sikloheksana di Indonesia

Tahun	Total Impor (kg)	Total Impor (Ton)	%Pertumbuhan
2015	106,071	106.071	0
2016	127,988	127.988	20.6626
2017	146,337	146.337	14.3365
2018	2,459,324	2459.324	1580.5893
2019	1,291,148	1291.148	-47.4999
2020	1,314,663	1314.663	1.8212
2021	1,361,713	1361.713	3.5789
2022	1,749,451	1749.451	28.4743
2023	1,395,435	1395.435	-20.2358
Rata - Rata Pertumbuhan			175.7475

(Sumber : UN Comtrade, 2024)



**PRA RANCANGAN PABRIK
 “SIKLOHEKSANA DARI BENZENA DENGAN PROSES
 HIDROGENASI”**

Tabel I. 2 Data Ekspor Sikloheksana di Indonesia

Tahun	Total Ekspor (kg)	Total Ekspor (Ton)	%Pertumbuhan
2015	0	0	0
2016	0	0	0
2017	0	0	0
2018	0	0	0
2019	0	0	0
2020	0	0	0
2021	612	0.612	0
2022	1,266	1.266	106.8627
2023	5,183	5.183	309.3997
Rata - Rata Pertumbuhan			138.7541

(Sumber : UN Comtrade, 2024)

Berdasarkan data-data di atas, kebutuhan Sikloheksana pada tahun 2027 dapat diprediksi dengan menggunakan persamaan *discounted* sebagai berikut :

$$F = F_0(1 + i)^n \dots\dots\dots(I.1)$$

Dimana :

F = perkiraan kebutuhan Sikloheksana pada tahun pendirian pabrik (ton)

F_0 = kebutuhan Sikloheksana pada tahun 2023 (ton)

i = pertumbuhan rata-rata

n = selisih waktu data terakhir dengan waktu pendirian pabrik (tahun)

(Peter & Timmerhaus, 2003)

Pabrik Sikloheksana ini direncanakan akan beroperasi pada tahun 2027, sehingga untuk mencari kebutuhan pada tahun 2027 digunakan nilai n sebesar 4.

$$F_{import} = 1395,435(1 + 1,76)^4 = 80.678,10 \text{ ton}$$

$$F_{ekspor} = 5,183(1 + 1,39)^4 = 168,42 \text{ ton}$$

Pabrik Sikloheksana yang akan didirikan memiliki tujuan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dan kebutuhan luar negeri guna menambah devisa negara. Dalam hal ini, produk surplus rencananya akan diekspor ke negara-negara di benua Eropa karena permintaannya yang cukup besar, sehingga perkiraan kebutuhan



PRA RANCANGAN PABRIK “SIKLOHEKSANA DARI BENZENA DENGAN PROSES HIDROGENASI”

Sikloheksana di Asia dan Eropa pada tahun 2027 juga perlu dihitung. Data kebutuhan Sikloheksana Eropa disajikan pada Tabel I.3 sebagai berikut :

Tabel I. 3 Data Impor Sikloheksana di Benua Eropa

Tahun	Total Impor (kg)	Total Impor (Ton)	%Pertumbuhan
2021	399,736,059	399,736	0
2022	443,348,941	443,349	10.9104
2023	280,229,538	270,230	-36.7926
Rata - Rata Pertumbuhan			-8.6274

Data yang diperoleh pada Tabel I.3 kemudian digunakan untuk menghitung perkiraan kebutuhan Sikloheksana di benua Eropa pada tahun 2027.

$$F_{\text{impor eropa}} = 270.230(1 + (-0,09))^4 = 195,334.18 \text{ ton}$$

Berdasarkan hasil perhitungan perkiraan kebutuhan Sikloheksana untuk benua Eropa, ditetapkan bahwa pabrik rencananya akan memenuhi 65% dari perkiraan impor Eropa di tahun 2027, yaitu sebesar 207,472 ton. Di Indonesia belum ada pabrik yang memproduksi Sikloheksana hingga saat ini, maka data untuk kapasitas pabrik sikloheksana yang sudah berdiri atau kapasitas pabrik lama bisa dianggap nol. Sebelum menghitung kapasitas pabrik yang akan didirikan, data konsumsi Indonesia perlu dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Konsumsi} = \text{Impor} + \text{Kapasitas Pabrik Lama} - \text{Ekspor} \dots \dots (I.2)$$

Hasil perhitungan konsumsi Sikloheksana di Indonesia sejak tahun 2015-2023 disajikan dalam Tabel I.4 sebagai berikut :

Tabel I. 4 Data Konsumsi Sikloheksana di Indonesia

Tahun	Total Impor (ton)	Total Ekspor (ton)	Konsumsi (ton)	%Pertumbuhan
2015	106.071	0	106.071	0
2016	127.988	0	127.988	20.6626
2017	146.337	0	146.337	14.3365
2018	2459.324	0	2459.324	1580.5893
2019	1291.148	0	1291.148	-47.4999
2020	1314.663	0	1314.663	1.8212



PRA RANCANGAN PABRIK “SIKLOHEKSANA DARI BENZENA DENGAN PROSES HIDROGENASI”

Tahun	Total Impor (ton)	Total Ekspor (ton)	Konsumsi (ton)	%Pertumbuhan
2021	1361.713	0.612	1361.101	3.5323
2022	1749.451	1.266	1748.185	28.4390
2023	1395.435	5.183	1390.252	-20.4745
Rata - Rata Pertumbuhan				175.7118

Data yang diperoleh pada Tabel I.4 di atas kemudian digunakan untuk menghitung perkiraan konsumsi Sikloheksana di Indonesia tahun 2027.

$$F_{konsumsi} = 1390.252(1 + 1.76)^4 = 80.336,92 \text{ ton}$$

Hasil perhitungan data prediksi kebutuhan di Indonesia dan Eropa pada tahun 2027 kemudian digunakan untuk menentukan kapasitas pabrik yang akan didirikan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$m_1 + m_2 + m_3 = m_4 + m_5 \dots \dots \dots (I.3)$$

Dimana :

m_1 = jumlah impor (ton) = 0 karena pabrik berdiri sehingga impor berhenti

m_2 = kapasitas pabrik lama (ton) = 0 karena belum ada di Indonesia

m_3 = kapasitas pabrik yang akan didirikan (ton/tahun)

m_4 = jumlah ekspor (ton)

m_5 = jumlah konsumsi dalam negeri (ton)

Dengan menggunakan data prediksi kebutuhan di Indonesia dan Eropa pada tahun 2027, maka kapasitas pabrik yang akan didirikan dapat dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned} m_3 &= (m_4 + m_5) - (m_1 + m_2) \\ &= ((168,42 + 80,336.92) + 195,334.18) - (0 + 0) \\ &= 207,472.56 \approx 210,000 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

Jadi, pabrik Sikloheksana yang akan didirikan pada tahun 2027 direncanakan memiliki kapasitas produksi sebesar 210,000 ton/tahun.



PRA RANCANGAN PABRIK “SIKLOHEKSANA DARI BENZENA DENGAN PROSES HIDROGENASI”

I.4 Spesifikasi Bahan Baku

Bahan Baku Utama

1. Benzene

Bahan baku utama berupa propilen didapatkan dari PT. Pertamina Refinery Unit IV Cilacap dengan kemurnian produk sebesar 99,85% dan toluena 0,15% dan mempunyai harga \$919 per ton dengan sifat fisis sebagai berikut

Sifat Fisika Benzene :

Rumus Molekul	: C_6H_6
Wujud	: Cair
Warna	: Tidak berwarna
Bau	: Menyengat
Viskositas	: 1,56 cp
Titik didih	: $80,1^{\circ}C$
Titik lebur	: $15,3^{\circ}C$
Tekanan uap	: < hPa pada $20,29^{\circ}C$
Densitas	: $1,378\text{ g/cm}^3$ pada $20^{\circ}C$

(Perry 8th ed, 2008)

2. Hidrogen

Gas hidrogen dibeli dari PT. Air liquide Indonesia (Cilegon, Banten) dengan harga \$1.000 per ton. Adapun sifat fisis Hidrogen adalah sebagai berikut :

Sifat Fisika Hidrogen

Rumus Molekul	: H_2
Wujud	: Gas
Warna	: Tidak berwarna
Bau	: Tidak berbau
Titik Didih	: $-253^{\circ}C$
Temperatur Kritis	: $-240,15^{\circ}C$
Densitas	: $1,33\text{ kg/m}^3$

(Perry 8th ed, 2008)



PRA RANCANGAN PABRIK “SIKLOHEKSANA DARI BENZENA DENGAN PROSES HIDROGENASI”

3. Nikel

Katalis Nikel dibeli dengan harga \$ 5.000 per ton di industry Zibo Yinghe Chemical Co., Ltd., dan mempunyai sifat fisika sebagai berikut :

Sifat Fisika Raney Nickel :

Rumus molekul	: Ni
Berat molekul	: 58,69 g/mol
Wujud	: Padat
Warna	: Abu - abu
Bau	: Tidak berbau
Kelarutan	: Tidak larut dalam air
Titik didih	: 4946 °F
Titik leleh	: 2651 °F

(Fisher Scientific, 2021)

Produk

1. Sikloheksana

Produk berupa sikloheksana. Produk sikloheksana ini mempunyai sifat fisis sebagai berikut :

Rumus molekul	: C ₆ H ₁₂
Berat molekul	: 84,16 gr/mol
Wujud	: cair
Warna	: tidak berwarna
Titik lebur	: 6,47°C
Titik didih	: 80,7°C
Kelarutan dalam air	: 52g/l pada 23,5 °C
Densitas	: 0,774 g/cm ³

(MSDS, 2024)