

# BAB I

## PENDAHULUAN

### I.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik

Indonesia mengalami peningkatan penduduk sehingga kebutuhan akan energi yang harus dipenuhi juga mengalami peningkatan. Oleh karena itu diperlukan pengembangan sektor ekonomi dan teknologi dalam rangka pemenuhan kebutuhan tersebut. Pendirian pabrik kimia merupakan salah satu solusi untuk pemenuhan kebutuhan penduduk.

Salah satu yang dibutuhkan di Indonesia adalah pendirian pabrik sikloheksana, karena berdasarkan pertimbangan sikloheksana merupakan bahan penting yang dimanfaatkan dalam pembuatan banyak produk seperti kaprolaktam yang merupakan produk intermediat untuk nilon 6, *adipic acid* yang digunakan untuk bahan baku nilon 6,6, dan sebagai pelarut untuk banyak bahan (minyak, selulosa, lemak, dll) dalam reaksi oksidasi (Thomas J. *et al*, 2016).

Sikloheksana dapat diproduksi dengan cara hidrogenasi benzena yang memanfaatkan bahan berupa benzena dan hidrogen. Benzena merupakan senyawa aromatis hidrokarbon dengan rumus molekul  $C_6H_6$  yang memiliki bentuk cincin tunggal. Benzena merupakan produk setengah jadi (bahan *intemediate*) yang biasanya digunakan dalam industri sebagai bahan baku dalam pembuatan beberapa produk seperti stirena, anilin, sikloheksana, fenol, klorobenzena, dan alkilbenzena (Finlayson *et al.*, 2016).

Sikloheksana dengan rumus molekul  $C_6H_{12}$  berfase cair pada suhu ruangan dan tekanan atmosfer. Produk berupa sikloheksana ini digunakan dalam resin, dalam nilon 6, dan film. Sedangkan 7-9% sikloheksana digunakan sebagai pelarut (Farida, 2017).

Pembangunan industri pada suatu negara semakin berkembang sehingga selalu dilakukan reformasi dalam proses produksi agar produk yang dihasilkan lebih banyak dengan proses pembuatan yang lebih efisien. Selain itu pendirian pabrik kimia juga menjadi penyumbang pendapatan terbesar dari sektor industri untuk meningkatkan pertumbuhan ekonomi, dapat menciptakan lapangan

pekerjaan, mengurangi ketergantungan Indonesia akan impor dari negara lain, serta dapat menghemat devisa negara.

Selain untuk memenuhi kebutuhan negara sendiri, pendirian pabrik sikloheksana juga dapat diproyeksikan untuk memenuhi kebutuhan atau dapat dilakukan ekspor untuk negara-negara yang membutuhkan sikloheksana seperti China, Thailand, Korea, Taiwan, dan beberapa negara di Asia.

## **I.2. Tinjauan Pustaka**

### **I.2.1. Dasar Reaksi**

Sikloheksana adalah senyawa yang tidak berwarna, memiliki bau seperti benzena, dan tingkat toksisitas yang rendah. Sikloheksana digunakan sebagai pelarut non polar pada industri kimia, selain itu juga dapat menjadi bahan mentah untuk pembuatan asam adipat dan kaprolaktam (Kaffah, 2020).

Benzena merupakan senyawa hidrokarbon aromatik yang tidak mempunyai warna, memiliki sifat *toxic*, dan dapat mencemari lingkungan sekitar. Benzena dapat mencemari lingkungan jika kadarnya tinggi sehingga mengganggu kesehatan (Bestari, 2019).

Proses pembuatan sikloheksana dapat dilakukan dengan dua proses reaksi, yaitu:

#### **a. Proses Hidrogenasi Benzena**

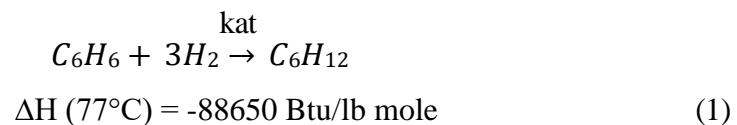
Hidrogenasi merupakan suatu reaksi masuknya atom hidrogen ke dalam suatu senyawa, di mana pada hidrogenasi organik terjadi penambahan hidrogen secara langsung pada ikatan rangkap dari molekul tidak jenuh sehingga menghasilkan suatu produk yang jenuh. Reaksi hidrogenasi dapat juga berlanjut dengan reaksi hidrogenolis yang mana hidrogen akan memecah rantai senyawa organik seperti pemecahan rantai *cellulose* menjadi senyawa-senyawa turunannya yang mempunyai rantai lebih pendek, reaksi hidrogenolis ini biasanya terjadi pada saat proses *cracking* di kilang-kilang minyak.

Ada berbagai proses hidrogenasi, salah satunya adalah reaksi hidrogenasi benzena menjadi sikloheksana. Sikloheksana dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan nilon, pelarut selulosa, dan dapat juga digunakan sebagai pembersih cat

atau vernis. Proses hidrogenasi benzena dapat berlangsung selama beberapa jam. Hal ini karena reaksi berjalan lambat. Proses hidrogenasi berlangsung tanpa adanya reaksi samping, tetapi jika temperatur operasi cukup tinggi misal di atas 660°F maka akan dihasilkan produk samping atau terjadi *cracking*. Pada umumnya hidrogenasi benzena dapat dilakukan pada suhu yang agak tinggi dengan menggunakan katalis nikel, tembaga, dan cobalt.

Proses produksi sikloheksana pada hidrogenasi benzena ini menggunakan reaktor *fixed bed multitube*, sedangkan bahan yang digunakan yaitu benzena dan hidrogen. Reaksi berlangsung pada temperatur 130°C-190°C dengan tekanan 1 atm. Perbandingan ratio mol benzena dan hidrogen yaitu 1:3, di mana reaksi berlangsung secara stoikiometris.

Reaksi hidrogenasi benzena relatif sederhana pengoperasiannya. Reaksi hidrogenasi benzena menjadi sikloheksana pada fasa uap yaitu:



Secara komersial proses hidrogenasi benzena biasanya berlangsung pada tekanan antara 300 – 500 psig, suhunya berkisar antara 300°F – 500°F, dan benzena yang terdapat dalam kesetimbangan dengan produk kira-kira 0,01% (A. Roesyadi, 2004).

#### b. Proses Fraksinasi Minyak Mentah

Proses ini memanfaatkan minyak mentah (*crude oil*) sebagai bahan baku utama pembuatannya. Produk berupa sikloheksana didapatkan dari pengolahan minyak bumi yang difraksinasi dengan cara distilasi fraksional sehingga didapatkan fraksi ringan seperti C5 atau yang lebih ringan, fraksi menengah (seperti benzena, metil siklopentana, dan sikloheksana), dan fraksi berat seperti C7 atau yang lebih berat. Akan tetapi pembuatan sikloheksana dengan proses ini memiliki kekurangan karena hasil yang didapatkan kemurniannya rendah dan apabila kemurniannya ditingkatkan hasil yang didapat lebih sedikit (Davison et al., 1968).

Benzena akan dilakukan pemisahan dengan komponen lain melalui kolom distilasi dengan penambahan hidrogen sehingga akan terbentuk produk jadi berupa

sikloheksana. Pada proses ini kondisi operasinya yaitu suhu sebesar  $80^{\circ}\text{C}$  dengan tekanan 5 atm dan konversi benzena yang dihasilkan mencapai 85% (Mc. Ketta, 1917).

### 1.2.2. Pemilihan Proses

Perbandingan antara proses hidrogenasi benzena dan proses fraksinasi minyak mentah dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel I.1 Perbandingan Proses Hidrogenasi Benzena dan Proses Fraksinasi Minyak Mentah

	Jenis Reaktor	Suhu Operasi	Tekanan	Konversi	Proses
Hidrogenasi Benzena	<i>Fixed Bed Multitube</i>	$130\text{-}190^{\circ}\text{C}$ (suhu dalam reaktor)	1 atm	99%	Kontinyu
Fraksinasi Minyak Bumi	-	$75\text{-}85^{\circ}\text{C}$ (suhu dalam distilasi fraksional)	5 atm	85%	Kontinyu

Adapun keunggulan dan kekurangan dari kedua proses pembuatan sikloheksana dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel I.2 Keunggulan dan Kekurangan Proses Pembuatan Sikloheksana

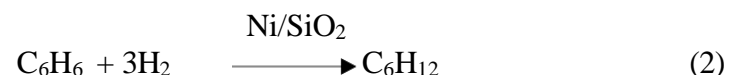
	Hydrogenasi Benzena	Fraksinasi Minyak Mentah
Keunggulan	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Konversi yang didapatkan dari reaksi benzena mencapai 99,9%.</li> <li>2. Produk memiliki kemurnian yang lebih tinggi.</li> <li>3. Proses relatif lebih sederhana.</li> </ol>	Proses reaksi tidak memerlukan katalis sehingga waktu untuk regenerasi juga tidak diperlukan, hal tersebut berpengaruh pada biaya investasi menjadi lebih rendah.
Kekurangan	Agar terjadinya reaksi pada proses diperlukan katalis sehingga perlu waktu untuk regenerasi dan biaya investasi lebih tinggi.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Konversi yang didapat dari reaksi ini hanya sekitar 85%.</li> <li>2. Proses berlangsung lebih rumit karena menggunakan <i>crude oil</i> (minyak mentah) yang memerlukan proses pemisahan terlebih dahulu.</li> </ol>

Dari keunggulan dan kekurangan yang telah dipaparkan di atas, proses hidrogenasi memiliki banyak kelebihan dibandingkan dengan fraksinasi minyak mentah. Oleh karena itu, prarancangan pabrik sikloheksana akan didirikan dengan memilih proses hidrogenasi benzena yang diharapkan mampu mencukupi kebutuhan sikloheksana dalam negeri maupun luar negeri.

### I.3. Tinjauan Kinetika Reaksi dan Termodinamika

#### I.3.1. Tinjauan Kinetika

Tinjauan kinetika pada reaksi hidrogenasi benzena menjadi sikloheksana menggunakan model *Langmuir-Hinshelwood*, yaitu sebagai berikut:



Kondisi Operasi:

Suhu : 130°C

Tekanan : 1 atm

Orde reaksi : 0 (orde nol)

Konversi : 99,19%

Persamaan kinetik dari reaksi di atas dapat dilihat pada (Peyrovi et al., 2018) yaitu:

$$r = \frac{kK_H P_H K_{Bz} P_{Bz}}{(1 + K_H^{1/2} P_H^{1/2} + K_{Bz} P_{Bz})^3}$$

Keterangan :

$K_H$  dan  $K_{Bz}$  = Konstanta kesetimbangan

$P_{Bz}$  = Tekanan parsial Benzena

$P_{H_2}$  = Tekanan parsial Hidrogen

$k$  = Kecepatan reaksi

Mencari nilai  $K_H$  dan  $K_{Bz}$  dengan asumsi konstan adsorpsi mengikuti persamaan *Van't Hoff*:

Dengan data:

$$A_{Bz} = 13 \text{ atm}^{-1}$$

$$A_{H_2} = 4,7 \times 10^{-18} \text{ atm}^{-1}$$

$$\Delta H_{\text{ads-Bz}} = -3,6 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_{\text{ads-H}_2} = -12,7 \text{ kJ/mol}$$

Maka diperoleh nilai  $K_H$  sebesar  $4,718 \times 10^{-18}$  dan nilai  $K_{Bz}$  sebesar 13,0140.

Mencari nilai  $k$  berdasarkan persamaan Arrhenius:

$$k = A e^{-\frac{E_a}{RT}}$$

Menggunakan data:

$$A = 1,1 \text{ mol/g.s}$$

$$E_a = 2400 \text{ J/mol}$$

$$R = 8,314 \text{ J/mol.K}$$

$$T = 130^\circ\text{C} = 403,15 \text{ K}$$

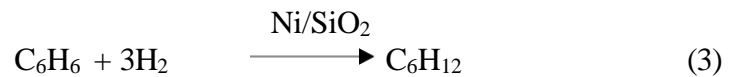
$$M_r \text{ C}_6\text{H}_{12} = 84 \text{ g/mol}$$

Maka, hasil persamaan kinetik di atas yaitu sebesar 2,2517 (Peyrovi et al., 2018).

### I.3.2. Tinjauan Termodinamika

#### 1. Panas Reaksi ( $\Delta H_r$ )

Panas reaksi ( $\Delta H_r$ ) dibutuhkan guna menentukan sifat reaksi termasuk reaksi endotermis atau eksotermis. Dasar untuk perhitungan dari panas reaksi ( $\Delta H_r$ ) antara benzena dan hidrogen yaitu:



Untuk menentukan sifat reaksi berlangsung secara eksotermis atau endotermis diperlukan perhitungan dengan panas pembentukan standar ( $\Delta H_f^\circ$ ) pada tekanan 1 atm dan suhu 298 K pada reaktan dan produk.

$$\Delta H_{298\text{K}} = \Delta H_{\text{produk}} - \Delta h_{\text{reaktan}}$$

Adapun untuk harga  $\Delta H_f^\circ$  pada masing-masing komponen dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel I.3 Harga  $\Delta H_f^\circ$  Tiap Komponen

Komponen	H <sub>2</sub>	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub>
$\Delta H_f^\circ$ (kJ/mol)	0	49,080	-156,230

(Smith et al., 2018)

Jika  $\Delta H = (-)$  reaksi bersifat eksotermis

Jika  $\Delta H = (+)$  reaksi bersifat endotermis

$$\begin{aligned} \Delta H^\circ_{R_{298.15\text{K}}} &= \Delta H^\circ_{f\text{produk}} - \Delta H^\circ_{f\text{reaktan}} \\ &= \Delta H^\circ_{f\text{C}_6\text{H}_{12}} - (\Delta H^\circ_{f\text{C}_6\text{H}_6} + \Delta H^\circ_{f\text{H}_2}) \\ &= -156,230 - (49,080 + 0) \text{ kJ/mol} \\ &= -205,31 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan di atas, maka reaksi akan berlangsung secara eksotermis dan juga menghasilkan panas.

#### 2. Energi Bebas Gibbs ( $\Delta G^\circ$ )

Harga  $\Delta G^{\circ}_f$  untuk masing-masing komponen dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel I.4 Harga  $\Delta G^{\circ}_f$  Tiap Komponen

Komponen	H <sub>2</sub>	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub>
$\Delta G^{\circ}_f$ (kJ/mol)	0	124,520	26,850

(Smith et al., 2018)

$$\begin{aligned}\Delta G_{298,15K} &= \Delta G^{\circ}_f \text{ produk} - \Delta G^{\circ}_f \text{ reaktan} \\ &= \Delta G^{\circ}_f \text{ C}_6\text{H}_{12} - (\Delta G^{\circ}_f \text{ C}_6\text{H}_6 + \Delta G^{\circ}_f \text{ H}_2) \\ &= 26,850 - (124,520 + 0) \text{ kJ/mol} \\ &= -97,67 \text{ kJ/mol } 10^{-3}\end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan di atas nilai  $\Delta G^{\circ}$  yang diperoleh  $< 0$ , artinya reaksi dapat berlangsung.

Harga konstanta kesetimbangan pada keadaan standar

$$\Delta G = -R.T.\ln K_{298}$$

$$\ln K_{298} = \frac{-\Delta G}{-R.T}$$

$$\ln K_{298} = \frac{-97,67 \times 10^3}{-8,314 \times 298}$$

$$\ln K_{298} = 39,42166$$

$$K_{298} = 1,3201 \times 10^{17}$$

Harga  $K_{\text{operasi}}$  pada suhu  $130^{\circ}\text{C} = 403,15 \text{ K}$  dapat dihitung sebagai berikut.

$$\ln \frac{K_{403,15}}{K_{298}} = \frac{\Delta G}{-R} \times \frac{T - T_{\text{reff}}}{T \times T_{\text{reff}}}$$

$$\ln \frac{K_{403,15}}{K_{298}} = \frac{-97,67 \times 10^3}{-8,314} \times \frac{403,15 - 298}{403,15 \times 298}$$

$$\ln \frac{K_{403,15}}{K_{298}} = 10,281998$$

$$\frac{K_{403,15}}{K_{298}} = \exp 10,281998$$

$$\frac{K_{403,15}}{K_{298}} = 29202,16213$$

$$K_{403,15} = 3,85498 \times 10^{21}$$

Karena nilai  $K$  sangat besar maka reaksi yang terjadi *irreversible*.



#### I.4. Kegunaan Produk

Secara umum sikloheksana dapat digunakan untuk beberapa hal, yaitu:

1. Digunakan sebagai pelarut non polar.
2. Digunakan sebagai pelarut selulosa, lemak, dan karet.
3. Digunakan sebagai bahan baku produksi asam adipat untuk memproduksi nilon 66.
4. Digunakan sebagai bahan baku produksi kaprolaktam untuk memproduksi nilon 6.

#### I.5. Penentuan Kapasitas Pabrik

##### I.5.1. Data Impor

Kebutuhan Indonesia akan sikloheksana selama ini masih cukup tinggi. Dikarenakan belum adanya pabrik yang berdiri di Indonesia. Oleh karena itu, untuk mencukupi kebutuhan perlu dilakukan impor dari beberapa negara. Kebutuhan rata-rata data impor sikloheksana yang didapatkan pada BPS (Badan Pusat Statistik) pada rentang tahun 2017-2022 dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel I.5 Data Impor Sikloheksana di Indonesia

No	Tahun	Kapasitas (Ton/Tahun)
1	2017	260.020
2	2018	3.842.375
3	2019	1.869.703
4	2020	1.564.438
5	2021	2.044.038
6	2022	2.981.181

Sumber: <https://www.bps.go.id> Tahun 2017-2022.

Dapat dilihat dari data yang didapatkan pada Tabel I.11 bahwa apabila pabrik direncanakan akan dibangun pada 2027, maka perkiraan kapasitas yang akan digunakan dapat dilihat dari persamaan regresi linier yang didapatkan. Pada Tabel I.11 dapat digambarkan grafik hubungan antara tahun impor dengan jumlah data sikloheksana impor yang dilakukan. Hubungan dapat dilihat dari grafik yang tertera berikut.



Gambar I.1 Grafik Kebutuhan Sikloheksana di Indonesia Berdasarkan

grafik di atas didapatkan nilai regresi linier  $y = 227,4x - 457174$ . Pabrik sikloheksana ini akan dibangun pada 2027 dengan pertimbangan data BPS pada tahun 2017-2022 dapat ditentukan kapasitas pabrik sikloheksana dengan cara menghitung regresi linier dengan persamaan:

$$y = 227,4x - 457174$$

$$y = (227,4 * 2027) - 457174$$

$$y = 3765,8$$

Dari hasil penghitungan kapasitas di atas, kebutuhan sikloheksana di Indonesia sebesar 3765,8 ton pada tahun 2027. Dapat dilihat dari grafik bahwa kebutuhan sikloheksana setiap tahunnya naik dan turun. Oleh karena itu, tingginya impor yang dilakukan dapat melatarbelakangi perlunya pembangunan pabrik di Indonesia. Dengan perencanaan pembangunan pabrik dengan kapasitas sebanyak 30.000 ton/tahun diharapkan dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri dan mengurangi kebutuhan impor sikloheksana.

### I.5.2. Jumlah Kebutuhan Produk

Untuk konsumsi sikloheksana di dunia dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel I.6 Data Konsumsi Sikloheksana di Asia Tenggara

No	Negara	Kapasitas (Ton/Tahun)
1.	China	21,914
2.	Jepang	32.893,05
3.	Thailand	3.303,326
4.	Philippines	43,978
5.	India	13.685,223
Total		49.957,491

Sumber. UN Data, 2021

Dari tabel di atas dapat disimpulkan bahwa untuk beberapa negara di Asia Tenggara menjadi pusat konsumsi utama sikloheksana. Diperkirakan total jumlah kebutuhan negara-negara di kawasan ASEAN tersebut sebesar 49.957,491 ton/tahun.

### I.5.3. Kapasitas Pabrik yang Sudah Berdiri

Produksi sikloheksana di dunia terletak di berbagai wilayah yaitu Eropa dan Amerika Serikat. Pada wilayah Eropa terdapat 20 industri dan untuk wilayah Amerika Serikat terdapat 5 industri yang bisa dilihat pada tabel berikut.

Tabel I.7 Data Perusahaan Sikloheksana di Wilayah Eropa

No	Lokasi	Perusahaan	Kapasitas (ton/tahun)
1.	Cherkassy, Ukraina	Azot Cherkassy	60.000
2.	Ludwigshafen, Jerman	BASF	130.000
3.	Strazske, Slovakia	Cenon	90.000
4.	Huelva, Spanyol	CEPSA	180.000
5.	Antwerp, Belgium	Fina Antwerp Olefins	110.000
6.	Grodno, Belarusia	Grodno Azot	80.000
7.	Hamburg, Jerman	Holborn Europa Raffinerie	65.000
8.	Kemerove, Rusia	Kemerovo Azot	155.000
9.	Togliatti, Rusia	Kuibyshevazot	120.000
10.	Burgas, Bulgaria	Lukoil Neftochim Burgas	50.000
11.	Plock, Polandia	PKN Orlen	120.000
12.	Rivne, Ukraina	Rivneazot	30.000
13.	Shchekino, Rusia	Schekinoazot	65.000

No	Lokasi	Perusahaan	Kapasitas (ton/tahun)
14.	Pulawy, Polandia	ZA Pulawy	60.000
15.	Tarnow, Polandia	ZA Tarnowie Moscicach	35.000

Sumber: Icis.com

Tabel I.8 Data Perusahaan Sikloheksana di Wilayah Amerika

No	Lokasi	Perusahaan	Kapasitas (ton/tahun)
1.	Port Arthur, Texas	Chevron philips chemical	415.000
2.	Corpus Christi, Texas	Citgo refining & chemicals	120.000
3.	Sweeny, Texas, Borger, Texas	Conoco phillips	340.000 120.000
4.	Beaumont, Texas	Exxon Mobil	190.000
5.	Port Arthur, Texas Corpus Christi, Texas	Flint Hills Resources	310.000 75.000

Sumber: Icis.com

Berdasarkan data industri sikloheksana di wilayah Eropa dan Amerika Serikat untuk kapasitas minimum sebesar 30.000 ton/tahun yang terdapat pada perusahaan Rivneazot yang bertempat di Rivne, Ukraina. Adapun untuk kapasitas maksimum sebesar 415.000 ton/tahun yang terdapat pada perusahaan Chevron Phillips Chemical yang berlokasi di Port Arthur, Texas.

Adapun dengan pertimbangan kapasitas pabrik yang sudah berdiri, jumlah impor, kapasitas pabrik, dan proyeksi kebutuhan sikloheksana ke depan dapat disimpulkan bahwa perlunya pendirian pabrik sikloheksana di Indonesia pada tahun 2027 dengan kapasitas 30.000 ton/tahun dengan tujuan memenuhi kebutuhan sikloheksana di Indonesia dan mengurangi angka impor sikloheksana.

### **I.6. Pemilihan Lokasi**

Penentuan lokasi pabrik merupakan suatu hal yang sangat utama yang harus ditentukan sebelum menentukan langkah selanjutnya. Lokasi pabrik yang dipilih sangat mempengaruhi perkembangan pabrik selanjutnya. Lokasi yang strategis dapat menjadikan pengeluaran lebih ekonomis. Sehingga pabrik sikloheksana ini

direncanakan dibangun di kawasan industri Krakatau *Steel*, Cilegon, Banten. Faktor-faktor pendukung didirikannya pabrik di kawasan ini, yaitu:

#### 1. Sumber Bahan Baku

Pada produksi sikloheksana, bahan baku yang diperlukan adalah benzena dan hidrogen dengan menggunakan proses hidrogenasi. Benzena dan hidrogen yang digunakan diambil dari pabrik terdekat dari kawasan Industri Krakatau *Steel*, Cilegon, Banten. Bahan dasar benzena didapatkan dari PT. Pertamina (Persero) *Refinery Unit IV* Cilacap, Jawa Tengah dengan kapasitas sebanyak 120.000 ton/tahun ([www.pertamina.com](http://www.pertamina.com)). Sedangkan hidrogen didapatkan dari PT. *Air Liquide*, Cilegon, Banten dengan kapasitas produksi 15.000 Nm<sup>3</sup>/jam ([www.id.airliquide.com](http://www.id.airliquide.com)).

#### 2. Pemasaran

Sikloheksana dapat digunakan sebagai bahan *intermediate* yaitu asam adipat dan kaprolaktam dalam memproduksi nilon 66 dan nilon 6. Selain itu sikloheksana juga dapat digunakan sebagai pelarut non polar. Karena daerah kawasan industri ini sangat strategis sehingga dapat dengan mudah untuk dipasarkan di industri pulau Jawa, Sumatra, dan Kalimantan.

#### 3. Utilitas

Daerah industri Krakatau *Steel* berada di kawasan Cilegon, Banten. Daerah ini merupakan kawasan industri yang sudah terdapat banyak fasilitas yang memadai. Untuk pasokan air diperoleh dari PT. Krakatau Tirta Industri. Adapun pasokan listrik didapatkan dari gardu listrik utama pada daerah industri ini.

#### 4. Sarana Transportasi

Fasilitas transportasi pada industri ini sangat mudah karena letak pabrik yang sangat strategis. Hal ini dapat dilihat dari akses yang sangat mudah melalui jalur darat dekat dengan jalan tol Tangerang-Merak dan jalur laut dekat dengan pelabuhan Cigading.

#### 5. Tenaga Kerja

Pemenuhan tenaga kerja dapat meliputi tenaga kerja ahli, terdidik, terampil, dan tenaga kerja kasar. Adapun pemenuhan tenaga kerja tersebut bisa didapatkan dari luar lokasi pabrik maupun sekitar lokasi pabrik, menyesuaikan dengan tenaga

ahli yang dibutuhkan. Karena banyaknya industri yang berada di kawasan tersebut dapat mempermudah pula untuk mencari tenaga ahli.

#### 6. Keadaan Lingkungan Masyarakat

Masyarakat di sekitar industri ini merupakan faktor yang sangat berpengaruh di kawasan industri Krakatau *Steel*, Cilegon, Banten. Letak kawasan ini sudah dipenuhi banyak pabrik, sehingga sudah terdapat penataan kawasan dan cukup banyak fasilitas-fasilitas penunjang yang sangat memadai.