

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kebutuhan isopropil benzena di Asia Tenggara pada tahun 2028 meningkat menjadi sebesar 78.551.684 Kg/Tahun atau 78.600 Ton/Tahun. Berdasarkan data impor dan kebutuhan isopropil benzena di Indonesia serta kebutuhan isopropil benzena di Asia Tenggara maka dapat disimpulkan besarnya kapasitas produksi pabrik pembuatan isopropil benzena ini sebesar 25.000 Ton/Tahun. Dimana sebesar 44% atau 11.000 Ton/Tahun dari seluruh kapasitas tersebut digunakan untuk memenuhi kebutuhan isopropil benzena di Indonesia dan 56% atau 14.000 Ton/Tahun dari kapasitas produksi tersebut digunakan untuk memenuhi kebutuhan isopropil benzena di Asia Tenggara.

Isopropil benzena dengan rumus kimia  $C_9H_{12}$  adalah senyawa aromatik bercincin tunggal dengan wujud cairan tak berwarna dan berbau. Dalam pembuatan fenol dan aseton. Isopropil benzena merupakan bahan baku utama dalam pembuatannya. Selain itu isopropil benzena juga dimanfaatkan sebagai bahan zat aditif dalam *gasoline* karena mampu untuk menaikkan nilai oktan.

Isopropil benzena merupakan salah satu industri kimia yang cukup potensial karena selama ini sebagai bahan kimia masih mengimpor dari luar negeri. Sebagai salah satu bahan kimia yang penggunaannya dibutuhkan dalam industri kimia di Indonesia, Isopropil benzena dihasilkan dengan cara mereaksikan propilena dengan benzena.

Melihat serta mempertimbangkan hal-hal di atas, diharapkan pendirian pabrik isopropil benzena dapat mempengaruhi pendirian pabrik lain yang memanfaatkan isopropil benzena sebagai bahan baku utama pembuatan dalam produknya. Selain itu, belum terpenuhinya kebutuhan isopropil benzena dalam negeri diharapkan pendirian pabrik ini mampu untuk memenuhi kebutuhan di

dalam negeri serta mampu bersaing di pasar internasional yang akan berdampak pada meningkatnya devisa negara.

Beberapa hal yang dijadikan pertimbangan untuk mendirikan pabrik isopropil benzena ini adalah:

1. Dengan didirikannya pabrik ini diharapkan indonesia dapat mencukupi kebutuhan isopropil benzena dalam negeri serta meningkatkan devisa negara dengan mengekspor isopropil benzena ke pasar dunia.
2. Memperluas kesempatan kerja dalam negeri dengan menciptakan lapangan kerja baru.

### **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah pada prarancangan pabrik isopropil benzena :

1. Apakah pembangunan pabrik isopropil benzena dari propilena dan benzena dengan proses alkilasi dapat memenuhi kebutuhan di indonesia?
2. Apakah pembangunan pabrik isopropil benzena dari propilena dan benzena dengan proses alkilasi menggunakan katalis asam fosfat padat kapasitas 25.000 Ton/Tahun layak atau tidak untuk didirikan?

### **1.3 Tujuan Prarancangan Pabrik**

Tujuan prarancangan pabrik pembuatan isopropil benzena:

1. Untuk menganalisis isopropil benzena dari propilena dan benzena dengan proses alkilasi menggunakan katalis asam fosfat padat kapasitas 25.000 Ton/Tahun.
2. Untuk mengkaji pabrik isopropil benzena dari propilena dan benzena dengan proses alkilasi menggunakan katalis asam fosfat padat kapasitas 25.000 Ton/Tahun layak atau tidak untuk didirikan.
3. Untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri serta pasar Asia Tenggara akan kebutuhan isopropil benzena

#### **1.4 Manfaat Prarancangan Pabrik**

Berdasarkan dari tujuan prarancangan pabrik isopropil benzena maka manfaat dari prarancangan pabrik yang diperoleh sebagai berikut:

1. Memberikan gambar rancangan pabrik pembuatan isopropil benzena dari propilena dan benzena dengan proses alkilasi menggunakan katalis asam fosfat padat kapasitas 25.000 Ton/Tahun
2. Untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dan Asia Tenggara akan isopropil benzena dan memberikan kesempatan bagi industri-industri lain yang menggunakan isopropil benzena.
3. Membuktikan bahwa sarjana-sarjana indonesia mampu mengikuti perkembangan teknologi modern dan bersaing di pasar dunia.

#### **1.5 Batasan Masalah**

Pada penyusunan pabrik isopropil benzena, penyusun membatasi masalah sebagai berikut:

1. Perhitungan neraca massa dan energi
2. Penentuan spesifikasi peralatan yang diperlukan untuk proses produksi.
3. Penentuan utilitas
4. Penentuan estimasi ekonomi dan pembiayaan.
5. *Flowsheet* atau blok diagram akan dikembangkan menggunakan aplikasi *aspen hysys*, *P&ID*, *Plant 3D* serta *Naviswork*.

#### **1.6 Penentuan Kapasitas Pabrik**

##### **1.6.1 Penentuan Kapasitas Pra-rancangan Pabrik Isopropil Benzena**

Kebutuhan isopropil benzena di Indonesia dari tahun ke tahun diperkirakan akan terus meningkat, berdasarkan data yang diperoleh dari badan pusat statistik

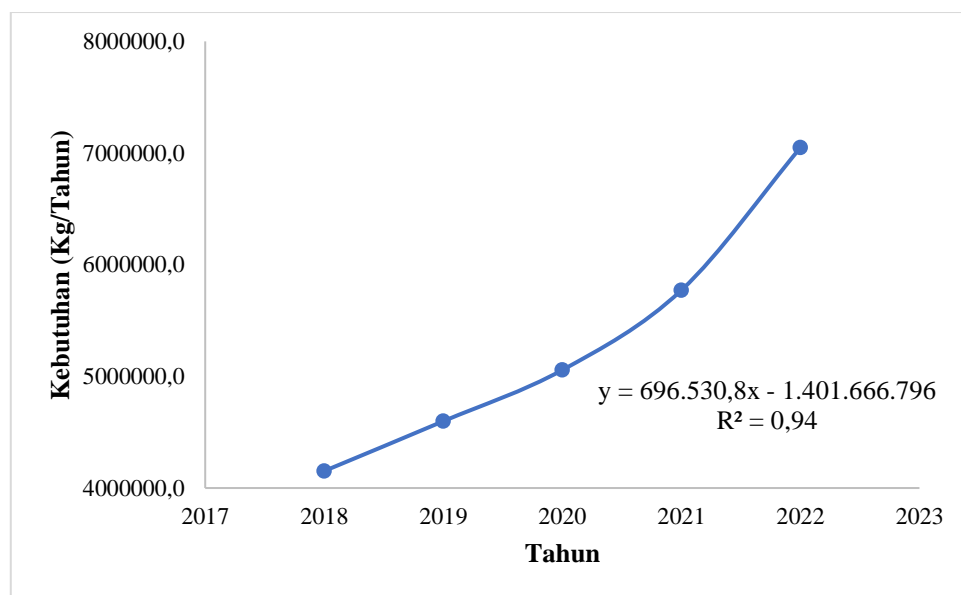
mengenai impor isopropil benzena di Indonesia dari tahun 2018-2022 dapat dilihat pada Tabel 1.1.

**Tabel 1.1** Data impor isopropil benzena di Indonesia

Tahun	Kebutuhan (Kg/Tahun)
2018	4.152.389
2019	4.598.158
2020	5.056.756
2021	5.771.350
2022	7.048.447

(Sumber : BPS 2023)

Dari data tersebut dapat dilihat bahwa kapasitas impor isopropil benzena mengalami peningkatan setiap tahunnya. Oleh karena itu direncanakan dibangun pabrik isopropil benzena di Indonesia agar memenuhi kebutuhan dalam negeri serta diharapkan Indonesia menjadi negara pengekspor isopropil benzena khususnya untuk wilayah Asia Tenggara. Maka dari itu mengurangi ketergantungan impor, pembuatan pabrik isopropil benzena di Indonesia semestinya diperhitungkan.



**Gambar 1.1** Data impor kebutuhan isopropil benzena di Indonesia 2018-2022

Dari grafik diatas dapat diperoleh persamaan sehingga persamaan tersebut dapat digunakan untuk ekstrapolasi pada tahun selanjutnya. Hasil ekstrapolasi dapat dilihat pada Tabel 1.2.

Dari kurva di atas didapatkan persamaan garis lurus  $y = 696.530,8x - 1.401.666.796$  dengan  $x$  sebagai fungsi tahun dan nilai  $R^2 = 0.94$ . Maka dari persamaan tersebut dapat dihitung kebutuhan isopropil benzena dalam negeri pada tahun 2028 mendatang sebagai berikut.

$$y = 696.530,8x - 1.401.666.796$$

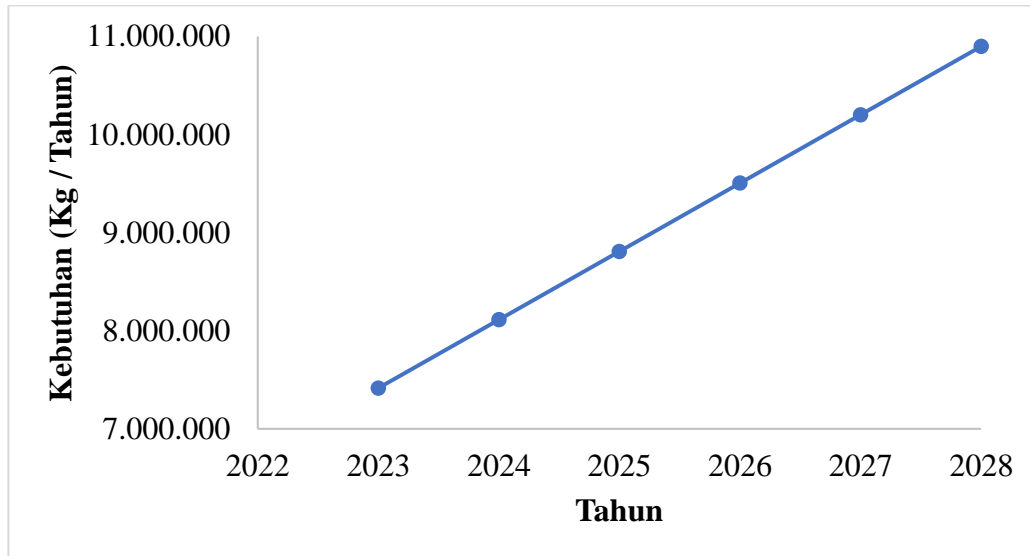
$$y = 696.530,8(2028) - 1.401.666.796$$

$$y = 10.897.666 \text{ Kg/Tahun}$$

**Tabel 1.2** Prediksi kebutuhan isopropil benzena tahun 2023-2028

Tahun Ke	Tahun	Prediksi Kebutuhan Dalam (Kg/Tahun)
1	2023	7.415.012
2	2024	8.111.543
3	2025	8.808.074
4	2026	9.504.604
5	2027	10.201.135
6	2028	10.897.666

Kemudian dibuat data grafik prediksi kebutuhan dari hasil ekstrapolasi atau menggunakan perkiraan dari rumus excel. Berikut data-data prediksi setiap tahun untuk kebutuhan pada masa yang akan datang dinyatakan dalam Gambar 1.2.



**Gambar 1.2** Prediksi kebutuhan isopropil benzena di Indonesia 2023-2028

Maka impor isopropil benzena di Indonesia pada tahun 2028 meningkat menjadi sebesar 10.897.666 Kg/Tahun atau 10.900 Ton/Tahun.

Kebutuhan isopropil benzena di Asia Tenggara, Berdasarkan data dari <https://trademap.com>, kebutuhan akan isopropil benzena dari tahun 2018-2022 di Asia Tenggara dapat dilihat pada Tabel 1.3.

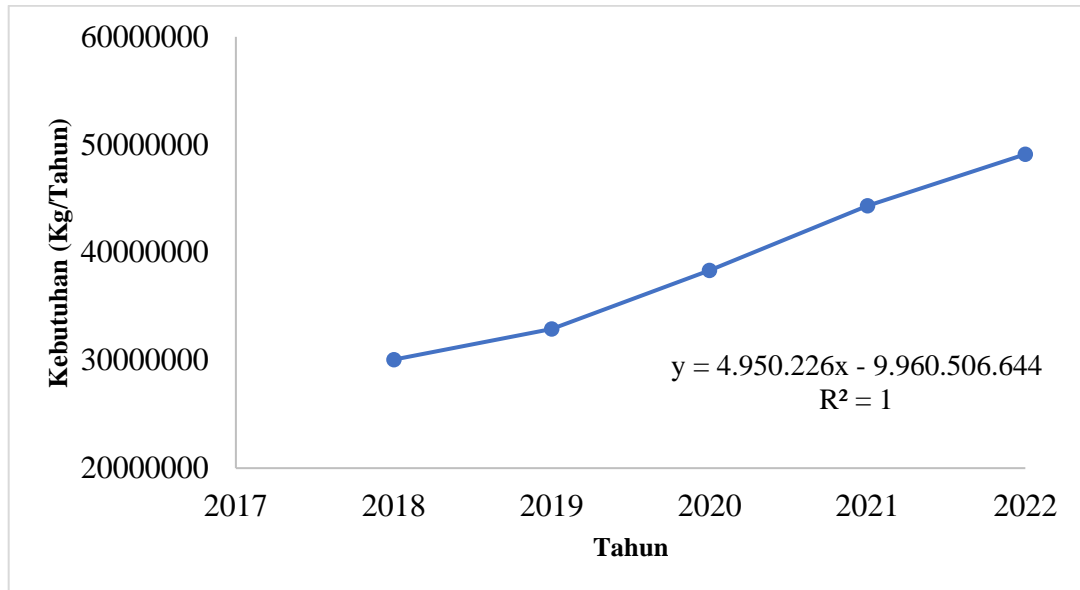
**Tabel 1.3** Data kebutuhan isopropil benzena di Asia Tenggara tahun 2018-2022

Tahun ke	Tahun	Jumlah kebutuhan Asia Tenggara (Kg/Tahun)
1.	2018	30.066.111
2.	2019	32.903.987
3.	2020	38.345.020
4.	2021	44.321.983
5.	2022	49.108.241

(Sumber: <https://trademap.com>)

Berdasarkan data Tabel 1.3 di atas, dapat dilihat bahwa kebutuhan isopropil benzena di Asia Tenggara mengalami peningkatan setiap tahunnya. Oleh karena itu perencanaan pembangunan pabrik isopropil benzena di Indonesia sangat perlu dan penting untuk didirikan guna meningkatkan devisa negara dari hasil produk isopropil

benzena yang di ekspor ke negara Asia Tenggara. Berikut Gambar 1.3 grafik data kebutuhan isopropil benzena di Asia Tenggara.



**Gambar 1.3** Data kebutuhan isopropil benzena di Asia Tenggara 2018-2022

Dari kurva tersebut didapatkan persamaan garis lurus  $y = 4.950.226x - 9.960.506.644$  dengan  $x$  sebagai fungsi tahun dan nilai  $R^2 = 1$ . Maka dari persamaan tersebut dapat dihitung kebutuhan isopropil benzena tahun 2028 mendatang sebagai berikut

$$y = 4.950.226x - 9.960.506.644$$

$$y = 4.950.226(2028) - 9.960.506.644$$

$$y = 10.039.058.328 - 9.960.506.644$$

$$y = 78.551.684 \text{ Kg/Tahun}$$

atau 78.551,684 Ton/Tahun

**Tabel 1.4** Data kebutuhan isopropil benzena di Asia Tenggara tahun 2023-2028

Tahun ke	Tahun	Jumlah (Kg/Tahun)
1.	2023	53.800.554
2.	2024	58.750.780
3.	2025	63.701.006

4.	2026	68.651.232
5.	2027	73.601.458
6.	2028	78.551.684

Kebutuhan isopropil benzena di Asia Tenggara pada tahun 2028 meningkat menjadi sebesar 78.551.684 Kg/Tahun atau 78.600 Ton/Tahun. Berdasarkan data impor dan kebutuhan isopropil benzena di Indonesia serta kebutuhan isopropil benzena di Asia Tenggara maka dapat disimpulkan besarnya kapasitas produksi pabrik pembuatan isopropil benzena ini sebesar 25.000 Ton/Tahun. Dimana sebesar 44% atau 11.000 Ton/Tahun dari seluruh kapasitas tersebut digunakan untuk memenuhi kebutuhan isopropil benzena di Indonesia dan 56% atau 14.000 Ton/Tahun dari kapasitas produksi tersebut digunakan untuk memenuhi kebutuhan isopropil benzena di Asia Tenggara.

Dengan prediksi kebutuhan isopropil benzena dan kapasitas pabrik yang sudah ada, maka dalam prarancangan pabrik ini dipilih kapasitas 25.000 ton/tahun dengan pertimbangan yaitu:

1. Dapat mencukupi kebutuhan isopropil benzena dalam negeri yang terus meningkat setiap tahun .
2. Dapat membuka peluang berdirinya industri-industri baru dengan menggunakan isopropil benzena sebagai bahan baku atau bahan antara.
3. Menghemat devisa negara dengan mengurangi impor sekaligus meningkatkan PDB (Produk Domestik Bruto) dalam negeri.
4. Mengimpor isopropil benzena ke Asia Tenggara untuk memenuhi kebutuhan luar negeri.

### **1.6.2 Kapasitas Isopropil Benzena di Dunia**

Data kapasitas isopropil benzena didunia dapat dilihat pada Tabel 1.5



**Tabel 1.5** Kapasitas isopropil benzena di dunia

No	Pabrik	Lokasi	Kapasitas (Ton/tahun)
1.	Dow	Ternuezen, Netherlands	400.000
2.	HICI	North Tees, UK	135.000
3.	Rhodia	Rousillom, France	230.000
4.	MZRIP	Plock, Poland	68.000
5.	Neftochim	Burgas, Bulgaria	50.000
6.	Carom	Borzesti, Romania	35.000
7.	Slovnaft	Beatislava, Slovakia	55.000
8.	Kazanorgsynthet	Povolzhjelga, Russia	98.000
9.	Chevron	Port Arthur, Texas	450.000
10.	Coastal Eagle	Westville, NJ	168.000
11.	Georgia Gulf	Pasadena Texas	680.000
12.	JLM	Blue Island, II	64.000
13.	Mitsubishi Chemical	Kashima, Japan	210.000
14.	Mitsui Chemicals	Osaka, Japan	140.000
		Chiba, Japan	550.000
15.	Tosoh	Yokkaichi, Japan	230.000
16.	Kumho Shell	Yeochon, Korea	280.000
17.	Taiwan Prosperity	Kaohsiung, Taiwan	130.000
18.	Huntsman	West Footscary, Australia	30.000

(Sumber: ICIS, 1999)

### 1.6.3 Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku pembuatan isopropil benzena yaitu berupa benzena dan propilena, yang dapat diperoleh dari dalam negeri sendiri, sehingga tidak tergantung dari negara lain. Bahan baku propilena disediakan oleh PT. Chandra Asri *Petrochemical* di

Cilegon dengan kapasitas 240.000 ton/tahun. Sedangkan bahan baku benzena disediakan oleh Kilang Pertamina *Paraxylene* di Cilacap dengan kapasitas 120.000 ton/tahun.

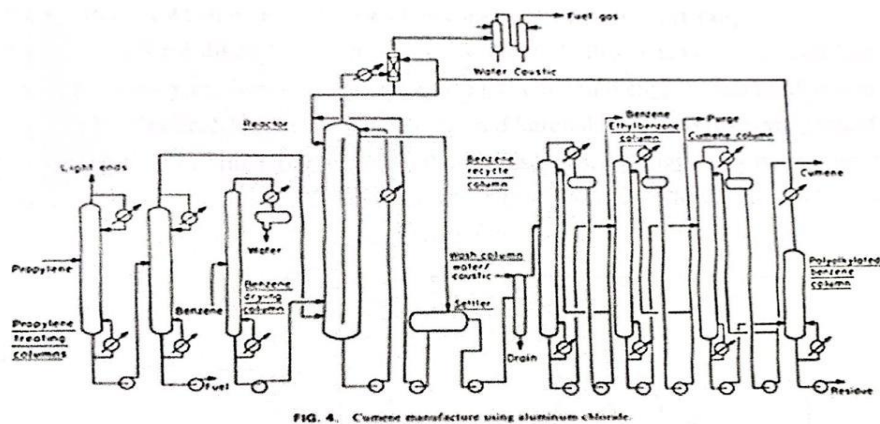
## 1.7 Pemilihan Proses

Proses pembuatan isopropil benzena terdapat beberapa proses yang digunakan, beberapa diantara proses tersebut adalah:

### 1.7.1 Proses Monsanto

Pembuatan isopropil benzena dengan proses  $\text{AlCl}_3$  dari Monsanto ini terbagi dalam tiga unit yaitu unit alkilasi, unit pembuangan katalis dan unit pemurnian. Umpan yang terdiri dari *fresh* benzena, *recycle* benzena, propilena dan katalis  $\text{AlCl}_3$ , masuk ke dalam reaktor. Reaksinya merupakan reaksi eksotermis yang panasnya dibuang melalui sirkulasi air pendingin yang melewati reaktor. Isopropil benzena, propilena, DIPB dan benzena yang tidak bereaksi, keluar dari reaktor dialirkan ke unit pemurnian yang terdiri dari kolom *depropanizer*, kolom benzena dan kolom isopropil benzena. Sedangkan  $\text{AlCl}_3$  yang sudah terpakai dialirkan ke unit pembuangan katalis. Reaksi berjalan pada kondisi operasi dengan suhu  $135^\circ\text{C}$  dengan tekanan 3,94 atm dengan konversi reaksi sebesar 99%.

Flowsheet untuk proses Monsanto dapat dilihat pada Gambar 1.4

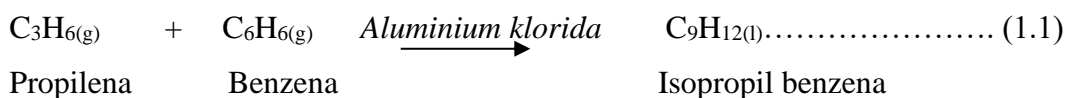


**Gambar 1.4** Flowsheet dasar dengan proses Monsanto

Kelebihan dari metode ini ialah proses berjalan pada tekanan atmosferik. Sedangkan kekurangannya ialah penggunaan alat yang anti korosif sehingga lebih mahal. Selain itu, biaya pengolahan limbah yang bersifat korosif cukup mahal.

Uji ekonomi awal merupakan perhitungan jumlah dari harga bahan baku dan harga produk yang akan dijual sebagai penentu apakah pabrik yang akan dirancang dapat memberikan keuntungan atau memberikan kerugian. Reaksi pembentukan isopropil benzena dari propilena dan benzena dengan katalis aluminium klorida.

Reaksi yang terjadi:



Berikut harga bahan baku dan produk dari situs [www.un.com](http://www.un.com) pada tanggal 25 Mei 2023 berdasarkan nilai kurs US\$ 1 = Rp 15.442 tertera pada Tabel 1.6.

**Tabel 1.6** Harga bahan baku dan produk proses Monsanto

No.	Bahan baku dan Produk	Berat molekul (kg/mol)	Harga (Rp/Kg)
1.	Benzena	0,07811	43.000
2.	Propilena	0,04208	25.741
3	Aluminium Klorida	0,13334	42.500
4	Isopropil Benzena	0,12091	203.500

(Sumber: UN, 2023)

Untuk menghitung kebutuhan bahan baku dan produk maka harus dikonversikan terlebih dahulu.

$$\text{PE} = \text{Harga Produk} - \text{Harga Bahan Baku} \dots\dots\dots (1.2)$$

$$\begin{aligned} \text{PE} &= (\text{BM Isopropil Benzena} \times \text{Harga} \times \text{Jumlah Mol}) - [(\text{BM Benzena} \times \text{Harga} \times \\ &\quad \text{Jumlah Mol}) + (\text{BM Propilena} \times \text{Harga} \times \text{Jumlah Mol}) + (\text{BM Zeolit} \times \text{Harga} \\ &\quad \times \text{Jumlah Mol})] \\ &= (0,12091 \times 203.500 \times 1) - [(0,07811 \times 43.000 \times 1) + (0,04208 \times 25.741 \times 1) \\ &\quad + (0,13334 \times 42.500 \times 1)] \end{aligned}$$

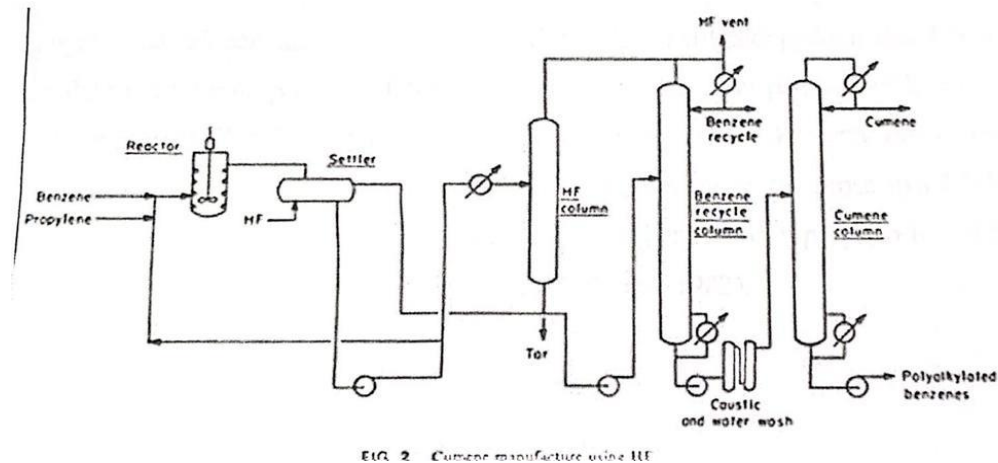
$$\begin{aligned}
 &= (24.605,185) - [(3.358,73) + (1.083,18128) + (5.666,95)] \\
 &= (24.605,185) - (10.108,86128) \\
 &= \text{Rp.}14.496,3238,-
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \% \text{ Keuntungan} &= \frac{\text{Harga Produk}}{\text{Harga Bahan Baku}} \times 100\% \dots\dots\dots (1.3) \\
 &= \frac{14.496,3238}{10.108,86128} \times 100\% \\
 &= 14,34 \%
 \end{aligned}$$

### 1.7.2 Proses Mobil / Badger

Pada proses ini, pembuatan isopropil benzena dari benzena dan propilena menggunakan katalis *zeolite* (dari mobil), reaktor alkilasi bentuk *fixed bed*, reaktor trans alkilasi dan kolom destilasi, dimana pada proses ini reaksi terjadi pada suhu 300-500°C dengan tekanan 1-10 atm dengan koversi sebesar 90%. Propilena cair, *fresh* benzena dan *recycle* benzena dicampur dan diumpankan ke dalam reaktor alkilasi dimana propilena bereaksi dengan sempurna. *Recycle* DIPB (Diisopropil Benzena) dan benzena diumpankan ke reaktor transalkilasi sehingga bereaksi dan menghasilkan isopropil benzena tambahan. Hasil dari reaktor alkilasi masuk ke kolom *depropanizer*, sedangkan hasil reaktor transkilasi dan hasil bawah *depropanizer*, masuk ke kolom benzena, menghasilkan benzena *recycle* dan *crude* benzena, dimana hasil atas adalah benzena dan hasil bawah berupa DIPB dialirkan ke kolom DIPB (diisopropil benzena). Hasil atasnya berupa DIPB (di-*recycle* kembali) dan hasil bawahnya adalah TIPB (triisopropil benzena).

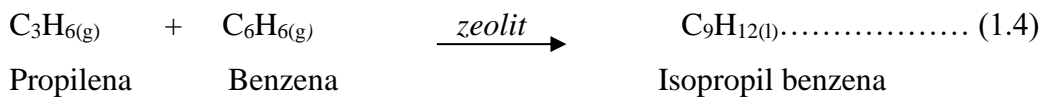
Adapun *flowsheet* dasar dengan proses mobil/*badger* pada Gambar 1.5



**Gambar 1.5** *Flowsheet* dasar dengan proses mobil/*badger*.

Uji ekonomi awal merupakan perhitungan jumlah dari harga bahan baku dan harga produk yang akan dijual sebagai penentu apakah pabrik yang akan dirancang dapat memberikan keuntungan atau memberikan kerugian. Reaksi pembentukan isopropil benzena dari propilena dan benzena dengan katalis zeolit.

Reaksi yang terjadi:



Berikut harga bahan baku dan produk dari situs [www.un.com](http://www.un.com) pada tanggal 25 Mei 2023 berdasarkan nilai kurs US\$ 1 = Rp 15.442 tertera pada Tabel 1.7.

**Tabel 1.7** Harga Bahan Baku dan Produk Proses Mobil/*Badger*

No.	Bahan baku dan Produk	Berat molekul (kg/mol)	Harga (Rp/Kg)
1.	Benzena	0,07811	43.000
2.	Propilena	0,04208	25.741
3	Zeolit	0,06008	16.059
4	Isopropil Benzena	0,12091	203.500

(Sumber: UN, 2023)

Untuk menghitung kebutuhan bahan baku dan produk maka harus dikonversikan terlebih dahulu.

$$PE = \text{Harga Produk} - \text{Harga Bahan Baku} \dots \dots \dots (1.5)$$

$$\begin{aligned} PE &= (\text{BM Isopropil Benzena} \times \text{Harga} \times \text{Jumlah Mol}) - [(\text{BM Benzena} \times \text{Harga} \times \\ &\quad \text{Jumlah Mol}) + (\text{BM Propilena} \times \text{Harga} \times \text{Jumlah Mol}) + (\text{BM Zeolit} \times \text{Harga} \\ &\quad \times \text{Jumlah Mol})] \\ &= (0,12091 \times 203.500 \times 1) - [(0,07811 \times 43.000 \times 1) + (0,04208 \times 25.741 \times 1) \\ &\quad + (0,06008 \times 16.059 \times 1)] \\ &= (24.605,185) - [(3.358,73) + (1.083,18128) + (964,865)] \\ &= (24.605,185) - (4.441,91128) \\ &= \text{Rp. } 20.163,2737,- \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ Keuntungan} &= \frac{\text{Harga Produk}}{\text{Harga Bahan Baku}} \times 100\% \dots \dots \dots (1.6) \\ &= \frac{24.605,185}{4.441,91128} \times 100\% \\ &= 55,39\% \end{aligned}$$

### 1.7.3 Proses Alkalisi

Proses ini menggunakan asam fosfat padat sebagai katalis. Reaktor alkilasi yang digunakan adalah jenis *fixed bed* dengan kondisi operasi suhu 278,5°C dan tekanan 18 atm dan konversinya adalah sebesar 95%. Hasil reaksi dialirkan ke *flash drum* untuk memisahkan sebagian besar gas propilena dan propane yang keluar sebagai flue gas menggunakan menara destilasi (MD-01). Selanjutnya campuran gas ini akan keluar pada bagian atas, sedangkan campuran yang berupa cairan keluar sebagai produk bagian bawah. Cairan dari *flash drum* dialirkan ke menara distilasi (MD- 01).

Produk atas dari destilasi (MD-01) dialirkan ke kolom destilasi benzena (MD-02) pada kondisi operasi umpan suhu 63,5°C tekanan 1 atm. Hasil atas kolom destilasi mengandung benzena, dan propana dengan kondisi uap jenuh. Hasil atas tersebut yang menuju destilasi (MD-02) menghasilkan kondensat benzena dengan tekanan 9,5 atm dan suhu 177,7 °C.

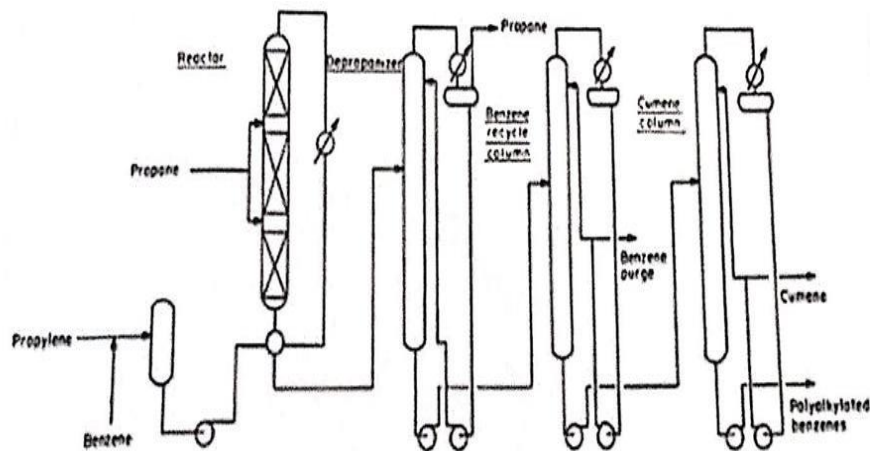
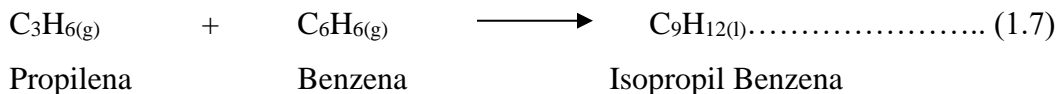


FIG. 3. Cumene manufacture using supported phosphoric acid.

Adapun *flowsheet* dasar untuk proses alkilasi dapat dilihat pada Gambar 1.6

**Gambar 1.6** *Flowsheet* dasar dengan proses alkilasi.

Uji ekonomi awal merupakan perhitungan jumlah dari harga bahan baku dan harga produk yang akan dijual sebagai penentu apakah pabrik yang akan dirancang dapat memberikan keuntungan atau memberikan kerugian. Reaksi pembentukan isopropil benzena dari propilena dan benzena dengan katalis asam fosfat yaitu:



Berikut harga bahan baku dan produk dari situs [www.un.com](http://www.un.com) pada tanggal 5 April 2023 berdasarkan nilai kurs US\$ 1 = Rp 15.442 tertera pada Tabel 1.8.

**Tabel 1.8** Harga Bahan Baku dan Produk Proses Alkilasi

No.	Bahan baku dan Produk	Berat molekul (kg/mol)	Harga (Rp/Kg)
1.	Benzena	0,07811	43.000
2.	Propilena	0,04208	25.741
3.	Asam Fosfat Padat	0,09799	20.939
4.	Isopropil Benzena	0,12091	203.500

(Sumber: UN, 2023)

Untuk menghitung kebutuhan bahan baku dan produk maka harus dikonversikan terlebih dahulu.

$$PE = \text{Harga Produk} - \text{Harga Bahan Baku} \dots\dots\dots (1.8)$$

$$\begin{aligned} PE &= (\text{BM Isopropil Benzena} \times \text{Harga} \times \text{Jumlah Mol}) - [(\text{BM Benzena} \times \text{Harga} \times \\ &\quad \text{Jumlah Mol}) + (\text{BM Propilena} \times \text{Harga} \times \text{Jumlah Mol}) + (\text{BM Asam Fosfat} \\ &\quad \text{Padat} \times \text{Harga} \times \text{Jumlah Mol})] \\ &= (0,12091 \times 203.500 \times 1) - [(0,07811 \times 43.000 \times 1) + (0,04208 \times 25.741 \times 1) \\ &\quad + (0,09799 \times 20.939 \times 1)] \\ &= (24.605,185) - [(3.358,73) + (1.083,18128) + (2.051,81261)] \\ &= (24.605,185) - (6.493,72389) \\ &= \text{Rp. } 71.921,97301,- \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ Keuntungan} &= \frac{\text{Harga Produk}}{\text{Harga Bahan Baku}} \times 100\% \dots\dots\dots (1.9) \\ &= \frac{24.605,185}{6.493,72389} \times 100\% \\ &= 37,89\% \end{aligned}$$

Dilihat dari total harga bahan baku dengan harga produk isopropil benzena, dimana total harga produk lebih besar dari harga bahan baku maka pabrik ini layak untuk didirikan.

## 1.8 Perbandingan Proses

Setiap proses yang dapat digunakan dalam pra-rancangan pabrik isopropil benzena memiliki kelebihan dan kekurangannya. Kelebihan dan kekurangan setiap proses dapat dilihat pada Tabel 1.9



**Tabel 1.9** Perbandingan proses pembuatan isopropil benzena

No	Pertimbangan	Proses		
		Monsanto	Mobil/Badger	Alkilasi
1.	Bahan Baku	Benzena + Propilena	Benzena + Propilena	Benzena + Propilena
2.	Suhu Operasi	135 °C	300-500 °C	278,5 °C
3.	Konversi	99 %	90 %	95 %
4.	Tekanan Operasi	3,94 atm	1-10 atm	18 atm
5.	Katalis	<i>Alumunium Chloride</i>	Asam Zeolit	Asam fosfat padat
6.	Produk Utama	Isopropil Benzena	Isopropil Benzena	Isopropil benzena
7.	Produk Samping	Dimetilbenzena dan Trimetilbenzena	Dimetilbenzena dan Trimetilbenzena	DIPB (Diisopropil Benzena)
8.	Kelebihan	Konversi paling tinggi	Biaya rendah	Biaya murah dan katalis mudah diperoleh
9.	Kekurangan	Katalis sulit didapatkan dan biaya mahal	Katalis sulit didapatkan	Tekanan Tinggi

Berdasarkan Tabel 1.6 dapat diketahui bahwa proses produksi isopropil benzena yang digunakan yaitu proses alkilasi dengan katalis asam fosfat padat dengan pertimbangan sebagai berikut:

1. konversi yang diperoleh cukup tinggi yaitu 99%.
2. Bahan baku katalis asam fosfat padat yang tersedia mudah dijumpai dalam jumlah yang cukup sehingga pengendalian proses relatif mudah.
3. Proses dan peralatan yang digunakan sederhana sehingga biaya pemeliharaan dan pengendalian lebih murah.

## 1.9 Uraian Proses

Pabrik isopropil benzena ( $C_9H_{12}$ ) yang akan didirikan ini merupakan pabrik berbahan baku propilena dan benzena yang dimana propilena diperoleh dari PT. Chandra Asri *Petrochemical* di Cilegon dan benzena diperoleh dari Kilang Pertamina *Paraxylene* RU IV di Cilacap. Pabrik dirancang dengan kapasitas 25.000 ton/tahun yang beroperasi selama 24 jam dan 330 hari dalam setahun.

Secara garis besar, proses pembuatan isopropil benzena terdiri dari beberapa tahap yaitu :

1. Tahap Penyimpanan dan Preparasi Bahan Baku.
2. Tahap Reaksi.
3. Tahap Pemisahan dan Pemurnian Hasil.

### 1.9.1 Tahap Penyimpanan dan Preparasi Bahan Baku

#### a. Penyimpanan Bahan

Benzena dalam fase cair disimpan dalam tangki (T-101), pada kondisi suhu  $30^{\circ}\text{C}$  dan tekanan 1 atm. Sedangkan propilena dalam fase cair, disimpan dalam tangki (T-102) pada suhu  $30^{\circ}\text{C}$  dan tekanan 13 atm.

#### b. Preparasi Bahan Baku

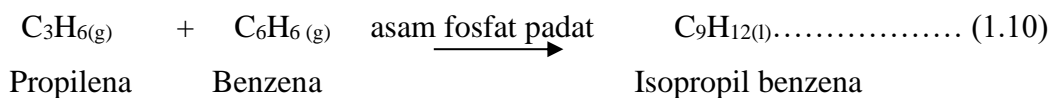
Pada proses ini bahan baku diubah secara fisik agar sesuai dengan kondisi reaktor (R-201). Benzena dari tangki (T-101) yang bekerja pada tekanan 1 atm dan suhu  $30^{\circ}\text{C}$ , dialirkan ke *vaporizer* (V-101) menggunakan pompa sentrifugal dan dinaikkan tekanan pada 9 atm (P-101). Keluaran dari *vaporizer* (V-101) diperoleh benzena dengan kondisi jenuh pada suhu  $90^{\circ}\text{C}$  lalu diumpan kedalam *heat exchanger* (HE-101) untuk dinaikkan suhunya sesuai dengan kondisi operasi reaktor yaitu  $278,5^{\circ}\text{C}$ , lalu benzena diumpan melalui kompresor (K-101) untuk dinaikkan tekanannya menjadi 18 atm kedalam reaktor (R-201).

Sedangkan umpan propilena dari tangki (T-102) dialirkan menggunakan pompa sentrifugal (P-102) dengan kondisi operasi  $30^{\circ}\text{C}$  dan dinaikkan tekanan menjadi 15 atm ke *vaporizer* (V-102). Diperoleh propilena dengan kondisi suhu  $90^{\circ}\text{C}$ . Selanjutnya

cairan propilena diumpankan kedalam *heat exchanger* (HE-102) untuk dinaikkan suhu menjadi 268°C sesuai dengan kondisi operasi reaktor, selanjutnya uap propilena diumpankan kedalam reaktor (R-201) melalui kompresor (K-102) untuk dinaikkan tekanan hingga 18 atm.

### 1.9.2 Tahap Reaksi

Benzena dan propilena dicampur dalam reaktor untuk menghasilkan konversi produk yang tinggi dan menekan sekecil mungkin produk samping dalam reaktor. Reaksi pembentukan isopropil benzena dilakukan dalam reaktor reaktor *fixed bed* multi *tube* (R-201) yang di dalam pipa-pipanya diisi katalisator asam fosfat padat. Reaksi berlangsung pada tekanan 18 atm dan suhu 278,5°C. Didalam *tube-tube* reaktor ini terjadi reaksi alkilasi benzena dengan propilena menjadi isopropil benzena. Menurut reaksi:



Reaksi benzena dengan propilena membentuk isopropil benzena berlangsung secara eksotermis. Untuk tujuan pendinginan dengan menyerap panas hasil reaksi ini digunakan air bertekanan yang disirkulasikan pada bagian *shell* reaktor sehingga memberikan transfer panas yang baik. Produk keluar dari reaktor pada suhu 320°C dan tekanan 18 atm.

### 1.9.3 Tahap Pemisahan dan Pemurnian Hasil

Produk keluar dari reaktor pada suhu 278,5°C dan tekanan 18 atm. Selanjutnya campuran gas tersebut diturunkan tekanannya di *expansion valve* ( Exp-201 ) dari 18 atm menjadi 1,3 atm. Setelah diturunkan tekanannya, campuran gas tersebut diumpankan ke *cooler* (CO-201) untuk diturunkan suhunya dari 166,2 °C menjadi 115 °C.

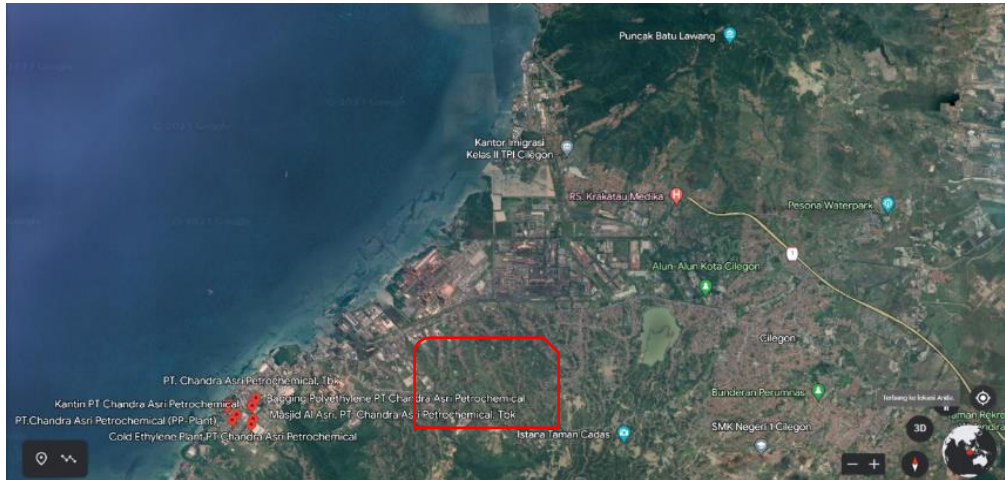
Produk hasil reaktor diumpankan ke destilasi (MD-301) untuk memisahkan sebagian besar gas propana dan benzena yang keluar sebagai *flue* gas menggunakan menara destilasi (MD-301). Selanjutnya campuran gas ini akan keluar pada bagian atas,

sedangkan pada bagian bawah yang berupa cairan keluar sebagai produk yaitu isopropil benzena dengan suhu  $150^{\circ}\text{C}$  yang kemudian masuk ke *cooler* (C-302) untuk diturunkan suhunya menjadi  $30^{\circ}\text{C}$ , lalu dialirkan menggunakan pompa (P-301) menuju tangki penyimpanan produk (T-301).

Produk atas dari destilasi (MD-301) dialirkan ke kompresor (K-301) untuk dinaikkan tekanannya menjadi 1,3 atm agar mengalir ke *cooler* (CO-303) untuk diturunkan suhunya menjadi  $30^{\circ}\text{C}$ . Keluaran dari *cooler* diumpangkan ke separator (MD-302) untuk memisahkan propana dan benzena. Produk atas separator (MD-302) merupakan propana yang telah berubah fasa menjadi gas lalu dilakukan *flaring*, sedangkan produk bawah merupakan benzena fluida cair dengan suhu  $78^{\circ}\text{C}$ . Benzena selanjutnya diumpangkan ke pompa sentrifugal (P-302) untuk dinaikkan tekanannya menjadi 9 atm, dan melalui heater (HE-301) untuk dinaikkan suhunya sesuai dengan preparasi bahan baku yaitu  $90^{\circ}\text{C}$  lalu di-*recycle* ke keluaran *vaporizer* (V-101) untuk bercampur dengan *fresh* benzena.

### **1.10 Pemilihan Lokasi Pabrik**

Pemilihan lokasi pabrik pada wilayah tertentu didasarkan atas berbagai pertimbangan yang tepat terhadap semua faktor-faktor yang memiliki nilai strategis dalam pendirian dan pengoperasian pabrik. Faktor yang berpengaruh dalam penentuan lokasi dan tata letak pabrik. Dari pertimbangan diatas, Lokasi pabrik isopropil benzena ini, dikawasan Cilegon, provinsi Banten. Ditinjau dari segi geografis dan ekonomis, lokasinya cukup strategis, karena ada beberapa faktor yang mendukung dapat dilihat dari Gambar 1.7.



**Gambar 1.7** Lokasi pabrik isopropil benzena

Cilegon dipilih sebagai lokasi pabrik berdasarkan pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut:

### 1.10.1 Faktor Utama

Faktor utama meliputi faktor yang sangat berpengaruh dalam pemilihan lokasi atau tempat pemilihan pabrik. Adapun faktor-faktor yang perlu diperhatikan adalah:

#### 1. Penyediaan Bahan Baku

Bahan baku merupakan kebutuhan utama bagi kelangsungan operasi. Bahan baku propilena disediakan oleh PT. Chandra Asih *Petrochemical* di Cilegon dengan kapasitas 240.000 Ton/Tahun. Sedangkan bahan baku benzena disediakan oleh Kilang Pertamina RU IV di Cilacap dengan kapasitas 120.000 Ton/Tahun dan dengan demikian bahan baku cukup tersedia dan mudah diperoleh.

#### 2. Utilitas

Cilegon merupakan salah satu kawasan industri di Indonesia, sehingga penyediaan utilitas seperti bahan bakar dan listrik dapat dengan mudah terpenuhi dan tidak mengalami kesulitan. Sedangkan air untuk proses produksi maupun karyawan diperoleh dari sungai Cisadene.

### 3. Transportasi

Cilegon merupakan daerah yang mudah dijangkau karena telah ada sarana transportasi darat yang mencukupi memadai. Sehingga untuk transportasi pemenuhan bahan baku maupun pemasaran produk dapat dengan mudah dilaksanakan.

### 4. Tenaga Kerja

Penyediaan tenaga kerja tingkat rendah, menengah maupun tenaga ahli tidak sulit diperoleh, mengingat lokasi pabrik berada dikawasan yang memungkinkan didatangkan dari pulau jawa yang selalu memiliki tenaga kerja berlebih setiap waktu. Diharapkan juga dengan adanya pabrik ini, dapat mengurangi pengangguran di Indonesia.

### 5. Pemasaran Produk

Didukung oleh sarana transportasi yang memadai, distribusi atau pemasaran produk dipulau Jawa dan luar pulau Jawa cukup baik.

### 6. Kemasyarakatan

Keadaan sosial kemasyarakatan sudah terbiasa dengan lingkungan industri, sehingga pendirian pabrik baru dapat diterima dan dapat beradaptasi dengan cepat dan mudah.

### 7. Tenaga Listrik

Tenaga listrik harus tersedia cukup untuk menjaga kelangsungan proses produksi pabrik. Tenaga listrik dapat terpenuhi dari PLN dan ditambah dengan generator pembangkit listrik

### 8. Tenaga Kerja

Di lokasi pendirian pabrik diusahakan dapat memberikan kemudahan akan tenaga kerja pilihan. Di Indonesia tenaga kerja cukup banyak sehingga penyediaan tenaga kerja tidak begitu sulit diperoleh.

## **1.10.2 Faktor Pendukung**

Adapun faktor pendukung yang perlu diperhatikan dalam pembangunan pabrik ini adalah sebagai berikut:

### 1. Perizinan dan Kebijakan Pemerintah

Pendirian pabrik merupakan salah satu usaha untuk mewujudkan kebijakan pemerintah mengenai pengembangan industri dan pemerataan kesempatan kerja.

2. Perluasan Pabrik

Perluasan pabrik ini harus sudah masuk dalam perhitungan sejak awal supaya masalah kebutuhan tempat tidak timbul dimasa yang akan datang. Sejumlah area khusus sudah disiapkan untuk dipakai sebagai perluasan pabrik, penambahan peralatan untuk menambah kapasitas pabrik ataupun mengolah produknya sendiri ke produk lain.

3. Kondisi iklim

Kondisi alam (iklim) dari suatu area yang akan dibangun pabrik haruslah mendukung, dalam arti kondisinya tidak terlalu mengganggu jalannya operasi pabrik.

4. Pembuangan Limbah

Penanganan masalah limbah akan diproses terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan.

5. Korosifitas

Lokasi kawasan cilegon tidak berada tepat tepat di tepi laut sehingga korosifitas yang utamanya disebabkan oleh air laut tidak begitu berpengaruh.

6. Perawatan

Pabrik mempunyai bengkel perawatan sendiri (*maintenance office*), apabila tidak dapat dilakukan sendiri di Cilegon terdapat bengkel yang dapat menangani peralatan peralatan besar.