

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Butadien terdapat dalam dua bentuk isomer yaitu *1,2-Butadiena* dan *1,3-Butadiena* dimana *1,3-Butadiena* lebih banyak ditemui karena lebih mudah menguap pada suhu yang lebih tinggi. *1,3-Butadiena* merupakan senyawa kimia berbentuk gas yang tidak korosif, tidak berwarna, mempunyai bau sedikit aromatik. Memiliki rumus molekul  $C_4H_6$  merupakan senyawa diena terkonjugasi, dengan nama lain *buta-1,3-diene*, *biehylene*, *erythrene* dan *vinylthylene* dengan berat molekul 58,124 g/mol, titik beku -108,902. Sulit larut dalam air, sedikit larut dalam methanol dan etanol, dan mudah larut dalam pelarut organik seperti *diethyl ether*, *benzene*, dan karbon tetraklorida.

*1-3Butadiena* digunakan untuk menghasilkan produk seperti sintesis *styrene Butadiena Rubber* (SBR) dan *polybutadiene Rubber* (PBR) yang dimanfaatkan untuk pembuatan ban mobil. Selain itu, pada sintesis *Acrylonitrile Butadiene Styrene* (ABS) untuk industri plastik. Butadien juga digunakan untuk pembuatan bahan kimia lain seperti *4-vinylcyclohexene* dan *cycloalkenes*. Butadien juga digunakan dalam polimerisasi menghasilkan stirena- butadiena lateks, yang digunakan untuk bawahan karpet, selang, dan segel gasket.

Dalam bidang industri salah satunya pada industri petrokimia, *1,3-Butadiena* digunakan untuk produk sintesis, seperti plastik, ban mobil dan lain-lain. Data statistik yang diperoleh dari Biro Pusat Statistik (BPS) menunjukkan bahwa di Indonesia belum ada pabrik butadien sehingga untuk memenuhi kebutuhan butadien dalam negeri selama ini masih mengimpor dari negara lain seperti Germany, India, Korea, Malaysia, Singapura dan Amerika Serikat.

Berdasarkan jumlah kebutuhan dan kegunaan produk butadien maka dengan mendirikan pabrik butadien di Indonesia perlu dilakukan dengan tujuan mengurangi jumlah impor dan diharapkan pula dapat melakukan ekspor dan dapat memanfaatkan sumber daya manusia yang ada.<sup>[1]</sup>

### 1.2. Sejarah Perkembangan Industri

Sejak penemuan *1,3-butadiena* pada abad ke-19, telah berkembang menjadi bahan kimia industry yang sangat berguna dan penting. Serangkaian artikel yang diterbitkan pada tahun 1942 yang menjelaskan semua metode yang digunakan untuk memproduksi butadien. Awalnya, butadien diproduksi dari asetilena dengan dua proses. Metode ini

tidak lagi digunakan karena produksi asetilena membutuhkan banyak energi dan mahal. Hal ini karena ada proses Reppe yang menggunakan *1,4-butanadiol* dan tetrahydrofuran yang mahal. <sup>[1]</sup>

Setelah itu butadiene dibuat dengan mengisolasi fraksi C<sub>4</sub> yang diperoleh melalui penguraian naphta dan gasoil menjadi etilena. Kemudian dikembangkan proses dehydrogenase dari n-butane atau n butenes. Dehidrogenasi one step yang paling baik diketahui adalah dengan menggunakan proses Catadiene Houdry, yang beroperasi pada skala komersial sejak tahun 1943. Reaksi hidrogenasi butadiene dapat dihidrogenasi menjadi n-butane menggunakan sejumlah besar katalis heterogeny dan homogen. Dengan proses ini butadien yang dikeluarkan dari reaktor dengan konsentrasi 30-60% setelah pemurnian. <sup>[2]</sup>

### 1.3. Kegunaan Produk

Butadiene banyak digunakan dan di aplikasikan sebagai berikut <sup>[2]</sup> :

- Sebagai bahan baku industri kimia, meliputi bahan intermediet atau bahan setengah jadi dari industry karet sintest seperti styrene 1,3 Butadiena rubber (SBR), Poly 1,3 Butadiena, Polucloroprene (Neoprene), Nitril Rubber, Polimer .Selain itu juga digunakan sebagai resin seperti Acrylonitril 1,3 Butadiena Styrene (ABS), Styrene 1,3 Butadiena Copolymer (Latex). Serta digunakan pada industry adiponitrile.
- Sebagai bahan baku di industri plastik yang berfungsi sebagai bahan sintesis sulfolanil eter yang berfungsi sebagai bahan aditif dan digunakan sebagai bahan menambah sifat fleksibelitas.
- Industri obat-obatan digunakan sebagai pembuatan kosmetik <sup>[1]</sup>

### 1.4. Sifat Fisika, Kimia, dan Termodinamika Bahan Baku dan Produk

#### 1.4.1. Bahan Baku Utama

##### A. n-Butana

Sifat-sifat fisika : <sup>[3]</sup>

- Rumus molekul : C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>
- Kemurnian : 99% n-Butana , 1% i-Butana
- Wujud : Gas
- Bau : Sedikit berbau, agak menyengat
- Warna : Tidak berwarna
- Berat molekul : 58,12 g/mol

- Kelarutan dalam air : 61 mg/L<sup>-1</sup> pada 20 °C
- Titik leleh : -135 °C
- Titik didih : -0,5 °C pada 760 mmHg
- Viskositas : 1,17 cP
- Densitas : 2,5985 g/cm<sup>3</sup>

Sifat-sifat kimia :

Mudah bereaksi dengan air (Reaksi Hidrolisis)



n-Butana biasa disebut golongan alkana dapat melalui proses dihalogenasi, dinitrasi, oksidasi dan *Thermal Cracking*

Sifat-sifat Termodinamika :

- Nilai factor Zc : 0,274
- Faktor Acentric : 0,200164

#### 1.4.2. Bahan Baku Pembantu

##### A. Katalis Cromina Alumina

Sifat-sifat Fisika : <sup>[3]</sup>

- Bentuk : Padat atau pellet silinder
- Fase : Padat
- Bulk Density : 0,5509 gr/cm<sup>3</sup>
- Komposisi : 70,8% AL<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 11,8% Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 2,5% MgO.
- Viskositas : 0,81 cp
- Berat Molekul : 294,2533 gr/cm<sup>3</sup>
- Porositas : 0,8 cm
- Densitas cairan : 0,78 gr/cm<sup>3</sup>
- Temperatur Kritis : 152 °C

Sifat-sifat Kimia :

Terdiri dari 70,8% AL<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 11,8% Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 2,5% MgO

Sifat termodinamika :

Katalis Cromina Alumina dapat digunakan pada reaksi Eksotermis.

##### B. Dimethylformamide (DMF)

Sifat-sifat fisika :

- Rumus molekul : C<sub>3</sub>H<sub>7</sub>NO
- Berat molekul : 73,09 g/mol

- Wujud : Liquid
- Warna : Cairan berwarna
- Bau : Agak menyengat
- Flash point : 57,5 °C
- Titik didih : 153 °C
- Titik leleh : -61°C
- Densitas : 0,944 g/ml
- Viskositas : 0,86 mPa pada 20 °C
- warna : Putih

Sifat-sifat kimia :

- Memiliki pH 7 pada 200 g/L pada suhu 20 °C
- Kelarutan 1.000 g/L pada suhu 20 °C
- Stabil pada suhu ruang

Sifat Termodinamika :

- Koefisien DMF pada produk 1,3 Butadiena sebesar 2,38 Olefin.

### 1.4.3. Produk

Produk utama pada pabrik ini yaitu Butadiena, berikut merupakan sifat fisik dan sifat kimia hasil produk ini yaitu :

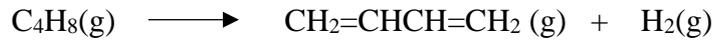
#### A. 1,3 Butadiena

Sifat-sifat fisika :<sup>[1]</sup>

- Rumus molekul : C<sub>4</sub>H<sub>6</sub>
- Berat molekul : 54,092 g/mol
- Wujud : Gas
- Warna : Tidak berwarna
- Titik didih : -4,411 °C pada 131,325 kPa
- Titik beku : -108,902 °C
- Densitas liquid : 0,6194 g/mL pada 25°C
- Densitas gas : 1,9 pada (air 1)
- Heat capacity : 79,538 J/(mol K) pada 25 °C
- Temperature kritis : 152 °C
- Tekanan kritis : 4,32 MPa
- Panas penguapan : 389 J/g pada suhu 25 °C

Sifat-sifat kimia :

- Mudah terbakar
- Reaksi kimia :



- Memiliki kelarutan sebesar 0,735 gr setiap 100 mL
- Disimpan pada tekanan 1 atm pada kondisi suhu kamar.

Sifat Termodinamika:

- Reaksi kimia

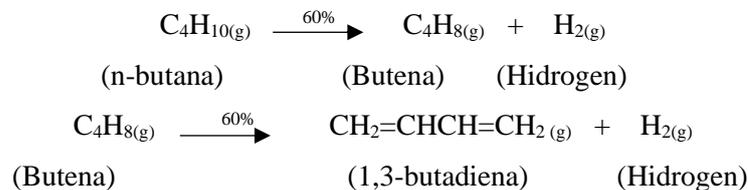


$$\Delta H_r = 235,7 \text{ kJ/mol (101,3 btu/lbmole).}$$

## 1.5. Analisis Pasar

### 1.5.1. Analisa Ekonomi

Pemasaran produk Butadiena untuk memenuhi kebutuhan industri dalam negeri tersebar di seluruh Indonesia. Jika kebutuhan dalam negeri sudah terpenuhi maka dapat dipasarkan ke luar negeri (ekspor). Maka untuk mengetahui analisa pasar perlu mengetahui potensi produk terhadap pasar.



Tabel 1. 1. Daftar Harga Bahan dan Produk (sumber: Alibaba.com)

No.	Bahan	BM	Harga (\$/kg)
1.	n-Butana	58,12	544
2.	Butena	56,106	740
3.	1,3 Butadiena	54,0916	8.525
4.	Hidrogen	2	1.580,15

Tabel 1. 2. Analisa Kebutuhan dan Hasil Reaksi pada Butadiena

No.	Komponen			
	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>	H <sub>2</sub>	C <sub>4</sub> H <sub>6</sub>
1.	-1	0,6	0,6	-
2	-	-0,6	0,36	0,36
Jumlah	-1	0	0,96	0,36

*Economic Potential* = Produk – Reaktan

$$= [(0,36 \times 54,0916 \times \text{US\$ } 8.525)] + [(0,96 \times 2 \times \text{US\$ } 1.580,15)]$$

$$\begin{aligned}
 & - (1 \times 58,12 \times \text{U\$ } 544)] 166007,1204 + 3033,888 - 31617,28 \\
 & = 137423,7284 \text{ U\$ /kgmol C}_4\text{H}_6
 \end{aligned}$$

Kurs dollar per tanggal 30 Agustus 2023, Bank Indonesia = Rp.15.050,0,-. Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, maka dari itu dapat ditarik kesimpulan bahwa pabrik Butadiena dapat didirikan pada tahun 2028.

### 1.5.2. Menentukan Kapasitas Produk

Kapasitas produksi perlu direncanakan untuk mendirikan suatu pabrik. Jumlah ini dapat mengatasi permintaan kebutuhan bitadien di dalam negeri dan juga kebutuhan dunia. Perkiraan kapasitas produksi dapat ditentukan menurut nilai konsumsi setiap tahun dengan melihat perkembangan industri dalam kurun waktu berikutnya.

Tabel 1. 3. Data Impor Butadiena di Indonesia<sup>[4]</sup>

No	Tahun	Jumlah (Kg)	Jumlah (ton)	Pertumbuhan
1	2017	24743555	24743,555	
2	2018	27514733	27514,733	10 %
3	2019	28682606	28682,606	4 %
4	2020	30070162	30070,162	5 %
5	2021	31287504	31287,504	4 %
6	2022	33189328	33189,328	6 %
Rata-rata				6 %

Dari data kebutuhan Butadien di Indonesia, maka dapat diperkirakan kapasitas impor Butadiena pada tahun 2028 adalah direncanakan pabrik akan berdiri pada tahun 2028 dengan menggunakan persamaan:

$$M = P (1 + i)^n$$

Dimana:

M = jumlah impor pada tahun 2028 (ton/tahun)

P = jumlah impor pada tahun 2018 (ton/tahun)

I = rata-rata kenaikan impor tiap tahun (%)

n = Selisih tahun

$$\begin{aligned}
 \text{M}_{\text{impor}} & = P (1 + i)^n \\
 & = 33189,328 (1 + 6\%)^6 \\
 & = 60.009,7575 \text{ ton/tahun}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan rata-rata nilai impor sebesar 10%, diketahui perkiraan nilai impor pada tahun

2028 yaitu sebesar 60.009,7575 ton, dengan asumsi ekspor sebesar 50% dari kapasitas pabrik baru untuk menaikkan devisa negara, sehingga kebutuhan impor dapat diminimalisir, maka

$$M_{\text{ekspor}} = 0,5 M$$

Sehingga kapasitas pabrik baru dapat dihitung sebagai berikut,

$$\text{Kapasitas pabrik baru (M)} = M_{\text{ekspor}} + M_{\text{impor}}$$

$$M = 0,50 M + 60.009,7575$$

$$0,50 M = 60.009,7575$$

$$M = 100.016,2625 \text{ ton/tahun}$$

$$M = 100.000 \text{ ton/tahun}$$

Dengan pertimbangan ketersediaan bahan baku, dan permintaan ekspor yang besar, maka dapat diambil untuk kapasitas produksi pada tahun 2028 adalah sebesar 100.000 ton/tahun

### 1.6. Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik untuk mendirikan dan merancang suatu pabrik, dapat menentukan keberlangsungan pabrik di masa sekarang atau mendatang. Karena berdampak terhadap faktor produksi dari suatu industri. Pemilihan lokasi perlu adanya evaluasi dan mempertimbangkan biaya produksi serta distribusi agar pabrik yang didirikan memenuhi persyaratan.

Sedangkan tata letak pabrik dan peralatan proses merupakan faktor penting dalam berjalannya suatu pabrik maka dari itu pemilihan lokasi, tata letak dan tata peralatan tidak dapat dipisahkan untuk mendapatkan biaya yang ekonomis dan menguntungkan. Adapun beberapa faktor penentuan pemilihan lokasi pabrik yaitu:

#### 1. Faktor utama

##### A. Penyediaan bahan baku

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam penyediaan bahan baku yaitu :

- Letak sumber bahan baku
- Kapasitas sumber bahan baku
- Kualitas bahan baku
- Mekanisme cara mendapatkan bahan baku dan proses pengangkutannya

##### B. Pemasaran

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pemasaran yaitu :

- Daerah hasil produksi akan dipasarkan
- Daya serap pasar dan prospek pemasaran pada masa yang akan mendatang

- Pengaruh persaingan
- Jarak daerah pemasaran dan langkah mencapai daerah tersebut

C. Tenaga listrik dan bahan bakar

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam tenaga listrik dan bahan bakar yaitu :

- Ketersediaan dan jumlah tenaga listrik
- Pengadaan listrik dan ketersediaan bahan bakar
- Asumsi harga dari listrik dan bahan bakar
- Kemudian pengadaan listrik dari PLN

D. Persediaan air

Persediaan air dapat diperoleh dari beberapa sumber yaitu :

- Berasal dari sumber air/sumber air sungai
- Berasal dari air kawasan industri
- Berasal dari PDAM

Dalam pemilihan persediaan sumber air perlu diperhatikan beberapa hal yaitu :

- Kemampuan ketersediaan sumber air untuk memenuhi kebutuhan pabrik
- Kualitas sumber air
- Pengaruh musim terhadap penyediaan sumber air
- Nilai terjangkau atau ekonomis

E. Iklim

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam iklim pada pemilihan lokasi pabrik yaitu :

- Kondisi alam yang mempengaruhi tinggi rendahnya biaya investasi perhal konstruksi pabrik
- Humidity dan suhu udara
- Adanya bencana alam seperti badai, topan dan gempa bumi.

2. Faktor khusus

A. Transportasi

Terdapat hal-hal yang perlu diperhatikan dalam proses pengangkutan bahan baku, bahan bakar, dan produk yang dihasilkan, saling berkaitan dengan fasilitas-fasilitas yang ada yaitu:

- Jalan raya yang dapat dilintasi kendaraan berat
- Sungai dan laut yang dapat dilintasi oleh kapal pengangkut
- Lokasi yang dekat dengan pelabuhan

## B. Tenaga kerja

Tenaga kerja terbagi menjadi dua macam, yaitu tenaga kerja ahli dan tenaga kerja non ahli. Dalam pemilihan tenaga kerja terdapat hal-hal yang perlu diperhatikan yaitu :

- Mudah atau sulitnya mendapatkan tenaga kerja yang dekat dengan lokasi pabrik
- Tingkat penghasilan tenaga kerja di daerah itu
- Perburuhan dan serikat buruh
- Keahlian atau tingkat pendidikan tenaga kerja yang ada

## C. Peraturan dan perundang-undangan

Terdapat hal-hal yang perlu diperhatikan dalam peraturan dan perundang-undangan yaitu :

- Peraturan-peraturan mengenai daerah industri
- Peraturan-peraturan perihal jalan umum bagi industri yang ada
- Peraturan-peraturan lain yang ditujukan untuk industri di daerah lokasi pabrik

## D. Karakteristik lokasi

Terdapat hal-hal yang perlu diperhatikan dalam karakteristik pemilihan lokasi yaitu :

- Komposisi tanah, daya dukung terhadap lokasi pondasi pembangunan pabrik
- Kondisi jalan, kondisi pabrik serta pengaruh air
- Ketersediaan dan fasilitas tanah untuk perluasan atau unit baru

## E. Faktor lingkungan

Terdapat hal-hal yang perlu diperhatikan dalam faktor lingkungan yaitu :

- Adat istiadat atau kebudayaan di lokasi sekitar pabrik
- Fasilitas perumahan, sekolah, poliklinik dan tempat ibadah
- Fasilitas tempat hiburan dan biaya penunjang

## F. Pembuangan limbah

Pembuangan limbah pabrik berkaitan dengan usaha untuk mengurangi pencemaran lingkungan yang disebabkan dari buangan pabrik berupa gas, padat dan cair dengan memperhatikan peraturan pemerintah.

Berdasarkan faktor diatas pabrik Butadiena di Indonesia direncanakan berlokasi di Kawasan Industri Cilegon, Banten, Jawa Barat dengan luas lahan sebesar 55.002,55m<sup>2</sup>. Alasan atau dasar pemilihan lokasi tersebut adalah:

### 1. Penyediaan bahan baku

Bahan baku utama yang digunakan dalam pembuatan Butadiena adalah n-Butana. Bahan baku didapatkan di dalam negeri yaitu di PT. Chandra Asri Petrochemical dengan kapasitas produksi yang mampu menghasilkan 100.000 ton/tahun.

## 2. Transportasi

Pemilihan Kawasan di daerah Cilegon, Banten, Jawa Barat Indonesia memenuhi syarat sebagai lokasi berdirinya pabrik Butadiena karena berada di lokasi yang strategis yaitu dekat dengan Pelabuhan Merak Banten, Pelabuhan PT Chandra Asri, dan juga jalan raya sehingga memudahkan transportasi dari industri bahan baku dan juga pemasaran.

## 3. Kebutuhan air

Dalam mendirikan suatu pabrik perlu memperhatikan aspek ketersediaan airnya. Kebutuhan air pada Pra Rencana Pabrik Butadiena diperoleh dari air yang diolah oleh PT Krakatau Tirta Air tersebut dipilih untuk memenuhi kebutuhan air di pabrik dengan terlebih dahulu mengalami pengolahan. Sehingga dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan air, baik sebagai air proses, air pendingin, maupun sebagai air sanitasi.

## 4. Kebutuhan tenaga listrik dan bahan bakar

Sumber listrik yang digunakan diperoleh dari PT. PLN, akan tetapi tenaga generator sangat diperlukan sebagai cadangan yang harus siap apabila setiap saat diperlukan karena sumber listrik dari PT. PLN tidak akan selamanya berfungsi dengan baik yang disebabkan pemeliharaan atau perbaikan jaringan listrik. Sehingga, industry menyediakan Gas Turbin Generator (GTG) serta menyediakan Gardu Induk Listrik disekitar industry untuk menghindari pemadaman listrik dari pihak PLN secara mendadak. Untuk bahan bakal penggerak turbin berasal dari Gas bumi yang diolah.

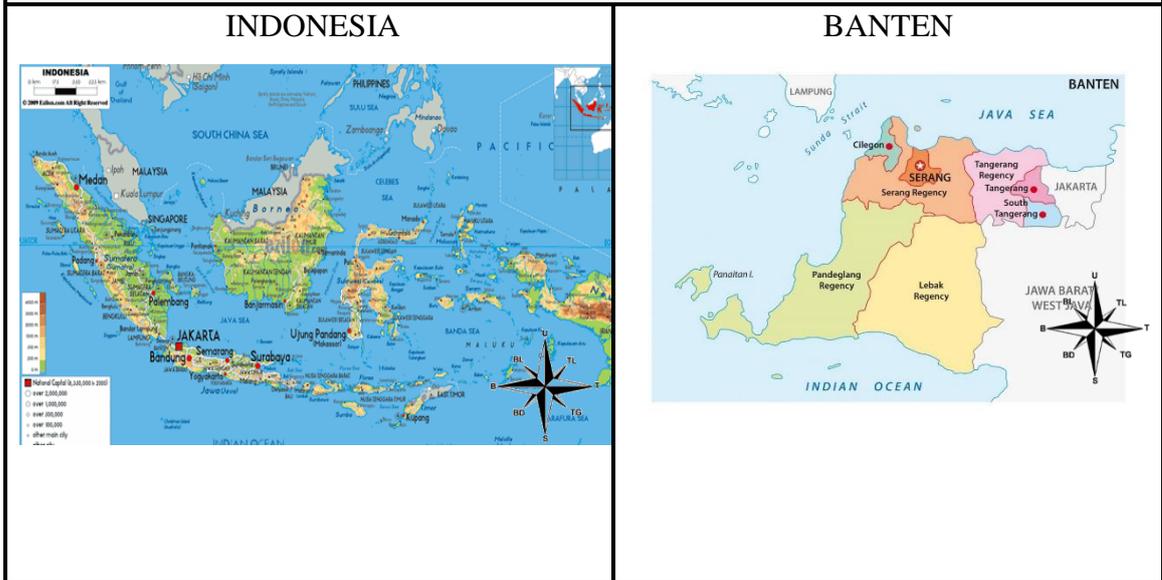
## 5. Tenaga kerja

Sebagai Kawasan Industri, daerah ini merupakan salah satu tujuan para pencari pekerja. Tenaga kerja ini merupakan tenaga kerja yang terampil baik tenaga kasar atau tenaga ahli yang produktif dari berbagai tingkatan Pendidikan

## 6. Biaya untuk tanah

Tanah yang tersedia di Kawasan Industri Cilegon masih cukup luas dengan harga yang terjangkau.

### PETA BANTEN – JAWA BARAT



### LOKASI PABRIK- Jalan Raya Ciwandan

Gambar 1.1. Lokasi Pra Rencana Pabrik Butadiena