

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik

Indonesia pada saat ini sedang berada pada tahap yang penting dalam memasuki era industrialisasi. Untuk itu pemerintah Indonesia melakukan pengembangan dalam berbagai bidang industri. Salah satu jalan untuk meningkatkan taraf hidup bangsa adalah dengan pembangunan industri termasuk diantaranya adalah industri kimia, baik yang menghasilkan produk jadi maupun produk yang di olah lebih lanjut. Pembangunan industri kimia yang menghasilkan produk ini sangat penting, karena dapat mengurangi ketergantungan Indonesia terhadap industri luar negeri yang pada akhirnya akan dapat mengurangi pengeluaran devisa negara untuk mengimpor bahan tersebut.

Salah satu industri yang mempunyai prospek cukup menjanjikan dan mengalami peningkatan setiap tahunnya adalah industri karet sintetis. Penggunaan karet sintesis mulai menggeser karet alam karena karet sintesis lebih baik sifat fisisnya seperti lebih tahan cuaca, tahan asam, dan lebih kuat. Bahan baku karet sintesis adalah senyawa butadiena.

Senyawa 1,3- Butadiena dengan rumus molekul  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$ , senyawa ini mempunyai nama lain *buta-1,3-diene*, *biethylene*, *erythrene*, *divynil*, *vinilethylene*, sedangkan nama IUPAC dari senyawa ini adalah *1,3- Butadiene*. Pada kondisi lingkungan  $P = 1 \text{ atm}$ ,  $T = 30^\circ\text{C}$  senyawa 1,3- Butadiena adalah zat kimia berbentuk gas dengan sifat tidak berwarna, nonkorosif, mudah terbakar, dan reaktif.

Berdasarkan data statistik perdagangan luar negeri Indonesia, kebutuhan butadiena di Indonesia cukup banyak. Dengan kapasitas produksi yang masih cukup rendah sehingga di Indonesia membutuhkan impor yang relatif tinggi.

Penggunaan terbesar butadiena adalah pada industri sintetik elastomer, *chloroprene*, polimer dan resin, serta industri adiponitril. Penggunaan karet sintesis yang paling banyak pada industri *styrene-butadiene rubber* (SBR) untuk industri ban mobil. Selain itu pada industri *acrylonitrile butadiene styrene* (ABS) untuk industri plastik.

Pabrik butadiena akan didirikan di daerah Bontang, Kalimantan Timur. Dasar pemilihan lokasi tersebut adalah ketersediaan bahan baku, sarana transportasi, tenaga kerja dan lain-lain.

Maka dapat disimpulkan bahwa pendirian pabrik butadiena di Indonesia sangat diperlukan demi memenuhi kebutuhan industri dalam negeri, menyerap tenaga kerja sehingga mengurangi angka pengangguran, dan menghasilkan devisa dengan adanya produk yang diekspor, serta mendorong berkembangnya industri-industri kimia yang menggunakan bahan butadiena.

## **1.2 Maksud dan Tujuan**

### **1.2.1 Maksud**

Maksud dari perancangan pabrik ini adalah untuk memenuhi kebutuhan butadiena di Indonesia, karena produk ini banyak digunakan sebagai bahan baku pada pabrik kimia. Maka dalam perancangan pabrik ini akan dirancang pabrik kimia yang memproduksi butadiena dari dehidrogenasi butana.

### **1.2.2 Tujuan**

Tujuan dari perancangan pabrik butadiena ini adalah :

1. Untuk meningkatkan jumlah produksi butadiena di dalam negeri.
2. Meningkatkan jumlah ekspor.
3. Menerapkan disiplin ilmu teknik kimia dalam sebuah perancangan pabrik kimia.

### 1.3 Penentuan Kapasitas Produksi

#### 1.3.1 Kebutuhan Produk

Data Impor dapat dilihat dari tabel 1.1, berikut ini:

**Tabel 1.1** Data Impor butadiena di Indonesia

Tahun	Total impor (ton)	Pertumbuhan (%)
2013	78024	0
2014	75641	-3.054188455
2015	72665	-3.934374215
2016	90827	24.99415124
2017	97272	7.095907605

(Un comtrade, 2018)

**Tabel 1.2** Data Ekspor Butadiena di Indonesia

Tahun	Total ekspor (ton)	Pertumbuhan (%)
2013	15794	0
2014	13349	-15.48056224
2015	6211	-53.4721702
2016	6659	7.213009177
2017	5842	-12.26910948

#### 1.3.2 Perhitungan Kapasitas produksi

Dari Tabel 1.1 diatas didapatkan kenaikan jumlah impor sebesar 6,275%/tahun,maka kenaikan pada tahun 2022 dapat dihitung dengan persamaan :

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

Dimana :

P = data besarnya impor ditahun 2017, (ton)

i = pertumbuhan rata-rata (%)

n = selisih tahun yang diperhitungkan

m = jumlah produk pada tahun 2020 (ton/tahun)

Sehingga diperkirakan jumlah impor pada tahun 2020 sebesar :

$$m = 97272 \times (1 + 0,062754)^4$$

$$m = 124.084,7512 \text{ ton/tahun}$$

Sedangkan dari tabel 1.2 didapatkan hasil pertumbuhan ekspor pertahun sebesar -18,50%, maka diperkirakan jumlah ekspor pada tahun 2020 dapat dihitung dengan persamaan :  $m_4 = P (1 + i)^n$

Sehingga diperkirakan jumlah ekspor pada tahun 2020 sebesar :

$$m = 5842 \times (1 - 0,18502)^4$$

$$m = 2577,180991 \text{ ton/tahun}$$

Dari hasil perhitungan diatas, maka dapat dihitung jumlah kapasitas pabrik butadiene pada tahun 2020 dengan persamaan berikut :

$$m_1 + m_2 + m_3 = m_4 + m_5$$

$$m_3 = (m_4 + m_5) - (m_1 + m_2)$$

$$m_3 = (2577,180991 + 124.084,7512) - (0 + 0)$$

$$m_3 = 126.661,9332 \text{ ton/tahun}$$

Dapat disimpulkan bahwa pendirian pabrik senyawa butadiena yang direncanakan berdiri pada tahun 2022 diharapkan mampu untuk memenuhi kebutuhan industri dalam negeri, menyerap tenaga kerja sehingga mengurangi angka pengangguran, dan menghasilkan devisa dengan adanya produk yang diekspor, serta mendorong berkembangnya industri-industri kimia yang menggunakan bahan butadiena.

### 1.3.3 Macam-Macam Proses

Proses pembuatan butadiena dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa proses yaitu :

- a. Proses Houdry
- b. Proses Nippon Zeon
- c. Dari Etanol

Dari ketiga proses diatas dapat kita lihat perbandingannya melalui tabel dibawah ini.

**Tabel 1.3** Proses Pembuatan Butadiena

No.	Parameter	Proses Pembuatan Butadiena		
		Houdry	Nippon Zeon	Dari Etanol
1.	Bahan	Butana	Naptha crocker ( C <sub>4</sub> mixed)	Etil Alkohol
2.	Proses	Dehidrogenasi butana menjadi butena Penambahan solven aseton untuk mengikat butena Pemurnian butena Dehidrogenasi butena menjadi butandiena Penambahan solven CAA untuk mengikat butadiena Pemurnian butadiena	Proses pirolisis hidrokarbon	Dehidrogenasi etil alkohol
3.	Konversi	Reaktor 1 : 85% Reaktor 2 :85%	Reaktor 1 : 65% Reaktor 2 : 45%	Reaktor 1 : 90% Reaktor 2 : 30%
4.	Nilai ekonomis produk samping	Produk samping yang dihasilkan yaitu H <sub>2</sub>	Produk samping berupa H <sub>2</sub>	Produk samping berupa H <sub>2</sub> , C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> COOH
5.	Katalis	R1 dan R2 = Chromina(Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) Alumina(Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	R1 dan R2 = Chromina(Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) ) Alumina(Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	R1 = Tembaga kromit R2 = Tantala silika
6.	Kondisi operasi	P = 1 atm T = 450-550°C	P = 1,5 atm T = 790 – 830°C	P = 2 – 3 atm T = 325 – 350°C
7.	Produk	Butadiena	Butadiena	Butadiena

### 1.3.4 Pemilihan Proses

Setelah membandingkan berbagai proses pembuatan butadiena yang dapat kita lihat pada tabel 1.3, maka proses yang digunakan untuk perancangan pabrik butadiena adalah proses Houdry. Adapun alasannya dalam memilih proses tersebut adalah :

1. Bahan baku mudah didapat
2. Dari ketiga proses tersebut konversi terbesar pada reaktor 1 dan 2 untuk menghasilkan butadiena sampai 85%
3. Katalis yang digunakan bertahan dengan waktu yang cukup lama yaitu 18 – 24 bulan

### 1.3.5 Tinjauan Termodinamika

Tinjauan termodinamika ditujukan untuk mengetahui sifat reaksi (eksotermis/endotermis) dan arah reaksi (reversible/irreversible). Penentuan panas reaksi berjalan secara eksotermis atau endotermis dapat dihitung dengan perhitungan panas pembentukan standar ( $\Delta H_f^0$ ) pada  $P = 4 \text{ atm}$  dan  $T = 298.15 \text{ } ^\circ\text{K}$ . pada proses pembentukan butadiena terjadi reaksi sebagai berikut :



Harga  $\Delta H_f^0$  masing-masing komponen pada suhu  $298.15 \text{ K}$  dapat dilihat pada tabel 1.4

**Tabel 1.4** Daftar Harga  $\Delta H_f^0$  (kJ/mol)

Komponen	Harga $\Delta H_f^0$ (kJ/mol)
$\text{C}_4\text{H}_{10}$	-126.15
$\text{C}_4\text{H}_8$	-0.13
$\text{H}_2$	0

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

$$\Delta H_{298} = (-0.13 + 0) \text{ kJ/mol} - (-126.15) \text{ kJ/mol}$$

$$= 126.02 \text{ kJ/mol}$$

Karena harga  $\Delta H_{298}$  positif, maka reaksi bersifat endotermis

**Tabel 1.5** Harga  $\Delta G^0$  masing-masing komponen

Komponen	Harga $\Delta G^0_f$ (kJ/mol)
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	-17.15
C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>	-71.3
H <sub>2</sub>	0

$$\Delta G^{\circ} = -RT \ln K$$

$$\Delta G_{\text{total}} = \Delta G^{\circ}_{\text{produk}} - \Delta G^{\circ}_{\text{reaktan}}$$

$$\Delta G_{\text{total}} = (\Delta G^{\circ}_{\text{C}_4\text{H}_8} + \Delta G^{\circ}_{\text{H}_2}) - \Delta G^{\circ}_{\text{nC}_4\text{H}_{10}}$$

$$= (-71,3 + 0) \text{ kJ/mol} - (-17,15) \text{ kJ/mol}$$

$$= -54.15 \text{ kJ/mol}$$

Mencari  $K^{298}$

$$\ln K = \frac{-\Delta G^{\circ}}{RT}$$

(Fogler,2006)

$$\Delta G^{\circ} = -RT \ln K$$

Dimana:

R = Konstanta tetapan Gas Ideal (J/mol.K)

T = Suhu (K)

K = Konstanta kesetimbangan

$$\Delta G^{\circ}_{298} = -RT \ln K$$

$$K^{298} = \exp(-\Delta G^{\circ}_{298} / RT)$$

$$= \exp[-(-54.15 \text{ kJoule/mol}) / (8,314 \cdot 10^{-3} \text{ kJoule/mol.K} \cdot 298 \text{ K})]$$

$$= 0.45$$

Mencari  $\Delta H^{\circ}_R$  dan  $\Delta H^{\circ}_P$

BAHAN	A	B	C	D	E
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	20.056	0.28153	-1.3143E-05	-9.457E-08	3.4149E-11
C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>	24.915	0.20648	5.9828E-05	-1.417E-07	4.7053E-11
H <sub>2</sub>	25.399	2.0178E-02	-3.8549E-05	3.1880E-08	-8.7585E-12

Dengan persamaan:

$$C_p = A + BT + CT^2 + DT^3 + ET^4$$

Maka :

$$\begin{aligned}\Delta H^{\circ R} &= \int_{298}^{811} c_p C_4H_{10} dT \\ &= \int_{298}^{811} 20.056 + 0.281513T^2 + -1.3143E-05T^3 + -9.457E-08T^4 + 3.4149E-11T^5 \\ &= 38300.59 \text{ J/mol.K}\end{aligned}$$

$$= 38.30059 \text{ KJ/mol.K}$$

$$\begin{aligned}\Delta H^{\circ P} &= \int_{298}^{811} c_p C_4H_8 dT + \int_{298}^{811} c_p H_2 dT \\ &= \int_{298}^{811} 24.915 + 0.20648T^2 + 5.9828E-05T^3 + -1.417E-07T^4 + 4.7053E-11 \\ &+ \int_{298}^{811} 25.399 + 2.0178E-02T^2 + -3.8549E-05T^3 + 3.1880E-08T^4 + -8.7585E-12T^5 \\ &= 30379.19 + 1501.89 \\ &= 31881.08 \text{ J/mol.K}\end{aligned}$$

$$= 31.88108 \text{ KJ/mol.K}$$

$$\begin{aligned}\Delta H^{\circ RT} &= \Delta H^{\circ R} + \Delta H^{\circ}_{298} + \Delta H^{\circ P} \\ &= 38.30059 \text{ KJ/mol.K} + 126,02 \text{ kJ/mol} + 31.88108 \text{ KJ/mol.K} \\ &= 196.202 \text{ KJ/mol.K}\end{aligned}$$

Mencari  $K_{538}$  menggunakan persamaan Van't Hoff:

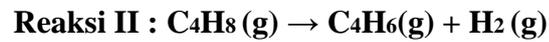
$$D(\ln K) = \frac{\Delta HR}{RT^2} dT$$

$$\ln \frac{K_{298}}{K_{538}} = \frac{\Delta HR}{R} \left( \frac{1}{T_{ref}} - \frac{1}{T} \right)$$

$$\ln 0.45 - \ln K_{538} = \frac{38.3006}{8,314.10^{-3}} \left( \frac{1}{298} - \frac{1}{538} \right)$$

$$\ln K_{538} = 7.35$$

(Fogler,2006)



Harga  $\Delta H_{of}$  masing-masing komponen pada suhu 298.15 K

**Tabel 1.6** Daftar Harga  $\Delta H^0_f$  (kJ/mol)

Komponen	Harga $\Delta H_{of}$ (kJ/mol)
$C_4H_8$	-0.13
$C_4H_6$	110.16
$H_2$	0

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

$$\Delta H_{298} = (110,16 + 0) \text{ kJ/mol} - (-0,13) \text{ kJ/mol}$$

$$= 110,29 \text{ kJ/mol}$$

Karena harga  $\Delta H_{298}$  positif, maka reaksi bersifat endotermis.

Harga  $\Delta G_{of}$  masing-masing komponen

**Tabel 1.7** Harga  $\Delta G^0$  masing-masing komponen

Komponen	Harga $\Delta G_{of}$ (kJ/mol)
$C_4H_8$	-71.3
$C_4H_6$	-150.67
$H_2$	0

$$\Delta G_{\text{total}} = \Delta G_f \text{ produk} - \Delta G_f \text{ reaktan}$$

$$= (-150.67 + 0) \text{ kJ/mol} - (-71.3) \text{ kJ/mol}$$

$$= -79.37 \text{ kJ/mol}$$

Mencari  $K^{298}$

$$\ln K = \frac{-\Delta G^\circ}{RT}$$

$$\Delta G^\circ = -RT \ln K$$

(Fogler,2006)

Dimana:

R = Konstanta tetapan Gas Ideal (J/mol.K)

T = Suhu (K)

K = Konstanta kesetimbangan

$$\Delta G^\circ_{298} = -RT \ln K$$

$$K^{298} = \exp(-\Delta G^\circ_{298} / RT)$$

$$= \exp[-(-79.37 \text{ kJoule/mol}) / (8,314 \cdot 10^{-3} \text{ kJoule/mol.K} \cdot 298 \text{ K})]$$

$$= 0.66$$

Mencari  $\Delta H^\circ_R$  dan  $\Delta H^\circ_P$

BAHAN	A	B	C	D	E
C4H8	24.915	0.20648	5.9828E-05	-1.417E-07	4.7053E-11
C4H6	18.835	0.20473	6.2485E-05	-1.715E-07	6.0858E-11
H2	25.399	2.0178E-02	-3.8549E-05	3.1880E-08	-8.7585E-12

Dengan persamaan:

$$C_p = A + BT + CT^2 + DT^3 + ET^4$$

Maka :

$$\Delta H^\circ_R = \int_{298}^{811} c_p C_4H_8 dT$$

$$= \int_{298}^{811} 24.915 + 0.20648T^2 + 5.9828E-05T^3 + -1.417E-07T^4 + 4.7053E-11T^5$$

$$= 30379.19 \text{ J/mol.K}$$

$$= 30.3792 \text{ KJ/mol.K}$$

$$\Delta H^\circ_P = \int_{298}^{811} c_p C_4H_6 dT + \int_{298}^{811} c_p H_2 dT$$

$$\left( \int_{298}^{811} 24.915 + 0.20473T^2 + 6.2485E-05T^3 + -1.715E-07T^4 + 6.0858E-11 + \right.$$

$$\left. \int_{298}^{811} 25.399 + 2.0178E-02T^2 + -3.8549E-05T^3 + 3.1880E-08T^4 + -8.7585E-12T^5 \right)$$

$$= 29764.68 + 1501.89$$

$$= 31266.57 \text{ J/mol.K}$$

$$= 31.2666 \text{ KJ/mol.K}$$

$$\Delta H^{\circ RT} = \Delta H^{\circ R} + \Delta H^{\circ}_{298} + \Delta H^{\circ P}$$

$$= 30.3792 \text{ KJ/mol.K} + 110,29 \text{ kJ/mol} + 31.2666 \text{ KJ/mol.K}$$

$$= 171.396 \text{ KJ/mol.K}$$

. Mencari  $K_{538}$  menggunakan persamaan Van't Hoff:

$$D(\ln K) = \frac{\Delta HR}{RT^2} dT$$

$$\ln \frac{K_{298}}{K_{538}} = \frac{\Delta HR}{R} \left( \frac{1}{T_{ref}} - \frac{1}{T_{RT}} \right)$$

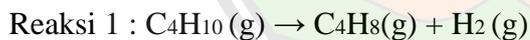
$$\ln 0.66 - \ln K_{538} = \frac{30.3792}{8,314 \cdot 10^{-3}} \left( \frac{1}{298} - \frac{1}{538} \right)$$

$$\ln K_{538} = 6.13$$

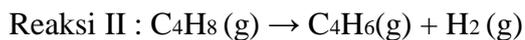
(Fogler, 2006)

### 1.3.6 Kinetika Reaksi

Kecepatan reaksi Butana menjadi Butadiena adalah reaksi orde 1, dengan konstanta kecepatan reaksi dapat dituliskan sebagai berikut :



$$\begin{aligned} \text{Log } K &= \frac{-73900}{4,575T} + 16,43 \\ &= 0.545 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \text{Log } K &= \frac{-60000}{4,575T} + 15,27 \\ &= 0.045 \end{aligned}$$

(Hougen, Watson, Ragantz, 1976)

## **1.4 Penentuan Lokasi Pabrik**

Penentuan lokasi pabrik merupakan hal yang sangat penting dalam perancangan suatu pabrik. Penentuan lokasi yang tepat dalam perancangan pabrik akan memiliki pengaruh yang besar terhadap masa depan suatu pabrik. Dari beberapa pertimbangan maka ditetapkan lokasi pabrik butadiena dengan kapasitas 126.000 ton/tahun direncanakan akan didirikan di Bontang, Kalimantan Timur.

### **1.4.1 Ketersediaan Bahan Baku**

Ketersediaan bahan baku merupakan salah satu faktor penting yang akan mempengaruhi pemilihan lokasi pabrik. Ketersediaan bahan baku yang berdekatan dengan lokasi pabrik akan mengurangi pengeluaran biaya transportasi. Terdapat beberapa hal yang harus diperhatikan dalam ketersediaan bahan baku dari mulai harga bahan baku, jarak produsen bahan baku, hingga kemurnian dari bahan baku itu sendiri. Berdasarkan pertimbangan dari hal-hal diatas maka untuk mengurangi biaya penyediaan bahan baku maka ditetapkan lokasi pabrik akan berdekatan dengan PT. Badak LNG, Bontang Kalimantan Timur.

### **1.4.2 Sarana Transportasi**

Transportasi juga sangat berpengaruh dalam pemilihan lokasi pabrik, karena transportasi akan berpengaruh pada saat proses pengiriman bahan baku ataupun dalam proses pengiriman produk. Oleh karena itu pabrik butadiena ini didirikan dengan beberapa pertimbangan antara lain transportasi yang tersedia, dan juga berdekatan dengan pelabuhan.

### **1.4.3 Pemilihan Lokasi Pabrik**

Dalam pemilihan lokasi pabrik butadiena ini bergantung dengan beberapa faktor diantaranya ketersediaan bahan baku dan juga sarana transportasi. Dalam ketersediaan bahan baku pendirian pabrik ini memilih dekat dengan produsen butana yaitu PT. Badak LNG, Bontang KALTIM. Dalam sarana transportasi pemilihan lokasi juga mendekati pelabuhan bontang sehingga akan memudahkan proses transportasi di jalur laut.



**Gambar 1.1** lokasi pabrik

Sumber: [www.googlemaps.com](http://www.googlemaps.com)

#### 1.4.4 Sumber Daya Manusia

Sumber daya manusia di kawasan ini juga sangat mudah didapatkan, dan Kawasan ini juga sudah berkembang dengan pesat oleh karena itu tidak terlalu sulit untuk mendapatkan tenaga baik tenaga expert maupun non expert.

### 1.5 Uraian Proses

#### 1.5.1 Proses Persiapan Bahan Baku

Pada proses persiapan bahan baku produksi bahan baku butane pada fase gas akan dinaikkan suhunya dari 25°C mencapai 538°C dengan menggunakan furnace sebelum diumpankan ke dalam reaktor untuk melalui proses dehidrogenasi.

#### 1.5.2 Proses Reaksi

Pada tahap ini gas butana dengan suhu 538°C dan tekanan 4 atm akan diumpankan kedalam reaktor satu untuk melalui proses dehidrogenasi dengan bantuan katalis cromina alumina dalam tube reaktor.reaksi yang terjadi didalam reaktor satu adalah sebagai berikut :



Dari reaktor satu didapatkan hasil butena dengan konversi 85% dengan kondisi suhu 488°C serta tekanan 4 atm dan hidrogen sebagai hasil samping. Hasil keluaran reactor I akan diumpankan ke dalam absorber untuk pengikatan butena dengan pelarutnya yaitu aseton, dengan diikatnya butena dengan aseton maka sisa

butana dan hydrogen akan terpisah dari butena dan akan ditampung di dalam tangki penyimpanan gas hydrogen dan butana. Setelah itu butena yang sudah terikat dengan aseton akan diumpankan kedalam menara destilasi 01 untuk melalui proses pemisahan dengan asteton sehingga didapatkan butena murni sebaga hasil keluaran atas sedangkan hasil keluaran bawah berupa aseton yang akan diumpankan ke dalam tangki utilitas untuk nantinya digunakan kembali di dalam menara absorber 01. Gas butena yang sudah terpisah dari aseton akan di naikkan suhunya kembali menjadi 538°C untuk diumpankan ke dalam reaktor 02 untuk proses dehidrogenasi ke dua. Reaksi yang terjadi didalam reaktor 02 adalah sebagai berikut :



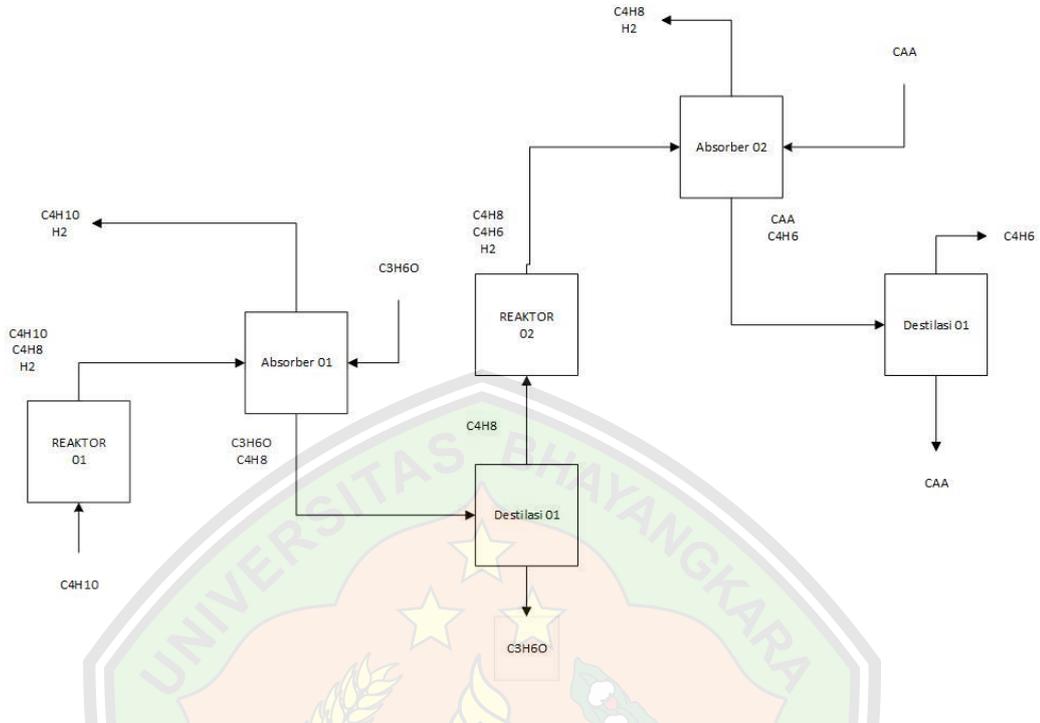
Setelah melalui proses dehidrogenasi akan didapatkan hasil berupa butena, butadiene, dan hydrogen, hasil keluaran reaktor 02 akan diumpankan kedalam menara absorber 02 untuk dilakukan pegikatan butadiene dengan solvent nya yaitu CAA (Cuprous Ammoniac Acid).

### **1.5.3 Proses Finishing**

Pada proses finishing dilakukan pemisahan butadiene deari butena dan hydrogen dengan bantuan pelarut CAA didalam Absorber 02. Butadiene yang telah terikat dengan CAA akan otomatis terpisah dari gas butena dan hydrogen, lalu butadiene tersebut akan diumpankan kedalam menara destilasi 01 untuk dilakukan pemisahan dengan CAA, sehingga didapatkan butadiene sebagai hasil keluaran atas dan CAA sebagai hasil keluaran bawah dan akan melalui proses utilitas untuk nantinya akan digunakan kembali didalam absorber 02. Gas butadiene yang telah terpisah dari CAA akan ditampung dalam tangki penyimpanan produk dan akan siap diedarkan kepada konsumen.

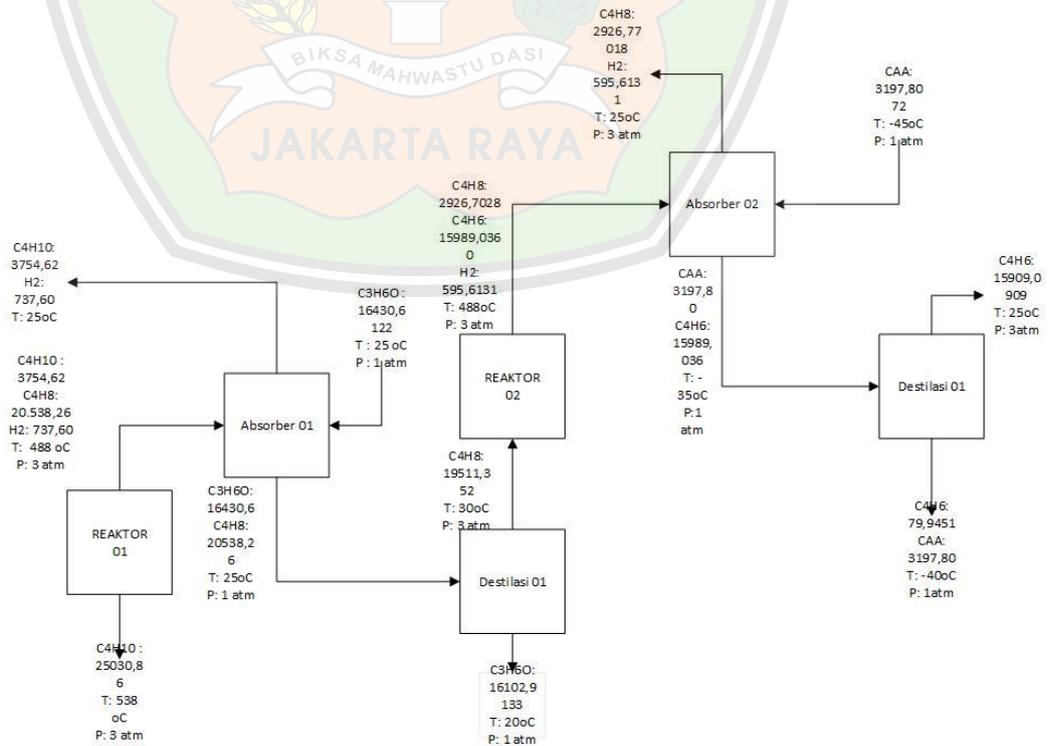
### 1.5.4 Diagram Alir Kualitatif

Gambar 1.2 Diagram Alir Kualitatif



### 1.5.5 Diagram Alir Kuantitatif

Gambar 1.3 Diagram Alir Kuantitatif



## 1.6 Spesifikasi Bahan Baku

### 1.6.1 Spesifikasi Bahan Baku

#### a. Butana

Sifat fisis :

Rumus molekul	: C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>
Berat Molekul	: 58,124 gr/gr mol
Wujud	: gas pada P=1 atm, T= 298,15 °K
Titik beku	: 134.75 °K
Titik didih	: 272,65 °K pada P= 1
Kemurnian	: 98 % C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>
<i>Specific gravity</i> pada 20 °C	: 0,5788
Densitas	: 2,48 kg/m <sup>3</sup>
Temperatur kritis	: 152 °C
Tekanan kritis	: 550,07 psia
Volume kritis	: 0,0702 ft <sup>3</sup> /lb
Panas pembakaran	: 21,12 Btu/lb (pada 77 °F)
Panas laten (pada 25 °C)	: 86,63 kal/g
Panas spesifik	: 0,549 kal/g °C

Sifat Kimia :

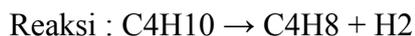
- a. Dengan O<sub>2</sub> berlebih mengalami reaksi pembakaran membentuk H<sub>2</sub>O dan CO<sub>2</sub>.



- b. Dengan halogen mengalami reaksi substitusi membentuk halida.



- c. Pada pemanasan pada suhu tinggi terjadi reaksi dehidrogenasi.



#### b. Butena

Rumus Molekul	: C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>
Berat Molekul	: 56,107 g/gmol

Wujud	: gas pada P = 1 atm, T=298,15 K
Titik didih	: 266,9 K pada P = 1 atm, T = 298,15 K
<i>Specific gravity</i> pada 20 °C	: 0,5788
Densitas	: 2,52 g/l

(Othmer, 1964)

### 1.6.2 Spesifikasi Katalis

Katalisator Chromina Alumina

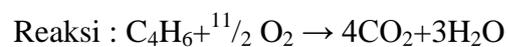
Bentuk	: Pelet silinder
Fase	: Padat
<i>Bluk density</i>	: 0,78 g/cm <sup>3</sup>
Viskositas	: 0,81 cP
Komposisi	: 80 % Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , 20 % Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
<i>Specific gravity</i>	: 0,825

### 1.6.3 Spesifikasi Produk

Butadiena	
Rumus molekul	: C <sub>4</sub> H <sub>6</sub>
Berat molekul	: 54,092 g/gmol
Wujud	: gas pada P=1 atm, T=298,15 K
Kemurnian	: 99,5 % C <sub>4</sub> H <sub>6</sub>
Impiritis	: 0,39 % n-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> 0,1 % C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>
Titik didih	: 268,739 K
Panas pembakaran pada 25°C	: 11,055 kal/gr
Panas pembentukan liquid	: 88,7 kJ/mol
Panas pembentukan gas	: 110,165 kJ/mol

a. Sifat kimia:

1. Dengan O<sub>2</sub> berlebih mengalami reaksi pembakaran membentuk H<sub>2</sub>O dan CO<sub>2</sub>



2. Monomer butadiena dan monomer lain dapat berinteraksi membentuk polimer. Misalnya butadiena dengan akrilonitril membentuk polimer *acrylonitrile-butadiene copolymers (nitrile-butadiene rubber)* dengan cara polimerisasi emulsi.

### Produk Samping

Hydrogen

Rumus molekul :  $H_2$

Berat molekul : 2 g/mol

Wujud : gas

Titik didih : 20,28 K

