

**PRA RENCANA  
PABRIK PEMBUATAN 1,3-BUTADIENA  
KAPASITAS 55.000 TON/TAHUN**



**SKRIPSI**

**Dibuat untuk memenuhi salah satu syarat mengikuti  
Ujian Sarjana pada Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik  
Universitas Sriwijaya**

**OLEH :**

<b>RENDHIKA MAULANA</b>	<b>03031281320024</b>
<b>AHMAD RIZKI JUNIANSYAH MUSBARI</b>	<b>03031381320012</b>

**FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK KIMIA  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
PALEMBANG  
2018**

# HALAMAN PENGESAHAN

PRA RENCANA  
PABRIK PEMBUATAN 1,3-BUTADIENA  
KAPASITAS 55.000 TON/TAHUN

## SKRIPSI


Diajukan untuk melengkapi salah satu syarat  
memperoleh gelar Sarjana

Oleh:

Rendhika Maulana                      03031281320024  
Ahmad Rizki Juniansyah Musbari    03031381320012

Palembang,    November 2018

Pembimbing

  
Prof. Dr. Ir. H. Muhammad Said, M.Sc.  
NIP. 196108121987031003

  
Mengetahui  
Ketua Jurusan Teknik Kimia  
  
Dr. Ir. H. Syaiful, DEA  
NIP. 195810031986031003

## LEMBAR PERBAIKAN

Dengan ini menyatakan bahwa :

**Rendhika Maulana**

**03031281320024**

**Ahmad Rizki Juniansyah Musbari**

**03031381320012**

Judul :

**“PRA RENCANA PABRIK PEMBUATAN 1,3-BUTADIENA KAPASITAS  
55.000 TON/TAHUN”**

Mahasiswa tersebut diatas telah menyelesaikan tugas perbaikan yang diberikan pada sidang sarjana di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 14 November 2018 oleh Dosen Penguji :

1. Dr. Hj. Leily Nurul Komariah, ST.MT.

NIP. 197503261999032002

2. Budi Santoso, ST.MT.

NIP. 197706052003121004

(.....)

(.....)

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Kimia



Dr. Ir. H. Syaiful, DEA

NIP. 195810031986031003

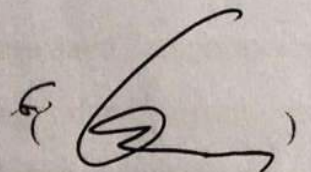
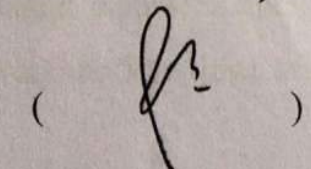
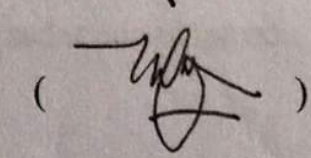
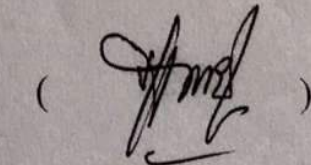
## HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi dengan judul "Pra Rencana Pabrik Pembuatan 1,3-Butadiena Kapasitas 55.000 Ton/Tahun" telah dipertahankan Rendhika Maulana dan Ahmad Rizki Juniansyah Musbari di hadapan Tim Penguji Sidang Tugas Akhir Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 14 November 2018.

Palembang, November 2018

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi

1. Dr. Hj. Leily Nurul Komariah, ST.MT.  
NIP. 197503261999032002
2. Budi Santoso, ST.MT.  
NIP. 197706052003121004
3. Dr. Ir. H. M. Faizal, DEA.  
NIP. 195805141984031001
4. Dr. Ir. Susila Arita Rachman, DEA.  
NIP. 196010111985032002

(  )  
(  )  
(  )  
(  )



Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Kimia

Dr. Ir. H. Syaiful, DEA.  
NIP. 195810031986031003

## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ahmad Rizki Juniansyah Musbari  
NIM : 03031381320012  
Judul Tugas Akhir : Pra Rencana Pabrik Pembuatan 1,3-Butadiena Kapasitas  
55.000 Ton/Tahun  
Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Kimia

Menyatakan bahwa Skripsi ini merupakan hasil karya saya dan partner atas nama **Rendhika Maulana** didampingi Pembimbing dan bukan hasil jiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Delembang November 2018  
  
**Ahmad Rizki Juniansyah Musbari**  
NIM. 03031381320012

## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rendhika Maulana  
NIM : 03031281320024  
Judul Tugas Akhir : Pra Rencana Pabrik Pembuatan 1,3-Butadeina Kapasitas  
55.000 Ton/Tahun  
Fakultas/Jurusan : Teknik/ Teknik Kimia

Menyatakan bahwa Skripsi ini merupakan hasil karya saya dan partner atas nama Ahmad Rizki Juniansyah Musbari didampingi Pembimbing dan bukan hasil jiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, November 2018

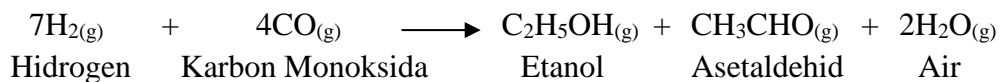


Rendhika Maulana  
NIM. 03031281320012

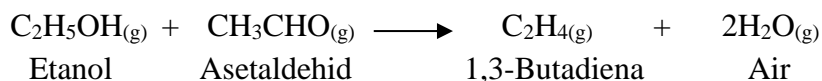
## ABSTRAK

Pabrik 1,3-Butadiena direncanakan berlokasi di daerah Bekasi Timur, Jawa Barat. Pabrik ini meliputi area seluas 7 Ha dengan kapasitas 55.000 ton per tahun. Proses pembuatan 1,3-Butadiena dilakukan dengan mereaksikan Hidrogen dan Karbon Monoksida pada Reaktor-01 (R-01), pada temperatur operasi 300°C dan tekanan operasi 20 atm, untuk membentuk Etanol dan Asetaldehid yang kemudian bereaksi membentuk 1,3- Butadiena pada Reaktor-02 (R-02) pada temperatur operasi 350°C dan tekanan operasi 20 atm, dengan reaksi sebagai berikut:

Reaktor-01:



Reaktor-02:



Pada reaksi diatas, diperoleh 1,3-butadiena dalam bentuk gas dengan kemurnian 95 %.

Pabrik ini merupakan perusahaan yang berbentuk Perseroan Terbatas (PT) dengan sistem organisasi *line and staff*, yang dipimpin oleh direktur utama dengan jumlah karyawan 224 orang.

Hasil analisa ekonomi dari pra rencana Pabrik Pembuatan 1,3-Butadiena ini adalah sebagai berikut:

a) Investasi	= US \$	28.739.539,91
b) Hasil penjualan per tahun	= US \$	567.196.029,60
c) Biaya produksi per tahun	= US \$	493.950.524,68
d) Laba bersih per tahun	= US \$	18.311.376,23
e) <i>Pay Out time</i>	=	2 tahun
f) <i>Rate of return on investment</i>	=	63,71%
g) <i>Discounted Cash Flow-ROR</i>	=	50 %
h) <i>Break Even Point</i>	=	39,31%
i) <i>Service Life</i>	=	11 tahun

# **BAB I**

## **PEMBAHASAN UMUM**

### **1.1. Pendahuluan**

Pembangunan Nasional Indonesia bertujuan untuk mewujudkan masyarakat yang adil dan makmur berdasarkan Pancasila. Untuk itu Pemerintah telah melaksanakan pembangunan di segala bidang, baik fisik, mental, maupun spiritual. Salah satu wujud pembangunan itu adalah pembangunan industri kimia di Indonesia. Dengan pembangunan industri kimia diharapkan Indonesia dapat mengurangi ketergantungan impor bahan kimia dari negara lain. Pembangunan di bidang industri dilakukan secara bertahap dan terpadu melalui peningkatan keterkaitan antara industri dengan sektor ekonomi lainnya, terutama sektor ekonomi yang memasok bahan baku industri kimia. Salah satu bahan industri kimia yang banyak dikonsumsi oleh industri kimia dalam negeri adalah 1,3-butadiene.

Butadiena sebagian besar mengacu pada 1,3-butadiena adalah diena terkonjugasi, sederhananya dengan rumus  $C_4H_6$ . Ini adalah gas yang tidak berwarna dengan bau aromatik lembut, sangat reaktif dan mudah terbakar. Butadiena tidak larut dalam air tapi mudah larut dalam alkohol dan eter. Ini adalah zat kimia industri penting yang digunakan sebagai monomer dalam produksi karet sintesis. Butadiena sebagian besar berasal dari proses distilasi ekstraktif dari aliran crude C<sub>4</sub>, salah satu produk samping proses rengkah dari produksi etilena dan propilena.

Kebanyakan butadien dipolimerisasi untuk menghasilkan karet stirena-butadiena (SBR) yang digunakan dalam pembuatan ban mobil, disamping itu juga digunakan dalam perekat, segel, pelpais, dan bahan karet seperti sol sepatu. Sementara polibutadiena adalah bahan sangat lembut mirip cairan, kopolimer dibuat dari campuran butadiena dengan stirena atau akrilonitril dapat digunakan sebagai perantara dalam produksi akrilonitril-butadiena-stirena (ABS), acrylonitrile butadiena (NBR) dan stirena-butadiena (SBR). Polimer lain yang dibuat dari butadiena termasuk stirena-butadiena lateks, digunakan misalnya di



bawahan karpet dan perekat serta karet nitril, digunakan untuk selang, saluran abhan bakar, segel gasket, sarung tangahn dan sepatu, sementara stirena-butadiena blok kopolimer digunakan dibanyak aplikasi mulai dari campuran aspal (aplikasi jalan dan kontruksi atap), perekat, alas kaki, dan mainan anak. Bahan kimia perantara yang terbuat dari butadiena termasuk adiponitril dan chloroprene yang digunakan, masing – masing dalam pembuatan nilon dan neoprene.

Dengan adanya pertumbuhan industri kimia ini diharapkan mampu mengurangi jumlah impor bahan kimia serta dapat mendorong pertumbuhan ekonomi Indonesia. Banyaknya teknologi yang tersedia serta melimpahnya sumber daya alam dan manusia merupakan faktor pendorong dalam usaha pengembangan industri kimia terutama industri butadiena. Tingginya nilai jual dan peningkatan kebutuhan akan butadiena baik dalam negeri maupun luar negeri membuat pentingnya pabrik butadiena ini didirikan dan dikembangkan di Indonesia.

## **1.2. Sejarah dan Perkembangan**

Pada tahun 1863, seorang ahli kimia Perancis terisolasi hidrokarbon yang sebelumnya tidak diketahui dari pirolisisdari amil alkohol . Hidrokarbon ini diidentifikasi sebagai butadiene pada tahun 1886, setelah Henry Edward Armstrongterisolasi dari antara produk pirolisis minyak bumi. Pada tahun 1910, kimiawan Rusia Sergei Lebedev polimerisasi butadiena, dan memperoleh bahan dengan sifat seperti karet. Proses komersilnya pertama kali dilakukan oleh American-Petroleum And Chemical Industry yang menetapkan bahwa hydrocarbon minyak bumi dan senyawa organik lainnya. Kendatipun demikian butadiena yang dihasilkan tergantung pada jenis dan berat molekul dari campuran organik yang diolah menggunakan proses termis.

Pembuatan butadiena yang memakai katalis ataupun yang tanpa katalis mula-mula dilakukan oleh Egloff dan Hulia. Adisi terhadap Methylene akan membentuk butadiena dan isomerisasi molekul air yang diperkuat dengan vinyl cyclopropane selama photolysis ketene atau Diazometane dan akan terbentuk pula butadiena yang berlebihan pada suhu 60 °C. Hal ini telah dipelajari oleh Frey,

namun Zieger dan Morten yang telah membuktikan bahwa adisi terhadap senyawa organic metallic dapat membentuk 1,3-butadiena.

### **1.3. Proses Pembuatan**

Ada empat proses utama yang digunakan dalam pembuatan 1,3-butadiena, yaitu :

- 1) Proses Philips
- 2) Proses Uhde Star
- 3) Proses Houdry
- 4) Proses Sekisui Chemical

#### **1.3.1. Proses Philips**

Proses ini dilakukan dengan cara mengkonversikan butena menjadi butadiena menggunakan proses oxidative-dehydrogenation catalyst. Butena dipisahkan dari 1,3-butadiena dan hasil – hasil konversi yang lain oleh suatu kombinasi dari fraksional dan dilanjutkan dengan pemisahan ekstraktif dengan aqueous furfural. Selanjutnya butadiena dipisahkan dari etanol dengan kondisi operasi pada suhu 30°C dan tekanan sebesar 1 atm. Perbandingan ratio butena dan oksigen sebagai bahan baku sebesar 1 : 0,5 sedangkan konversi butadiena yang dihasilkan adalah sebesar 85 %.

#### **1.3.2. Proses Uhde Star**

Dalam proses ini, n-Butana didehidrogenasi menjadi butena di dalam reaktor pertama bersuhu, kemudian butena tersebut didehidrogenasi lagi menjadi butadiena di dalam reaktor kedua. Butadiena dipisahkan dari butana dan butena yang tidak bereaksi dikembalikan ke reaktor. Proses ini menggunakan steam yang ditambahkan ke dalam bahan baku, yang bertujuan untuk mengurangi tekanan parsial hidrokarbon (konversi reaksi endotermik akan bertambah dengan berkurangnya tekanan parsial reaktan). Selain itu, penambahan steam bertujuan untuk mempermudah pembakaran deposit kokas pada katalis reaktor menjadi karbon dioksida. Penambahan steam ini berdampak pada siklus kerja yang lebih lama dan regenerasi katalis yang jauh lebih mudah.

### 1.3.3. Proses Houdry

Dalam proses ini, n-butana didehidrogenasi menjadi campuran butena dan butadiena pada suhu preheated sebesar 1125°F-1150°F dengan menggunakan tekanan sebesar 4 Psia. Kemudian butadiena dipisahkan dan butana beserta butana yang tidak bereaksi dikembalikan ke reactor. Pada proses ini, periode reaksi saat fase regenerasi dimulai pada suhu 30 – 40°F dengan menggunakan fixed bed tubular reactor ataupun tube bundle reactor dengan konversi butadiena yang dihasilkan sebesar 90 – 100 % dibawah kondisi endotermis.

### 1.3.4. Proses Sekisui Chemical

Bahan baku yang digunakan berupa biomassa, *coal* dan campuran gas yang mengandung gas hidrogen dan karbon monoksida, yang dialirkan menuju reaktor pertama. Pada reaktor pertama, reaksi yang terjadi adalah reaksi katalitik. Reaktor pertama dirancang dengan kondisi yang dapat menahan temperatur 100 – 500° C dan tekanan 1 - 7,5 MPa. Produk utama dari reaktor pertama adalah mixing gas yang mengandung ethanol dan acetaldehyde dan beberapa gas lainnya. Katalis yang digunakan untuk reaksi pertama adalah katalis berbasis Rhodium. Ethanol dan acetaldehyde yang dihasilkan pada reaksi pertama kemudian dialirkan menuju reaktor kedua. Pada reaktor kedua terjadi reaksi pembentukan butadiene dengan bantuan katalis berbasis Chopper. Reaktor didesain dengan kondisi yang dapat menahan temperatur 300 – 500° C dan tekanan 1 – 7,5 Mpa. Selanjutnya produk utama dari reaksi kedua di separasi untuk memisahkan produk utama, Butadiene dengan produk lainnya yang dapat direcovery.

**Tabel 1.1 Perbandingan Proses yang Digunakan**

No.	Uraian	Proses Philips	Proses Uhde Star	Proses Houdry	Proses Sekisui Chemical
1.	Bahan Baku	n-butana	n-butana	n-Butana	Syn-gas
2.	Kondisi	1050 - 1100 °F	716 - 788 °F	1125 – 1150 °F	100 -500°C
	Operasi	15,7 - 34,7 psia	40 - 47 psia	3 - 4 psia	1-7,5 Mpa

3.			Oksida	Rhodium
	Katalis	Chromia - Alumina	Logam dan Zinc-Kalsium Aluminat	Chromia - Alumina Chopper
4.	Kemurnian	80 %	90 – 100 %	90 – 100% 90-100 %

Dari keempat perbandingan proses pembuatan 1,3-butadiene pada Tabel 1.1. maka digunakan proses pembuatan proses Sekisui *Chemical* berbahan baku *Syn-gas* yang mengandung hidrogen dan karbon monoksida.

#### 1.4. Sifat Fisik dan Kimia

##### 1.4.1. Hydrogen

Titik lebur	: -259,140 °C
Titik didih	: -252,870 °C
Warna	: tidak berwarna
Bau	: tidak berbau
Densitas	: 0,08988 g/cm <sup>3</sup> pada 293 K
Kapasitas panas	: 14,304 J/gK

##### 1.4.2. Carbon Monoxyde

Berat molekul	: 28,01 g/mol
Titik didih	: -191,5 °C (-312.7 °F)
Titik beku	: -205 °C (-337 °F)
Spesifik gravitasi	: 1,25 pada 0 °C (32 °F)
Massa jenis uap	: 0,97
Tekanan uap	: 20 °C (68 °F), lebih dari 1 atm (760 mmHg)
Kelarutan	: di dalam air, ethanol, methanol

##### 1.4.3. Ethanol

Rumus molekul	: C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH
Berat Molekul	: 46,06844 g/mol
Penampilan	: cairan tak berwarna dengan bau yang khas
Densitas	: 0,7893 g/cm <sup>3</sup>

Titik lebur	: -114,14 °C
Titik didih	: 78,29 °C
Kelarutan dalam air:	tercampur penuh
Tekanan uap	: 58 kPa (20 °C)

#### 1.4.4. Acetaldehyde

Warna dan Bau	: Tidak berwarna atau gas, berbau seperti buah buahan
Titik lebur	: -121°C
Titik didih	: 21°C
Titik nyala	: -39°C (tabung tertutup); - 40°C (tabung terbuka)
Suhu kritis	: 188°C
Tekanan kritis	: 63,2 atm
Tekanan uap	: 750 mmHg pada 20°C, 902 mmHg pada 25°C
Kerapatan uap	: 1,52 (udara = 1)
Berat Jenis	: 0,7834 pada 16°C/4°C (air = 1)
Volatilitas	: 100%

#### 1.4.5. 1,3-Butadiene

Rumus molekul	: C <sub>4</sub> H <sub>6</sub>
Massa molar	: 54,0916 g/mol
Penampilan	: gas tak berwarna
Bau	: seperti bensin
Densitas	: 0,6149 g/cm <sup>3</sup> at 25 °C, solid 0,64 g/cm <sup>3</sup> at -6 °C, liquid 1,87g/cm <sup>3</sup> , Gas
Titik lebur	: -108,9 °C, 164,3 K, -164,0 °F
Titik didih	: -12°C – 4°C
Kelarutan dalam air	: 0,735 g/100 mL
Kelarutan	: sangat larut dalam aseton, larut dalam eter dan etanol