

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik

Indonesia merupakan negara yang sedang berkembang, saat ini berada pada suatu tahap yang sangat penting. Salah satu jalan untuk meningkatkan taraf hidup bangsa adalah dengan pembangunan industri, yaitu dengan cara memenuhi kebutuhan bahan-bahan industri melalui pendirian pabrik-pabrik kimia.

n-butiraldehid dan i-butiraldehid adalah bahan kimia yang banyak digunakan sebagai pelarut dan resin untuk membuat bahan baku pembuat plastik, pelapis dan floatasi biji mineral. Dengan semakin meningkatnya kebutuhan plastik dalam berbagai jenis bahan dan bentuknya, akan meningkatkan pula kebutuhan i-butiraldehid dan n-butiraldehid sebagai salah satu bahan baku intermediet untuk pembuatan PVC karena memberikan sifat nonvolatil dan juga dapat digunakan sebagai surfaktan karena mudah untuk dibiodegradasi sehingga ramah lingkungan.

Karena pentingnya kegunaan i-butiraldehid dan n-butiraldehid, maka kebutuhan n-butiraldehid dan i-butiraldehid di Indonesia semakin meningkat. Namun untuk memenuhi kebutuhannya di Indonesia khususnya pada masa ini masih cenderung mengandalkan impor dari luar negeri. Maka direncanakan untuk didirikan pabrik i-butiraldehid dan n-butiraldehid untuk memenuhi sebagian besar kebutuhan dalam negeri dan sebagian dapat diekspor untuk menambah cadangan devisa dan diharapkan juga dapat membuka lapangan kerja baru.

1.2. Kapasitas Perancangan Pabrik

Dalam penentuan kapasitas pabrik butiraldehid ada beberapa pertimbangan yang harus diperhatikan antara lain :

1. Proyeksi kebutuhan butiraldehid di Indonesia.

Berdasarkan data yang diperoleh dari Biro Pusat Statistik mengenai butiraldehid di Indonesia :

Tabel 1.1. Data Impor Butiraldehid

Tahun	Kapasitas (ton / tahun)
1997	494.985
1998	495.637
1999	509.950
2000	601.491
2001	699.744
2002	874.845

(Sumber : Badan Pusat Statistik, BPS Semarang)

2. Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku yang dibutuhkan seperti propilen dapat didatangkan dari PT. Pertamina UP VI di Balongan, Indramayu dan PT. Chandra Asri di Cilegon Serang sedangkan *Syngas* (CO dan H₂) dapat diperoleh dari PT. Pupuk Kujang di Cikampek dan PT. Pertamina UP VI Balongan, Indramayu.

3. Kapasitas minimal

Kapasitas pabrik butiraldehid dengan proses *kvemer* yang menguntungkan berkisar 30.000 – 350.000 ton/tahun (*hydrocarbon processing*, Maret 1997). Berdasarkan data pabrik butiraldehid yang sudah berdiri di luar negeri, *United State of Amerika*(85.000 – 320.000 ton/tahun) (Mc. Ketta, vol. 5 hal 392), Eropa (50.000 – 330.000 ton/tahun) dan Asia Pasifik (70.000 - 220.000 ton/tahun). Dengan memperhatikan faktor-faktor diatas, maka dipilih dengan kapasitas 120.000 ton/tahun yang bertujuan untuk memenuhi kebutuhan dalam dan luar negeri, pabrik ini direncanakan akan didirikan pada tahun 2010.

4. Kapasitas Potensial

Berdasarkan kapasitas potensial pabrik butiraldehid dengan lisensi teknologi proses *kvamer* yang sudah didirikan adalah sebagai berikut :

Tabel 1.2. Kapasitas Potensial Pabrik Butiraldehid

Lokasi	Kapasitas Potensial (ton/tahun)
Seadrift, texas	70.000
Penvelas, Puerto Rico	140.000

1.3. Pemilihan Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik secara geografis dapat memberikan pengaruh yang besar terhadap lancarnya kegiatan industri. Karena berkaitan langsung dengan nilai ekonomi pabrik yang akan didirikannya di Balongan Indramayu Jawa Barat.

Dipilihnya lokasi Balongan adalah dengan pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut :

1. Penyediaan Bahan Baku

Propilen dan *Syngas* sebagai bahan baku pembuatan butiraldehid diperoleh dari PT. Pertamina UP VI yang berlokasi di Balongan Indramayu.

2. Pemasaran

Butiraldehid banyak digunakan sebagai solvent sangat potensial untuk pulau Jawa dimana pabrik plastik, deterjen dan pelapis banyak didirikan. Yang berarti memperpendek jarak antara pabrik yang diproduksi dengan pabrik yang membutuhkan butiraldehid.

3. Transportasi

Pengangkutan bahan baku menuju Balongan cukup mudah mengingat jalan raya Pantura sudah cukup baik dan lancar. Selain itu juga untuk pemasaran produk daerah Balongan cukup strategis, karena letaknya yang dekat dengan kawasan-kawasan industri seperti Cilegon, Cikampek, Purwakarta, Jakarta dan dekat dengan Pulau Jawa Tengah dan Jawa Timur. Fasilitas transportasi laut seperti pelabuhan tersedia dekat dengan lokasi pabrik.

4. Tenaga Kerja

Kawasan industri terletak di daerah Jawa yang sarat dengan pendidikan formal maupun nonformal dimana banyak dihasilkan tenaga kerja ahli maupun non ahli, sehingga tenaga kerja mudah didapatkan.

5. Utilitas

Balongan Indramayu merupakan daerah industri yang sudah mapan, maka penyediaan utilitas tidak mengalami kesulitan. Pelabuhan dan sungai untuk memenuhi kebutuhan air.

6. Kemungkinan Perluasan Pabrik

Dengan didirikannya pabrik di Balongan Indramayu diharapkan dapat diadakan perluasan ditahun mendatang mengingat lahan yang tersedia masih memungkinkan.

1.4. Tinjauan Pustaka

1.4.1. Macam - macam Proses

a. Proses Hidroformilasi Shell NaX-zeolit Satu Tahap

Proses ini terdiri dari satu tahap dengan katalis NaX-zeolit yaitu hidroformilasi dan propilen dengan gas sintetis yang dioperasikan pada tekanan 200 atm dan suhu 150 °C.

b. Proses Hidrogenasi Oxo Kobalt Dua Tahap

Proses ini merupakan proses dua tahap dengan katalis kobalt yang meliputi tahap hidroformilasi dan hidrogenasi. Pada tahap hidroformilasi ini pembentukan i-butiraldehid dan n-butiraldehid dari propilen, hidrogen dan karbon monoksida pada tekanan yang tinggi sekitar 200-300 atm dan suhu 150-200 °C. Sedangkan tahap hidrogenasi adalah tahap pembentukan i dan n-butiraldehid pada tekanan 10-200 atm dan suhu 100-200 °C dengan katalis nikel.

c. Proses Hidrogenasi Oxo Rhodium Dua Tahap

Proses ini merupakan proses dua tahap dengan katalis rhodium yang meliputi tahap hidroformilasi dan hidrogenasi. Pada tahap

hidroformilasi ini adalah pembentukan i-butiraldehid dan n-butiraldehid dari propilen, hidrogen dan karbon monoksida pada tekanan yang tinggi sekitar 100-200 atm dan suhu 100-150 °C. Sedangkan tahap hidrogenasi adalah tahap pembentukan i dan n-butiraldehid dari propilen, hidrogen dan karbon monoksida pada tekanan 10-200 atm dan suhu antara 100-200 °C.

d. Proses Alkohol Ziegler

Pembentukan i-butiraldehid dan n-butiraldehid dari bubuk aluminium dan dietil aluminium hidrat yang dikontakkan dengan hidrogen dan etilen. Tahapan prosesnya meliputi hidrogenasi, *growth* (pertumbuhan), oksidasi, hidrolisis, netralisasi, dan fraksinasi (pertumbuhan), oksidasi, hidrolisis, netralisasi, dan fraksinasi (Mc. Ketta, Vol 5).

Proses yang dipilih adalah proses hidroformilasi shell NaX-zeolit satu tahap. Dipilihnya proses tersebut adalah dengan pertimbangan sumber bahan NaX-zeolit tersebar dimana-mana sehingga harganya lebih murah daripada katalis yang lain. Selain itu juga proses hidroformilasi shell NaX-zeolit pengoperasiannya lebih mudah dan menghasilkan produk yang lebih baik dan lebih banyak daripada proses yang lainnya (Mc. Ketta, Vol.5).

1.4.2. Kegunaan Produk

Produk butiraldehid adalah i- butiraldehid, dan n- butiraldehid yang banyak sekali manfaatnya baik sebagai produk jadi maupun sebagai produk intermediatnya. Kegunaan dari i- butiraldehid dan n- butiraldehid adalah sebagai berikut:

Kegunaan n-butiraldehid

1. Plasticizer

Plasticizer digunakan dalam plastik tertentu untuk menambah fleksibilitas dan untuk memudahkan dalam proses pengolahan plastik selanjutnya.

2. Sebagai bahan baku polivinil butiral (*Vinyl butyral resins*) yang digunakan sebagai lapisan batas untuk *safety glass*.
3. Kondensasi butiraldehid dengan phenol dan HCl atau NaOH serta formaldehid membentuk resin yang digunakan sebagai molding powder.
4. Sebagai bahan baku butiamina yang digunakan sebagai zat warna, bahan insektisida, sebagai akselerator karet dan zat floatasi.
5. Sebagai bahan baku 2-etil-1-hexanol yang merupakan *solvent defoaming*, dispersing dan *wetting agent*.
6. *Surface Coating Agent*
Dapat digunakan sebagai solvent untuk tinta printing.

Kegunaan iso-butiraldehid

1. Sebagai bahan baku asam panthothenic untuk bahan baku suplemen makanan.
2. Sebagai bahan baku valine untuk bahan baku suplemen makanan.
3. Sebagai bahan baku leucin untuk bahan baku suplemen makanan.
4. Sebagai bahan baku asetat dimana isobutilasetat digunakan sebagai pelarut.
5. *Surface Coating Agent*
Dapat digunakan sebagai solvent untuk tinta printing.

1.4.3.Sifat Fisis dan Kimia

A. Bahan Baku

1. Propilen

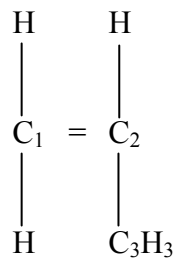
a. Sifat Fisis Propilen

Fase	: cair jenuh
Berat molekul	: 42,81 kg/kmol
Titik beku	: -185 °C
Titik didih pada 748 mmHg	: - 48°C
Suhu Kritis	: 91,4°C

Tekanan Kritis	: 45,6 atm
Densitas cair pada 223 K	: 0,612 g/cc
Entalpi pembentukan standar	: 62,72 kJ/mol
Indeks bias	: 1,3567
Kelarutan pada 20°C, 1 atm, ml gas/100 ml pelarut	
Air	: 44,6
Etanol	: 1250
Asam asetat	: 524,5

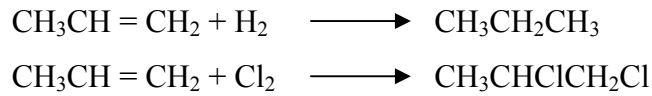
b. Sifat Kimia Propilen

Sifat kimia yang khas dari propilen adalah satu ikatan rangkap dan atom hidrogen pada rumus bangun propilen seperti tampak pada gambar :



Atom karbon nomor 1 dan 2 mempunyai bentuk trianguler planar seperti yang terdapat pada etilen. Atom-atom ini tidak bebas berotasi karena adanya ikatan rangkap tadi. Atom karbon nomor 3 adalah tetrahedral, seperti pada metana. Atom-atom hidrogen yang terikat pada atom karbon ini adalah hidrogen asiklis ikatan rangkap yang ada pada propilen terdiri dari satu ikatan sigma (σ) yang terbentuk dari *overlapping* dua orbital sp^2 dan satu ikatan phi (π) yang terbentuk diatas dan dibawah ruang antar dua karbon dengan sisi dua orbital p ikatan phi (π) bertanggung jawab untuk beberapa reaksi dengan senyawa ini. Ikatan π berperan sebagai sumber elektron untuk reaksi elektrofilik.

Contoh sederhana adalah reaksi adisi dan hidrogen atau suatu halogen.

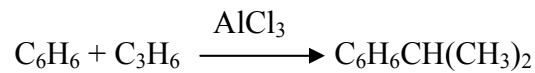


Beberapa reaksi propilen diantaranya adalah :

1. Alkilasi

Reaksi alkilasi terhadap benzen oleh propilen dengan adanya katalis AlCl_3 akan menghasilkan suatu alkil benzen.

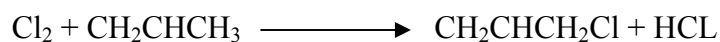
Reaksi :



2. Khlorinasi

Alkil klorida dapat dibuat dengan cara khlorinasi dan non katalitik terhadap propilen fase gas pada suhu 500°C dalam reaktor adiabatik. Prinsip reaksi ini terdiri dari substitusi sebuah atom khlorinasi terhadap atom hidrogen pada propilen .

Reaksi :



3. Oksidasi

Propilen dapat dioksidasi menjadi akrolein dengan adanya katalis CuO . Umpan masuk reaktor dengan komposisi 20% volume propilen, 20% volume udara dan 60% volume steam dengan waktu kontak satu detik. Pengambilan produk akrolein adalah dengan *quench scrubbing effluent* reaktor menggunakan campuran air dan propilen.

2. Hidrogen

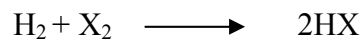
a. Sifat Fisis

Fase (suhu dan tekanan lingkungan)	: Gas
Berat molekul	: 2,02 kg/kmol
Titik didih 1 atm	: $-252,7^\circ\text{C}$

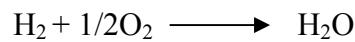
Titik Leleh	: -239,9°C
Suhu Kritis	: 239,9 °C
Tekanan Kritis	: 12,8 atm
Densitas Kritis	: 0,031 g/ml
Viskositas	: 0,013 cp
Spesifik panas	: 19,7 g/mol °K

b. Sifat Kimia

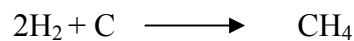
1. Reaksi hidrogen dan halogen membentuk asam hidrohalogenida



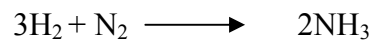
2. Reaksi dengan oksigen membentuk air



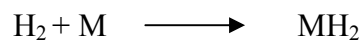
3. Reaksi hidrogen dan karbon membentuk metan



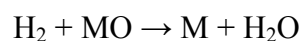
4. Reaksi hidrogen dengan nitrogen membentuk ammonia



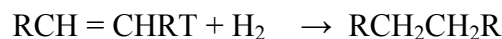
5. Reaksi hidrogen dengan logam membentuk logam hidrida



6. Reaksi hidrogen dengan oksida logam membentuk logam dan air



7. Reaksi hidrogenasi ikatan tak jenuh.



3. Karbon monoksida

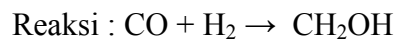
a. Sifat Fisis

Fase (suhu dan tekanan lingkungan)	: gas
Berat Molekul	: 28,01 kg/kmol
Titik didih 1atm	: -192 °C
Titik leleh 1 atm	: -207 °C
Densitas gas 21 ° F, 1 atm	: 1,1613 kg/m ³
Densitas liquid pada -191,54°C	: 221,0622 kg/m ³

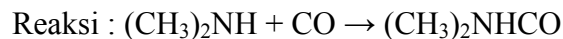
Spesifikasi graviti gas 21°C, 1 atm	: 0,9676
Suhu kritis	: 140,22 °C
Tekanan kritis	: 34,53 atm
Densitas kritis	: 300,9782 kg/m ³
Panas laten penguapan	: 29,889 J/kg
Panas laten peleburan	: 29,889 J/kg
Panas Pembentukan	: -110530000 J/kmol
<i>Spesific jeat gas 15,56°C, 1 atm</i>	
cp	: 1,0413 kj/kgK
cp	: 0,7394 kj/kgK
Kelarutan dalam air, 32°C	: 0,035

b. Sifat Kimia

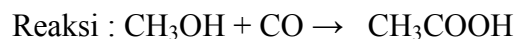
1. Reaksi karbon monoksida dengan hidrogen membentuk metanol



2. Reaksi metilamina dengan karbon monoksida menghasilkan dimetil formamida



3. Reaksi metanol dengan karbon monoksida menghasilkan asam asetat



4. Reaksi formaldehid dengan air menghasilkan asam glikol



5. Reaksi propilen dengan *syngas* menghasilkan butiraldehid



4. NaX-zeolit

a. Sifat Fisis

Fase (suhu dan tekanan lingkungan) : padat

Bentuk : bulat

Warna : putih

Bulk density : 3,054 g/cm³

<i>Bed porosity</i>	: 0,325
Diameter	: 0,425 cm

B. PRODUK

1. i-butiraldehid

a. Sifat fisis

Fase	: Cair
Penampakan	: Tidak berwarna
Berat Molekul	: 72,1068 kg/kmol
Titik didih 1 atm	: 64,1 °C
Titik leleh 1 atm	: -65,9 °C
<i>Spesific gravity</i> pada 20 °C	: 0,7938
Viskositas pada 20 °C	: 0,43 cp
Kemurnian	: 97,12 %
Densitas pada 25 °C	: 0,80978 g/cm ³
Kelarutan dalam air pada 25 °C	: 7,7 % berat
ΔH_v pada 124 °C	: 100,0 kal/g
ΔH_f (liquid) pada 25 °C	: -79,61 kcal/mol

2. n-butiraldehid

a. Sifat fisis

Fase	: Cair
Penampakan	: Tidak berwarna
Berat Molekul	: 72,1068 kg/kmol
Titik didih pada 760 mmHg/1 atm	: 74,8 °C
Titik leleh 1 atm	: -96,4 °C
<i>Spesific gravity</i> pada 20 °C	: 0,7938
Viskositas pada 20 °C	: 0,53 cp
Kemurnian	: 97,65 %
Densitas pada 25 °C	: 0,802 g/cm ³
Kelarutan dalam air pada 25 °C	: 7,7 % berat

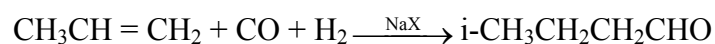
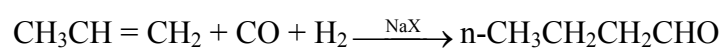
ΔH_v pada 124 °C	: 542,947 kal/g
ΔH_f (liquid) pada 25 °C	: -49,44 kcal/mol

1.4.4. Tinjauan Proses secara umum

Reaksi pembentukan butiraldehid dari propilen terjadi dengan penambahan sebuah atom hidrogen dan gugus formil (CHO) pada ikatan rangkap olefin, proses diatas biasa disebut proses hidroformilasi. Proses tersebut merupakan konsep dasar proses pembuatan butiraldehid *lisensi union carbida* ditemukan oleh O. Roelen pada tahun 1938 ketika ia mempelajari pengaruh etilen pada reaksi *fisher tropseh*. Baik aldehid maupun keton terbentuk dalam reaksi sehingga reaksi tersebut dinamakan “oxo” (dalam bahasa Jerman “oxierung” sedangkan dalam bahasa Indonesia berarti ketonasi). Nama ini sebenarnya kurang tepat karena hanya etilen yang dapat menghasilkan keton dalam jumlah yang cukup besar, kemudian sebagian besar kasus aldehid menjadi produk utama. Nama hidroformilasi (berarti penambahan gugus formaldehid pada ikatan rangkap) lebih cocok.

Proses hidroformilasi telah berkembang hingga menjadi industri berkapasitas lebih dari 3 MM/th. Sebagian besar produk aldehid langsung direduksi menjadi alkohol atau diproses dari kondensasi aldol untuk hidrogenasi. Sebagian kecil aldehid dioksidasi menjadi asam propilen adalah bahan baku utama untuk proses oxo atau hidroformilasi.

Pembuatan butiraldehid yang menghasilkan produk i-butiraldehid dan n-butiraldehid dengan proses hidroformilasi yang menggunakan bahan baku propilen, hidrogen, karbon monoksida dan katalis NaX-zeolit. Prosesnya terdiri dari satu tahap yaitu hidroformilasi, reaksi keseluruhannya adalah sebagai berikut :



Reaksi pertama adalah reaksi antara olefin (propilen) dengan H_2 dan CO , disertai katalis NaX-zeolit akan menghasilkan aldehyd, yang mempunyai atom C satu lebih banyak dibanding hidrokarbon pada umpan. Reaksi ini berlangsung eksotermis dan searah dengan kondisi tekanan 200-300 atm dan suhu 150-200 °C. Pada proses pembentukan butiraldehyd yang lain digunakan katalis *carbonyl cobalt* sedangkan pada proses yang baru lebih banyak digunakan katalis NaX-zeolit, cobalt-termodifikasi-phosphine dan katalis Rhodium yang membutuhkan kondisi operasi suhu yang tinggi.