



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik

Di era pasar bebas sekarang ini, perkembangan industri kimia sangat mempengaruhi kondisi ekonomi negara. Kemajuan industri di Indonesia banyak dipegang oleh industri-industri kimia. Pembangunan pabrik baru untuk mengurangi ketergantungan impor dan menambah devisa negara merupakan salah satu cara untuk menghadapi pasar bebas sekarang ini, salah satunya dengan membangun pabrik cumen. Penggunaan bahan baku cumen oleh industri-industri di Indonesia masih mengimpor dari berbagai negara. Hal ini menyadarkan kita untuk mengurangi ketergantungan terhadap negara lain

Cumen merupakan senyawa aromatik bercincin tunggal dengan kenampakan cairan tak berwarna dan memiliki bau yang khas. Cumen merupakan salah satu produk kimia yang mengalami peningkatan kebutuhan seiring dengan banyaknya manfaat bagi industri barang-barang sintetis. Cumen banyak digunakan sebagai bahan baku pembuatan phenol, pembuatan aseton, pembuatan solvent, dan pembuatan zat aditif.

Kebutuhan cumen untuk saat ini seluruhnya di impor dari luar negeri. Didirikannya pabrik cumen agar dapat memenuhi kebutuhan cumen di dalam negeri dan mengurangi ketergantungan terhadap impor cumen. Selain itu, pendirian pabrik cumen ini memiliki manfaat lain adalah sebagai berikut:

1. Menciptakan lapangan kerja baru sehingga dapat mengurangi pengangguran.
2. Mengurangi ketergantungan terhadap negara asing.
3. Meningkatkan pendapat negara dari sektor industri kimia.
4. Meningkatkan kualitas sumber daya manusia di Indonesia.

1.2 Kapasitas Perancangan

Penentuan kapasitas perancangan yang digunakan didasarkan pada beberapa pertimbangan.



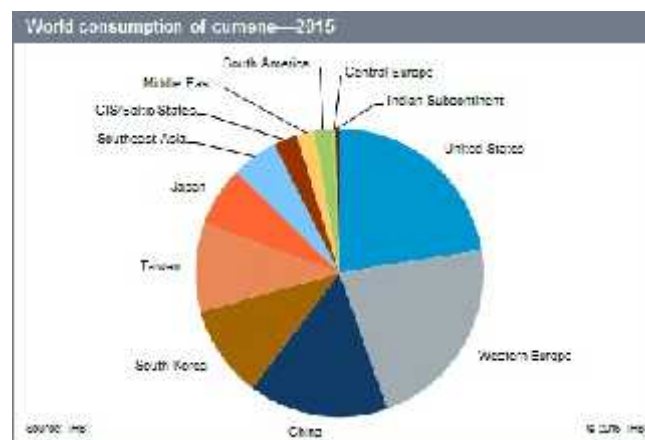
1.2.1 Kebutuhan Cumen di Indonesia dan Dunia

Data yang diperoleh dari www.data.un.org menunjukkan kebutuhan cumen di Indonesia dari tahun ke tahun yang masih mengimpor dari negara lain dapat dilihat pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1 . Data Impor Cumen di Indonesia

Tahun	Kebutuhan (kg)
2008	2.981.695
2009	2.472.431
2010	3.816.446
2011	2.840.196
2012	2.704.290
2013	4.801.985
2014	2.851.382
2015	2.785.305

Kebutuhan cumen di dalam negeri diharapkan dapat terpenuhi dengan didirikannya pabrik cumen di Indonesia. Selain itu cumen juga dibutuhkan oleh negara-negara lain. Konsumsi cumen di dunia secara umum dapat ditunjukkan pada gambar 1.1, sehingga memungkinkan indonesia mengekspor cumen ke luar negeri. Hal ini dapat dijadikan dasar pendirian pabrik cumen di indonesia.



(Sumber: www.ihs.com)

Gambar 1.1. Konsumsi Cumen di Dunia



1.2.2 Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku pembuatan cumen adalah propilen dan benzena yang tersedia di dalam negeri sendiri sehingga tidak tergantung pada negara lain. Bahan baku propilen disediakan oleh PT. Candra Asri dan bahan baku benzena diperoleh dari kilang paraxylene Pertamina di Cilacap. Dengan demikian ketersediaan bahan baku tidak menjadi masalah karena bahan baku mudah diperoleh dan juga diproduksi dalam negeri.

1.2.3 Kapasitas Ekonomi Minimum

Berdasarkan pertimbangan komersil, kapasitas pabrik cumen yang didirikan harus mengperhitungkan produksi yang sudah ada. Pabrik cumen yang telah berdiri di dunia dengan kapasitas masing-masing dapat dilihat pada Tabel 1.2.

Tabel 1.2. Produsen Cumen di Dunia

Pabrik	Lokasi	Kapasitas (ton)
Dow Chemical	Mindlan, USA	5.000
Shell	Houston, USA	36.000
Petroleos Mechinacos	Mexico	40.000
Gulf	Montreal, Kanada	60.000
BP Chemical	Grangemouth. England	95.000
Phone Progil	P. du Roussilon	130.000
Gulf	Europort, Netherland	150.000
Saras	Sardinis, India	180.000
Maxus Energi Corp	Venezuela	280.000
Celaness	Bishop, USA	290.000

(Mc. Ketta, JJ, and Wiliam, A. Cunrinnggham,1993)

1.3 Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik merupakan salah satu masalah penting yang dapat menunjang keberhasilan suatu pabrik. Pabrik Cumen rencana akan didirikan di kawasan industri Merak, Banten dengan pertimbangan beberapa faktor berikut:

1. Bahan Baku
-



Bahan baku merupakan kebutuhan utama bagi kelangsungan suatu pabrik sehingga pengadaan bahan baku harus diperhatikan. Lokasi pabrik yang dekat dengan bahan baku akan lebih menguntungkan. Bahan baku tersebut tidak perlu didatangkan dari luar negeri, tetapi dapat dipenuhi dari dalam negeri, yaitu propilen dari PT. Chandra Asri dan benzena dari kilang Pertamina yang terletak di Cilegon sehingga lokasi pabrik cumen yang didirikan dekat dengan bahan baku.

2. Tenaga Kerja

Tenaga kerja yang dibutuhkan dapat dipenuhi dengan mudah karena mayoritas penduduk datang ke kawasan industri untuk bekerja. Tenaga kerja ahli maupun kasar dapat dengan mudah terpenuhi sehingga mengurangi pengangguran di daerah sekitar.

3. Utilitas

Lokasi yang dipilih berdekatan dengan sungai Ci Ujung sehingga kebutuhan air yang digunakan untuk pabrik dapat diperoleh dengan mudah. Air sungai ini akan diolah lebih lanjut supaya dapat diperoleh air dengan kualitas standar untuk kebutuhan pabrik. Sedangkan listrik akan disuplai dari PLN. Bahan bakar yang digunakan akan disuplai oleh Pertamina.

4. Transportasi

Merak yang ditetapkan sebagai kawasan industri terpadu telah dilengkapi dengan sarana transportasi yang sangat memadai, baik transportasi darat maupun laut. Dengan adanya sarana transportasi darat yang sangat baik, masalah transportasi bahan baku ke pabrik dan pengiriman produk ke pasar. Untuk sarana transportasi laut, Merak merupakan kawasan industri yang memiliki pelabuhan laut (Bakauni Merak) yang memadai untuk pemasaran di pulau lain maupun untuk ekspor.

5. Pemasaran Produk

Cumen merupakan produk intermediet yang memiliki penggunaan cukup luas. Cumen digunakan untuk bahan baku pembuatan fenol yang industrinya terletak di daerah Banten, Jawa Barat.



1.4 Tinjauan Pustaka

1.4.1 Macam- Macam Proses

Cumen merupakan bahan kimia yang dapat dibuat dari benzena dan propilen. Nama lain dari cumen adalah isopropil benzena, cumol, isopropybenzol, dan 2-phenylpropane. Proses pembuatan cumen terdapat berbagai macam dengan mereaksikan benzena dan propilen menjadi cumen. Cumen di produksi dari propilen dan benzena pada fase cair dengan menggunakan katalis asam sulfat. Proses pembuatan cumen yang digunakan sebagai berikut:

a. Metode Terdahulu

1. Proses Alumunium Kloride

Proses pembuatan cumen dengan katalis alumunium khloride berlangsung pada fase gas.

2. Proses Catskill

Ciri khusus dari proses ini adalah adanya kolom katalitik destilasi (kolom CD) yang mengkombinasikan antara reaksi kimia dan fraksinasi dalam satu unit operasi, dimana fraksinasi terletak pada bagian bawah kolom. Pada proses Catskill ini menggunakan zeolite sebagai katalis.

3. Proses Mobil/ Badger

Pada proses ini, pembuatan cumen dari benzena dan propilen menggunakan katalis zeolite (dari Mobil), reaktor alkilasi bentuk *fixed bed*, reaktor transalkilasi dan kolom destilasi.

4. Proses Phosporic Acid Catalitic

Pada proses ini, propilen dan benzena direaksikan pada fase gas dengan kondisi tekanan dan suhu yang tinggi yaitu sekitar 25 - 30 atm dan 300 - 400 °C dalam reaktor *fixed bed multitubes*. Katalis yang digunakan adalah H_3PO_4 padat. Proses ini berlangsung pada fase gas dengan menggunakan katalis asam fospat kiséguhr. Proses ini banyak di gunakan dalam industri di bandingkan dengan ketiga proses di atas. Proses ini dikembangkan oleh Universal Oils Product (Faith & Keyes, 1965).



b. Metode Terbaru

Proses Q-max merupakan metode terbaru dalam teknologi pembuatan cumen yang memiliki selektivitas tinggi dan katalis zeolit yang dapat diregenerasi kembali. Proses ini dapat menghasilkan cumen dengan kemurnian sampai 99,7%. Dalam proses ini, benzena yang digunakan dapat di *recycle* kembali sebagai bahan baku sehingga dapat mengurangi kebutuhan bahan baku benzena dan dapat menghemat biaya. Katalis zeolit yang digunakan merupakan katalis yang tidak korosif dan dapat diregenerasi kembali sehingga dapat mengurangi permasalahan pemeliharaan dan pembuangan katalis (UOP LLC, 2006).

1.4.2 Kegunaan Produk

Produk cumen telah banyak digunakan diberbagai industri, antara lain:

1. Sebagai bahan baku pembuatan *phenol* dan *aseton*.
2. Sebagai bahan baku dalam industri pembuatan plastik.
3. Sebagai bahan perantara pembuatan *resin*.
4. Sebagai pelarut pada industri cat.
5. Sebagai bahan baku pembuatan *asetophenone*.
6. Sebagai bahan pembantu pada industri pembuatan asam *terephthalate*.

(Kirk and Othmer, 1978)

1.4.3 Sifat Fisis dan Kimia Bahan

A. Sifat Fisis dan Kimia Bahan Baku

1. Benzena

Sifat Fisis

Benzena merupakan bahan yang mudah menguap pada suhu kamar, tidak berwarna.

- Rumus Molekul : C_6H_6
- Berat Molekul : 78,114 gr/mol
- Fase (1 atm) : Cair



- Titik beku : 278,68 K
- Titik didih : 353,24 K
- Temperatur kritis : 562,05 K
- Tekanan kritis : 48,95 bar
- Densitas : 1,0124 gr/ml pada suhu 5,53°C
- Densitas kritis : 0,3051 gr/ml
- Kelarutan : 0,18 gr/100 gr air pada 20°C

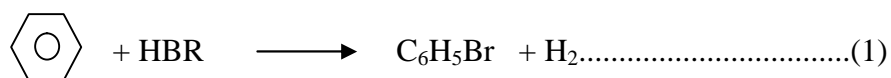
(Yaws, 1999)

Sifat Kimia

Benzena dapat mengalami beberapa reaksi diantaranya adalah sebagai berikut:

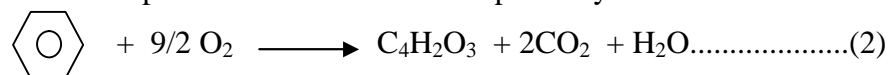
- Reaksi Substitusi

Dalam kondisi yang sesuai, satu atau lebih atom hidrogen pada benzena dapat digantikan dengan atom-atom seperti halogen atau gugus seperti gugus nitro dan gugus sulfonat. Sedangkan *agent* pensubstitusi yang biasa yaitu asam sitrat, asam sulfat, klorin dan bromin. *Agent-agent* ini bereaksi sebagai reagen pencari elektron dalam serangannya terhadap benzena dan zat aromatis yang lain. Sifat demikian dikenal sebagai zat nukleofilik karena zat tersebut bereaksi dengan suatu inti atom yang dapat menerima elektron.



- Reaksi Oksidasi

Dengan oksidator kuat seperti asam permanganat atau asam kromat, benzena dapat dioksidasi menjadi air dan karbondioksida. Reaksi yang paling penting adalah oksidasi katalitik benzena menjadi maleic anhidrid. Sedangkan oksidasi pada fase gas menjadi phenol dilakukan pada suhu 450 – 800 °C tanpa adanya katalis.

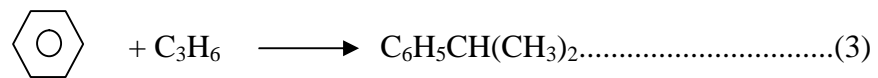




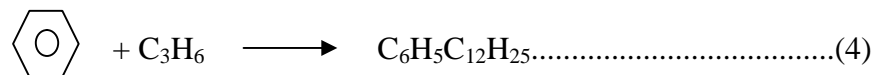
- Reaksi Akilasi

Reaksi aklilasi benzena dalam industri kimia diantaranya:

- Reaksi alkilasi benzena dengan propilen membentuk cumen pada fase cair/gas. Fase cair menggunakan katalis AlCl_3 , BF_3 , *molecular sieve*, ataupun resin, sedangkan fase gas menggunakan katalis H_3PO_4 padat.



- Reaksi alkilasi propilen dengan benzena membentuk deodecylbenzene yang berlangsung pada suhu 115°C dengan menggunakan katalis AlCl_3 padat.



(Krik and Othmer, 1978)

2. Propilen (Propene)

Sifat Fisis

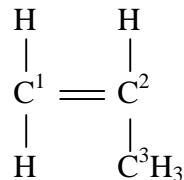
- Rumus Molekul : C_3H_6
- Berat Molekul : 42,081
- Titik beku : 87,89 K
- Fase (1 atm) : Gas
- Titik didih : 225,46 K
- Temperatur Kritis : 364,90 K
- Tekanan Kritis : 46 bar
- Densitas : 0,7954 gr/ml pada suhu $5,53^\circ\text{C}$
- Densitas Kritis : 0,2275 gr/ml
- Kelarutan : 44,6 ml gas/100ml air pada 20°C

(Yaws, 1999)



Sifat Kimia

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



Atom karbon nomor 1 dan 2 mempunyai suatu bentuk triangular planar seperti yang terdapat pada etilen. Atom-atom ini tidak bebas berotasi karena adanya ikatan rangkap. Atom karbon nomor 3 adalah tetrahedral, seperti pada metan. Atom-atom hidrogen yang terikat pada atom karbon ini adalah hidrogen alisiklik.

Beberapa reaksi propilen dalam industri kimia diantaranya adalah:

- Alkilasi

Reaksi alkilasi antara propilen dengan benzena menggunakan katalis AlCl_3 akan menghasilkan alkilbenzene.

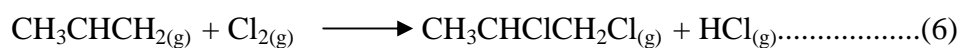
Reaksi:



- Klorinasi

Propilen dalam fase gas dapat mengalami reaksi klorinasi tanpa menggunakan bantuan katalis, reaksi ini terjadi pada suhu 500°C dalam reaktor adiabatik menghasilkan asam klorida.

Reaksi :



(Kirk and Othmer, 1978)

B. Sifat Fisis dan Kimia Produk

1. Cumen

Sifat Fisis

- Rumus Molekul : C_9H_{12}

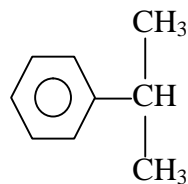


- Berat Molekul : 120,195 gr/mol
- Fase (1 atm) : Cair
- Titik beku : 117,14 K
- Titik didih : 425,56 K
- Temperatur Kritis : 631 K
- Tekanan Kritis : 32,09 bar
- Densitas : 1,1178 gr/ml pada suhu 5,53 °C
- Densitas Kritis : 0,22769 gr/ml
- Kelarutan : 139,798 cm³/mol

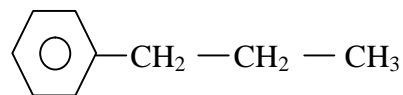
(Yaws,1999)

Sifat Kimia

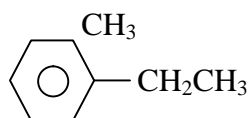
Cumen (I) adalah cairan tak berwarna dengan bau khas aromatis. Cumen ini mempunyai tiga isomer yaitu n-propylbenzene (II), ethyl toluene (III), dan trimethyl benzene (IV).



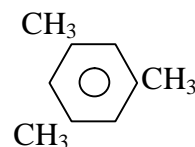
(I) *Cumen*



(II) *n-Propylbenzene*



(III) *Ethyltoluene*

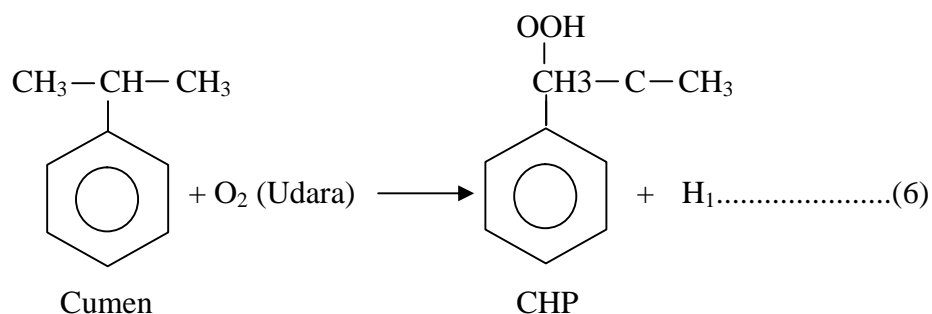


(IV) *triethylbenzene*

Beberapa reaksi cumen diantaranya:

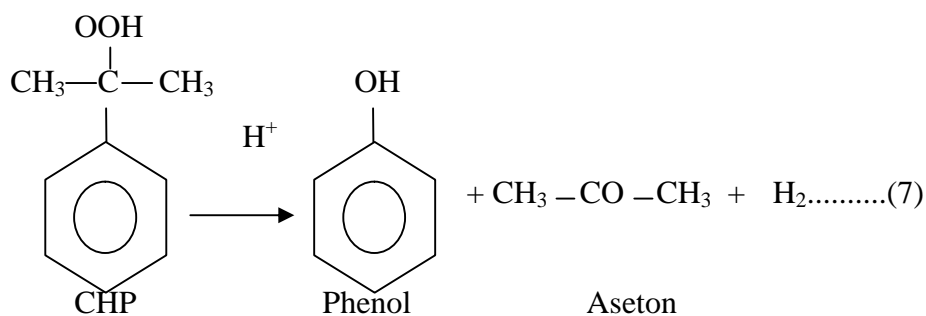
- Reaksi Oksidasi

Cumen digunakan secara besar untuk produksi phenol dan aseton yang didasarkan pada perolehan cumen hydroperoxide (CHP) dengan cara oksidasi cumen dengan oksigen dari udara.



$$H_1 = -27,7 \text{ kkal /kmol pada } 25^{\circ}\text{C}$$

CHP yang terjadi mengalami perengkahan membentuk phenol dan aceton dalam reaktor yang didalamnya terdapat sejumlah kecil asam sulfat.



$$H_2 = -60,5 \text{ kkal/kmol pada suhu } 25^{\circ}\text{C}$$

Kelebihan dari asam dinetralkan dan produk yang terjadi dipisahkan dalam unit separasi dan purifikasi.

(Kirk and Othmer, 1978)

1.4.4 Tinjauan Proses Secara Umum

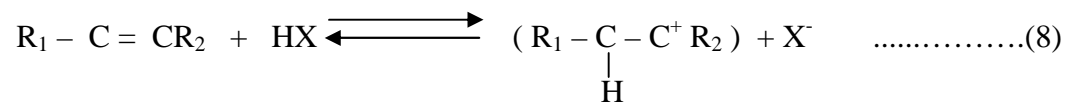
Reaksi pembentukan cumen dari propilen dan benzena tergolong dalam reaksi alkilasi, sedangkan tipe reaksi alkilasinya adalah alkilasi hidrokarbon aromatis. Alkilasi katalitik dari senyawa hidrokarbon aromatis adalah reaksi substitusi dimana satu atau lebih atom hidrogen dalam cincin atau cabang disubstitusi dengan gugus alkil.

Reaksi alkilasi dapat terjadi melalui mekanisme substitusi elektrofilik (katalis asam), substitusi nukleofilik (katalis basa) atau substitusi radikal bebas.



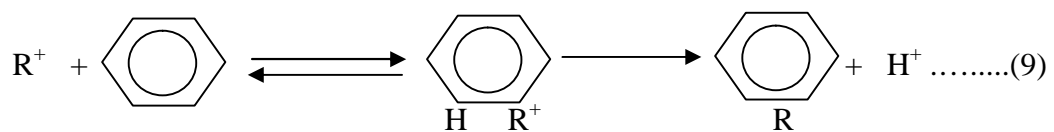
Katalis yang digunakan pada alkilasi akan menentukan mekanisme reaksi yang terjadi.

Adanya suatu olefin pada senyawa hidrokarbon aromatis, dengan suatu katalis asam yang sesuai, merupakan suatu cara yang paling efektif dalam suatu reaksi alkilasi. Proses ini merupakan suatu contoh dari substitusi elektrofilik. Sebagai gugus penyerang yaitu suatu karbonium (kation) yang terbentuk dari olefin dengan penambahan suatu proton dari asam penghasil proton (asam sulfat, asam fluorida dan asam fosfat) atau dari suatu katalis jenis *Friedel – Craft*.



X merupakan suatu anion misalnya SO_4^{-2} dan $AlCl_4^-$

Ion karbonium hasil (yang dinyatakan sebagai R^+), suatu gugus yang kekurangan elektron bila ditambahkan kepada suatu gugus yang kaya elektron dari cincin aromatis, maka akan membentuk suatu senyawa intermediet yang kemudian pecah dan melepaskan proton sehingga dihasilkan benzene yang telah teralkilasi dan suatu regenerasi proton.



Secara umum dapat dijelaskan bahwa reaksi alkilasi secara keseluruhan terdiri dari dua tahap sebagai berikut :

- Tahap pembentukan ion karbonium dari olefin (propylene).
- Tahap substitusi ion karbonium terhadap posisi inti atom pada cincin benzene dimana pada posisi ini paling banyak terdapat elektron (reaksi 2).