



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik

Perkembangan industri di berbagai sektor terus mengalami peningkatan. Memasuki era perdagangan bebas Indonesia juga mengalami perkembangan di berbagai sektor industri. Salah satu sektor industri yang mengalami peningkatan adalah sektor industri kimia yang menyebabkan meningkatnya pula konsumsi berbagai bahan kimia yang digunakan sebagai bahan baku maupun bahan penunjang dalam pembuatan bahan kimia.

Kebutuhan bahan-bahan kimia yang digunakan sebagai bahan baku maupun bahan penunjang banyak diimpor dari luar negeri karena keterbatasan produksi dalam negeri. Jika bahan-bahan tersebut dapat diproduksi dalam negeri sendiri tentu akan menghemat biaya impor, mengeksport ke negara lain dan tentunya menambah pendapatan negara serta kemajuan dalam penguasaan teknologi.

Cumen merupakan bahan kimia yang digunakan sebagai bahan baku maupun bahan penunjang dalam proses produksi. Salah satunya cumen sebagai bahan baku dalam pembuatan fenol. Saat ini kebutuhan cumen di Indonesia diimpor dari negara lain karena di Indonesia belum ada produsen cumen.

Pada tahun 2015 Indonesia mengimpor cumen sebesar 2.001.523 Kg dengan harga USD 3.265.493 untuk kebutuhan dalam negeri. Kebutuhan cumen yang fluktuatif tetapi masih berkisar 2.000.000 Kg/Tahun, sedangkan dalam negeri belum ada produsen yang memproduksi cumen. Dengan kondisi ini maka pabrik cumen di Indonesia sangat dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan cumen dalam negeri agar tidak bergantung pada negara lain.

Di samping itu pendirian pabrik cumen di Indonesia akan mendapatkan beberapa keuntungan diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Menghemat devisa negara

Dengan berdirinya pabrik cumen di Indonesia dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri sehingga dapat mengurangi ketergantungan terhadap negara lain.



Pendirian pabrik cumen di Indonesia juga dapat membuka peluang untuk ekspor ke negara lain sehingga dapat menambah devisa negara.

2. Membuka lapangan kerja

Dengan berdirinya pabrik cumen di Indonesia maka akan mengurangi angka pengangguran dan kemiskinan di Indonesia karena banyak tenaga kerja yang terserap.

1.2 Kapasitas Perancangan

Dalam menentukan kapasitas perancangan didasarkan pada beberapa pertimbangan.

1.2.1 Prediksi Kebutuhan Cumen di Indonesia

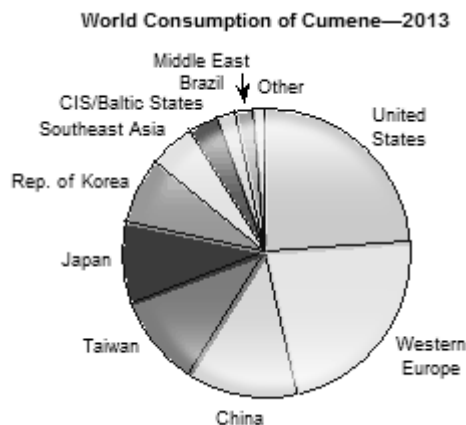
Kebutuhan cumen di Indonesia dapat diprediksi dengan melihat nilai impor cumen dari tahun ke tahun. Berdasarkan data www.data.un.org kebutuhan cumen di Indonesia adalah sebagai berikut:

Tabel 1.1 . Kebutuhan Cumen di Indonesia Berdasarkan Data Impor

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

(data.un.org, 2016)

Pabrik cumen yang akan didirikan di Indonesia diharapkan dapat memenuhi seluruh kebutuhan cumen di dalam negeri. 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.



Gambar 1.1. Konsumsi Cumen di Dunia

1.2.2 Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku untuk memproduksi cumen berupa propilen dan benzena yang diperoleh dari dalam negeri sehingga untuk ketersediaan bahan baku tidak bergantung dari negara lain. Benzena diperoleh dari kilang paraxylene Pertamina yang memiliki kapasitas produksi sebesar 590.000 Ton/Tahun. Sedangkan untuk propilen diperoleh dari PT. Candra Asri yang memiliki kapasitas produksi 470.000 Ton/Tahun. Dengan demikian ketersediaan bahan baku tidak menjadi masalah karena bahan baku mudah diperoleh dan juga diproduksi dalam negeri.

1.2.3 Kapasitas Ekonomi Minimum

Beberapa Pabrik Cumen yang telah berdiri di dunia memiliki kapasitas produksi sebagai berikut:

Tabel 1.2. Beberapa Produsen Cumen di Dunia

Pabrik	Lokasi	Kapasitas (ton)/Tahun
Shell	Houston, USA	36.000
Petroleos Mechinacos	Mexico	40.000
Gulf	Montreal, Kanada	60.000
BP Chemical	Grangemouth. England	95.000



Tabel 1.2. Beberapa Produsen Cumen di Dunia

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

Lokasi pendirian pabrik merupakan salah satu unsur yang berpengaruh terhadap keberhasilan suatu industri. Untuk itu pemilihan lokasi harus mempertimbangkan beberapa aspek agar menghasilkan keuntungan yang sebesar-besarnya bagi suatu perusahaan. Pabrik Cumen rencana akan didirikan di kawasan industri Merak, Banten dengan pertimbangan beberapa faktor berikut:

1. Bahan Baku

Bahan baku harus tersedia dalam jumlah besar dan cukup agar proses produksi dapat berjalan dengan lancar. Lokasi pabrik harus dekat dengan lokasi tersedianya bahan baku agar ketersediaan bahan baku terjamin dan juga dapat menghemat biaya transportasi dalam pengiriman bahan baku. Bahan baku pembuatan cumen adalah benzena yang diperoleh dari kilang pertamina sedangkan propilen dapat disediakan oleh PT. Candra Asri yang terletak di Cilegon sehingga dekat dengan lokasi pabrik cumen yang akan didirikan.

2. Tenaga Kerja

Kebutuhan tenaga kerja sangat mudah terpenuhi karena daerah ini merupakan kawasan industri yang mayoritas penduduk adalah pendatang untuk bekerja. Tenaga ahli hingga tenaga kerja kasar sangat mudah terpenuhi. Hal ini dapat mengurangi pengangguran di daerah sekitar.

3. Utilitas

Ketersediaan unit pendukung dalam sebuah proses produksi menjadi faktor penting dalam pemilihan lokasi pabrik. Kebutuhan air diperoleh dari sungai Ci Ujung dengan menggunakan proses lebih lanjut agar dapat diperoleh air untuk



memenuhi semua kebutuhan perusahaan, sedangkan listrik akan disuplai dari PLN. Bahan bakar yang digunakan akan disuplai oleh Pertamina.

4. Transportasi

Sarana dan prasarana mudah terpenuhi karena daerah ini merupakan kawasan industri. Kondisi jalan yang sudah bagus dan juga dekat dengan jalan tol yang memudahkan dalam mendistribusikan produk. Kawasan industri Merak, Banten dekat dengan pelabuhan sehingga mempermudah dalam mendistribusikan produk dengan menggunakan jalur laut dengan kapasitas besar.

5. Pemasaran Produk

Hasil produksi utama berupa cumen yang akan digunakan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri karena semua kebutuhan cumen selama ini disuplai dari luar negeri. Produk akan didistribusikan ke konsumen yang menggunakan cumen seperti perusahaan yang memproduksi phenol dan aseton yang menggunakan cumen sebagai bahan baku.

1.4 Tinjauan Pustaka

1.4.1 Macam- Macam Proses

Cumen adalah bahan kimia yang terbuat dari benzena dan propilen. Cumen memiliki banyak nama lain yaitu *isopropylbenzena*, *isopropylbenzol*, *cumol*, dan *2-phenylpropane*. Dalam pembuatan cumen pada dasarnya menggunakan reaksi *alkylation*. Cumen di produksi dari propilen dan benzena pada fase cair dengan menggunakan katalis asam sulfat. Karena reaksi ini sangat kompleks dan banyak recycle maka proses ini jarang digunakan. Karena kemajuan teknologi maka proses pembuatan cumen mengalami banyak perkembangan sehingga pada saat ini pembuatan cumen ada beberapa cara dan proses. Proses pembuatan cumen diantaranya sebagai berikut:

a. Metode Terdahulu

1. Proses Aluminium Klorin

Pada proses ini pembuatan cumen berlangsung pada fase cair dengan menggunakan aluminium klorin sebagai katalis.



2. Proses Catskill

Pada proses Catskill ini menggunakan zeolite sebagai katalis. Proses ini menggabungkan reaksi katalitik dan distilasi.

3. Proses Mobil/ Badger

Pada proses ini katalis yang digunakan adalah zeolite. Reaksi pada proses ini berlangsung pada fase cair. Proses ini menghasilkan produk dengan kemurnian yang tinggi, yield tinggi dengan biaya operasi rendah.

4. Proses Phosporic Acid Catalitic

Proses ini berlangsung pada fase gas dengan menggunakan katalis asam fosfat kiseguhr. Proses ini banyak digunakan dalam industri dibandingkan dengan ketiga proses di atas. Proses ini dikembangkan oleh Universal Oils Product (Vaith & Keyes, 1965).

b. Metode Terbaru

Q-Max process adalah metode terbaru untuk pembuatan cumen dalam skala besar. Proses Q-Max memiliki kelebihan yaitu katalis yang digunakan dapat diregenerasi kembali dan hasil samping yang berupa limbah dari proses produksi dapat diolah kembali menjadi cumen ringan.

Metode Q-Max berlangsung pada fase gas dengan tekanan 25 atm dan suhu 350°C. Proses ini menggunakan reaktor *fixed bed multitube*, reaktor ini digunakan reaksi alkilasi antara propilen dan benzena menghasilkan cumen. Hasil dari reaktor pertama masuk ke depropanizer kemudian hasil atas depropanizer masuk ke reaktor kedua bersama dengan hasil bawah dari kolom distilasi kedua. Produk reaktor kedua dan hasil bawah depropanizer digabungkan masuk dalam distilasi kolom kesatu. Hasil atas distilasi direcycle kembali, sedangkan hasil bawah kolom distilasi kesatu dipisahkan kembali dalam kolom distilasi kedua (UOP LLC, 2006).



1.4.2 Kegunaan Produk

Cumen yang merupakan produk dari reaksi alkylasi propilen dan benzena. Cumen termasuk dalam senyawa hidrokarbon aromatik. Pada suhu kamar cumen berwujud cair, mudah terbakar. Sebagian besar industri cumen senyawa cumen murni dikonversi menjadi cumen hidroperoksida yang digunakan sebagai intermediate dalam sintesis fenol dan aseton.

Cumen memiliki banyak kegunaan dalam dunia industri, diantaranya adalah:

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 *terepthalate*.

(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 g/mol
- Fase (1 atm) : Cair
- Titik beku : 278,68 K
- Titik didih : 353,24 K
- Suhu kritis : 562,05 K



- Tekanan kritis : 48,95 bar
- Densitas : 1,0124 g/mL pada suhu 5,53°C
- Densitas kritis : 0,3051 g/mL

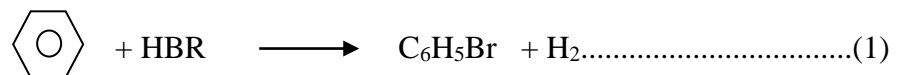
(Yaws, 1999)

Sifat Kimia

Benzena dapat mengalami beberapa reaksi diantaranya adalah sebagai berikut:

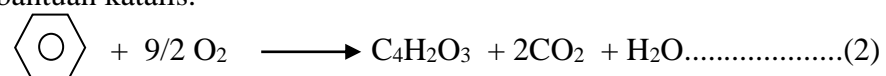
- Reaksi Substitusi

Benzena dapat mengalami reaksi substitusi apabila didukung oleh kondisi yang sesuai. Satu atau lebih atom hidrogen yang terdapat pada senyawa benzena dapat digantikan dengan atom-atom lain seperti halogen atau gugus seperti gugus sulfonat dan gugus nitro. Agent substitusi yang biasa yaitu asam sitrat, asam sulfat, klorin dan bromin. Agent substitusi ini bereaksi sebagai reagen pencari elektron, sedangkan pemberi elektron adalah benzena dan zat aromatik lainnya. Sifat tersebut dikenal sebagai zat nukleofilik karena zat tersebut bereaksi dengan satu inti atom yang dapat menerima elektron.



- Reaksi Oksidasi

Benzena dapat dioksidasi menjadi air dan karbondioksida dengan oksidator kuat seperti asam permanganat atau asam kromat. Reaksi oksidasi katalitik benzena menjadi maleic anhidrid merupakan reaksi oksidasi yang paling penting. Reaksi oksidasi benzena pada fase gas menjadi phenol yang dioperasikan pada suhu 450-800°C tanpa bantuan katalis.

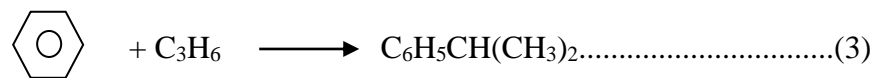




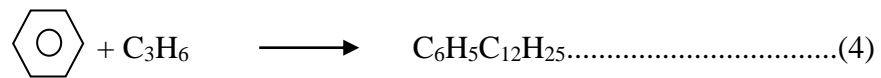
- Reaksi Akilasi

Reaksi aklilasi benzena dalam industri kimia diantaranya:

- a. Reaksi alkilasi propilen dan benzena membentuk cumen pada fase cair maupun gas. Pada fase cair reaksi alkilasi propilen dan benzena membentuk cumen dibantu dengan katalis BF_3 , resin, H_2SO_4 atau HF, sedangkan pada fase gas menggunakan katalis zeolit atau AlCl_3 padat.



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



(Krik and Othmer, 1978)

2. Propilen (Propene)

Sifat Fisis

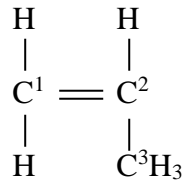
- Rumus Molekul : C_3H_6
- Berat Molekul : 42,081 g/mol
- Titik beku : 87,89 K
- Fase (1 atm) : Gas
- Titik didih : 225,46 K
- Suhu kritis : 364,90 K
- Tekanan kritis : 46 bar
- Densitas : 0,7954 g/mL pada suhu $5,53^\circ\text{C}$
- Densitas kritis : 0,2275 g/mL

(Yaws, 1999)



Sifat Kimia

Propilen memiliki sifat kimia yang khas, adanya satu ikatan rangkap dan atom hidrogen alisiklik pada rumus bangun propilen. Rumus bangun propilen adalah seperti pada gambar:



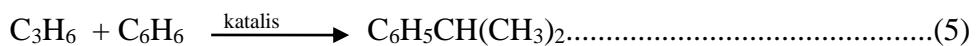
Atom karbon (C) nomor (1) dan (2) ini tidak bebas berotasi karena adanya ikatan rangkap. Atom-atom hidrogen (H) yang terikat pada atom karbon (C) ini adalah alisklik.

Beberapa reaksi peopylene dalam industri kimia diantaranya adalah:

- Alkilasi

Reaksi alkilasi antara propilen dengan benzena dengan adanya bantuan katalis AlCl_3 akan menghasilkan alkilbenzena.

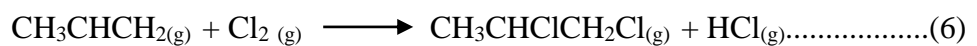
Reaksi:



- 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}

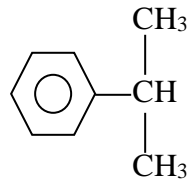


- Berat Molekul : 120,195 g/mol
- Fase (1 atm) : Cair
- Titik beku : 117,14 K
- Titik didih : 425,56 K
- Suhu kritis : 631 K
- Tekanan kritis : 32,09 bar
- Densitas : 1,1178 g/mL pada suhu 5,53°C
- Densitas kritis : 0,22769 g/mL

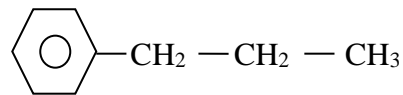
(Yaws,1999)

Sifat Kimia

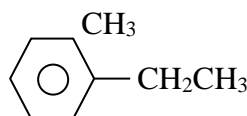
Cumen merupakan senyawa yang memiliki fase cair pada suhu kamar dan tekanan atmosferis, tidak berwarna dan memiliki bau yang khas aromatis. Cumen mempunyai tiga buah isomer yaitu n-propilbenzena (II), etil toluen (III) dan trimetil benzena (IV).



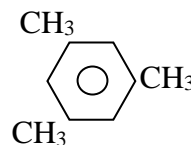
(I) Cumen



(II) n-Propilbenzena



(III) Etiltoluen

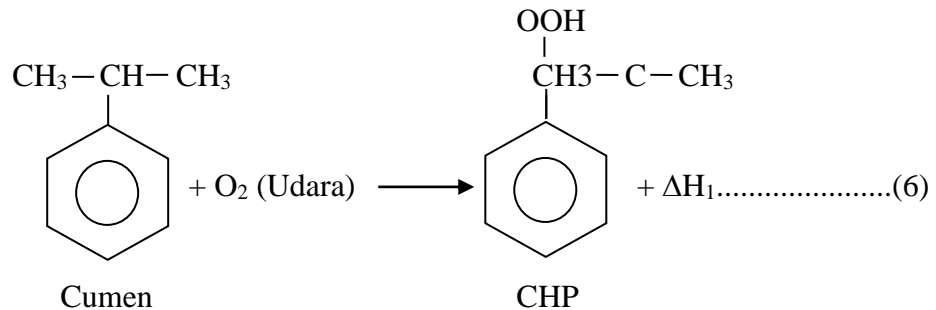


(IV) tri etilbenzena

Beberapa reaksi cumen diantaranya:

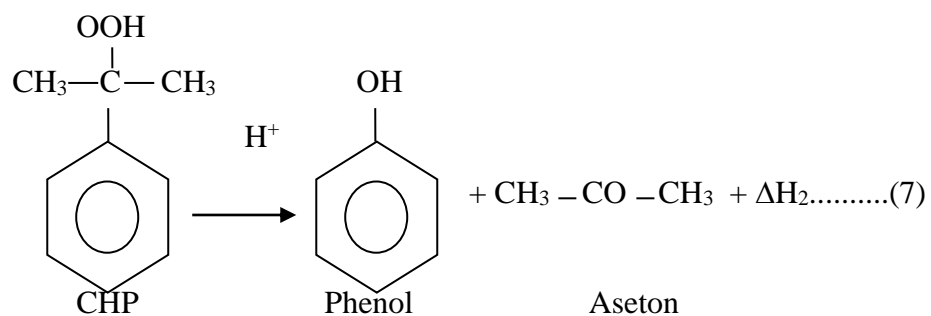
- Reaksi Oksidasi

Resksi oksidasi cumen dengan oksigen yang berasal dari udara akan menghasilkan cumen hidropoxide (CHP). Cumen digunakan dalam skala besar untuk industri pembuatan phenol dan aseton.



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

Cumen hidroperoksida pemecahan membentuk phenol dan aseton dalam reaktor dengan katalis asam sulfat dalam jumlah kecil.



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

Asam yang berlebih dinetralkan dan produk yang terbentuk dipisahkan dalam unit separasi dan selanjutnya masuk unit purifikasi untuk mendapatkan kemurnian produk yang tinggi.

(Kirk and Othmer, 1978)

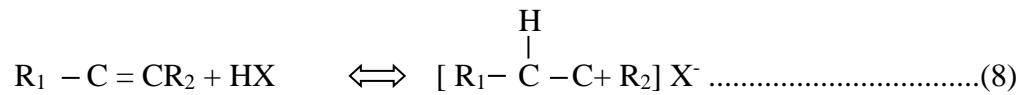
1.4.4 Tinjauan Proses Secara Umum

Cumen merupakan hasil dari reaksi alkilasi benzena dengan propilen. Tipe reaksi alkilasi yang menghasilkan cumen adalah reaksi alkilasi hidrokarbon aromatis. Reaksi alkilasi katalitik dari senyawa hidrokarbon aromatis adalah reaksi substusi satu atau lebih atom hidrogen dalam cincin atau cabang disubstitusikan dengan gugus alkil.

Reaksi alkilasi terjadi melalui mekanisme substitusi elektofilik (katalis asam), substitusi radikal bebas, dan substitusi nukleofilik (katalis basa). Katalis

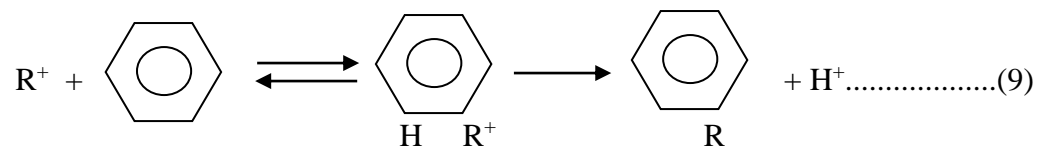


yang digunakan dalam reaksi alkilasi akan menentukan kecepatan dan mekanisme reaksi yang terjadi.



X merupakan suatu anion misalnya SO_4^- and $AlCl_4^-$

Ion karbonium (dinotasikan sebagai R^+) merupakan suatu gugus yang mengalami kekurangan elektron, bila ditambahkan kepada suatu gugus yang memiliki elektron berlebih dari cincin aromatis maka akan membentuk senyawa intermediet yang kemudian pecah dan melepas proton sehingga menghasilkan benzena yang telah teralkilasi dan suatu regenerasi proton.



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

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