



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan jumlah penduduk di Indonesia yang semakin pesat mengakibatkan bertumbuhnya pula kebutuhan hidup masyarakat. Dalam pemenuhannya pun manusia harus senantiasa memperhatikan kebersihan lingkungan sekitar. Surfaktan menjadi salah satu komponen terpenting dalam kebersihan lingkungan manusia. Surfaktan merupakan bahan baku yang digunakan sebagai bahan pembersih, bahan dasar pembuatan sabun dan detergen. Surfaktan yang sering digunakan adalah natrium dodekilbenzena sulfonat yang terbuat dari bahan baku linier alkil benzena (LAB).

LAB merupakan senyawa organik dengan rumus molekul $C_6H_5C_nH_{2n+1}$. Nilai n berkisar antara 10 sampai 16. Pada umumnya untuk penggunaan sebagai bahan baku detergen digunakan $C_{12} - C_{15}$. Salah satu LAB yang paling banyak diproduksi adalah dodekilbenzena dimana bahan bakunya adalah dodekena dan benzena.

Industri LAB dimulai pada tahun 1940. Pada saat itu LAB yang digunakan adalah jenis rantai cabang yang dibuat dari alkilasi benzena dengan propilen tetramer. Pada tahun 1960 penggunaan LAB rantai cabang dilarang karena tidak bisa diurai oleh mikroorganisme sehingga menyebabkan pencemaran. Sehingga penggunaan LAB rantai cabang digantikan oleh LAB rantai lurus yaitu dodekilbenzena yang dibuat dari benzena dan dodekena rantai lurus yang aman terhadap lingkungan (Mc Ketta, 1992).

Melihat perkembangan industri detergen, maka kebutuhan akan dodekilbenzena rantai lurus semakin meningkat. Akan sangat potensial jika mendirikan pabrik dodekilbenzena. Hal ini didukung oleh produksi benzena yang melimpah di Indonesia sehingga dapat diolah untuk memperoleh nilai jual yang tinggi.



1.2. Pemilihan Kapasitas Pabrik

1. Ketersediaan Bahan Baku

Produksi dodekilbenzena memerlukan bahan baku utama yaitu dodekena dan benzena. Bahan baku dodekena diperoleh dengan cara impor dari Chevron Philips Chemical Company LP, Singapura. Sedangkan bahan baku benzena diperoleh dari PT Pertamina RU IV Cilacap. Pertamina memproduksi benzena sebanyak 120.000 ton/tahun

2. Permintaan Produk

Permintaan dodekilbenzena di Indonesia dari tahun 2009 – 2014 dapat dilihat dalam tabel 1.1.

Tabel 1.1. Data Impor Dodekilbenzena di Indonesia

(Badan Pusat Statistik, 2009-2014)

No	Tahun	Jumlah (Ton/Tahun)
1.	2009	596,48
2.	2010	1135,37
3.	2011	922,18
4.	2012	917,03
5.	2013	955,46
6.	2014	182,51

Sedangkan permintaan dodekilbenzena sulfonat di Indonesia dari tahun 2012-2014 dapat dilihat dalam tabel 1.2.

Tabel 1.2. Data Impor Natrium Dodekilbenzena Sulfonat di Indonesia

(Badan Pusat Statistik, 2012-2014)

No	Tahun	Jumlah (Ton/Tahun)
1.	2012	1.821,80
2.	2013	4.121,51
3.	2014	4.606,63



3. Kapasitas Pabrik yang sudah ada

Saat ini Indonesia hanya memiliki 1 pabrik linier alkil benzena (LAB) dengan kapasitas 210.000 ton/tahun. Namun, angka tersebut merupakan jumlah total dari seluruh produk PT. Unggul Indah Cahaya. Produk tersebut diantaranya LAB dan *branched alkyl benzene* (BAB). Berikut ini tabel pabrik dodekilbenzena beserta kapasitasnya yang berada di luar negeri dapat dilihat dalam tabel 1.3.

Tabel 1.3. Data Pabrik Dodekilbenzena di dunia (Johnson, 2003)

No	Nama Pabrik	Kapasitas (Ton/Tahun)
1.	Repsol YPF	45.000
2.	Iron Chemical Industry	50.000
3.	Kirshi	60.000
4.	Petresa	75.000
5.	Reliance Industries	100.000
6.	Chevron Onite	100.000

4. Penentuan Kapasitas

Penentuan kapasitas pabrik didasarkan pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut :

- Kebutuhan produk, dimana dari data BPS diketahui data import dodekilbenzena mengalami penurunan, akan tetapi impor natrium dodekilbenzena sulfonat sebagai hasil produk pengolahan dodekilbenzena meningkat. Dengan keadaan impor yang turun maka kebutuhan industri dodekilbenzena sebagai pengisi kebutuhan dodekilbenzena yang meningkat .
- Kapasitas pabrik yang sudah ada, berdasarkan tabel 1.3 kapasitas pabrik berada di sekitar 45.000-100.000 ton/tahun
- Ketersediaan bahan baku, bahan baku benzena diperoleh dari PT. Pertamina Cilacap 120.000 ton/tahun.



Dari pertimbangan-pertimbangan diatas, maka pabrik akan didirikan pada tahun 2021 dengan pemilihan kapasitas perancangan sebesar 65.000 ton/tahun. Kapasitas ini direncanakan untuk memenuhi kebutuhan domestik dan sisanya untuk di ekspor.

1.3. Pemilihan Lokasi Pabrik

Lokasi pabrik sangat mempengaruhi persaingan pabrik dengan industri lain. Pemilihan lokasi yang tepat, ekonomis, dan menguntungkan perlu dipertimbangkan baik dari faktor primer maupun sekunder, yaitu:

1. Faktor utama (*primary factors*) meliputi sumber bahan baku, tempat pemasaran, penyediaan tenaga dan bahan bakar, sumber penyediaan air, sarana transportasi dan iklim.
2. Faktor khusus (*specific factors*) meliputi bahan buangan, tenaga kerja, masalah finansial (perpajakan, peraturan daerah tentang pembangunan), pengamanan terhadap kebakaran dan masalah kemasyarakatan.

Berdasarkan faktor-faktor diatas, maka dipilih lokasi pendirian pabrik dodekilbenzena di Cilacap, Jawa Tengah. Alasan-alasan pemilihan lokasi sebagai beriku:

1. Sumber Bahan Baku

Bahan baku utama benzena dan dodekena. Benzena diperoleh dari PT.Pertamina RU IV yang terletak di Cilacap. Sedangkan dodekena di import dari Chevron Philips Chemical Company LP, Singapura melalui pelabuhan Tanjung Intan. Lokasi pabrik yang dekat dengan penyediaan bahan baku dan dekat dengan pelabuhan akan menghemat biaya transportasi.

2. Pemasaran

Produk direncanakan dapat memenuhi pasar dalam negeri dan luar negeri. Sehingga pendirian pabrik dilakukan di dekat pelabuhan dan prasarana transportasi lainnya yang memudahkan distribusi.



3. Sumber energi dan air

Kebutuhan listrik dipenuhi oleh PLN, dengan jaringan distribusi yang mudah untuk sampai ke lokasi pabrik. Kebutuhan bahan bakar dapat dipenuhi dari Pertamina Cilacap. Sedangkan untuk kebutuhan air dipenuhi dari air Sungai Serayu Cilacap.

4. Transportasi

Cilacap memiliki sarana transportasi yang memadai, baik dari jalur darat berupa jalan raya dan rel kereta api, atau jalur laut berupa pelabuhan yang menghubungkan lokasi industri ke daerah pemasaran.

5. Tenaga Kerja

Di Jawa khususnya Jawa Tengah memiliki tenaga kerja yang cukup banyak, baik sebagai ahli, menengah, maupun buruh kasar, terdidik maupun terlatih.

6. Iklim

Cuaca, temperatur, kelembaban udara dan tekanan udara cocok untuk pendirian pabrik.

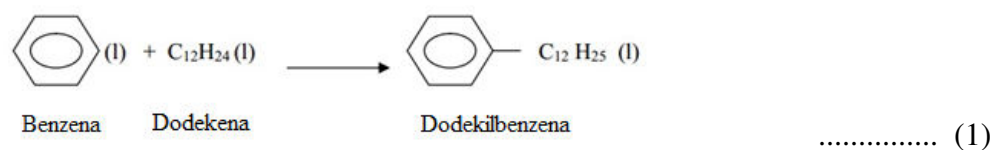
7. Kondisi masyarakat dan peraturan pemerintah setempat

Cilacap merupakan salah satu kota industri, sehingga masyarakat sudah terbiasa dengan lingkungannya dan bisa menerima kehadiran pabrik baru. Kebijakan daerah setempat pun mendukung berkembangnya produksi.

1.4. Tinjauan Pustaka

1.4.1 Macam-macam proses

Produksi dodekilbenzena dari benzena dan dodekena merupakan proses alkilasi, dengan reaksi sebagai berikut:





Macam-macam proses pembuatan dodekilbenzena yaitu:

1. Proses Klorinasi

Pada proses ini dodekena (parafin) di klorinasi menggunakan klorin menjadi monododekilklorida. Monododekilklorida hasil klorinasi tersebut lalu dialkilasi dengan benzena menggunakan katalis alumunium klorida ($AlCl_3$). Proses ini terjadi di dalam reaktor berpengaduk (RATB) dengan sistem *mixer-settler*, dimana hasil dari reaktor masuk ke dalam settler untuk memisahkan dodekilbenzena dari $AlCl_3$. Konversi klorinasi rendah 24-40% (US Patent No. 1400212). Proses ini menghasilkan limbah cair HCl dan tidak dapat dimanfaatkan kembali.

2. Proses Alkilasi dengan katalis HF

Proses ini menggunakan bahan baku dodekena dan benzena. Kedua bahan baku ini mengalami reaksi alkilasi, dengan menggunakan katalis Hidrogen florida. Reaksi terjadi didalam reaktor berpengaduk (RATB) dengan sistem *mixer-settler*, dimana hasil dari reaktor masuk kedalam settler untuk memisahkan dodekilbenzena dengan HF. HF merupakan asam kuat dimana jika kandungan air mencapai 5% maka kecepatan korosinya bertambah dengan cepat (Mc Ketta, 1992).

3. Proses alkilasi menggunakan *fixed bed catalyst (DETAL)*

Proses ini menggunakan bahan baku dodekena dan benzena. Kedua bahan baku ini mengalami reaksi alkilasi, dengan menggunakan katalis. Berbeda dengan kedua proses diatas, proses ini menggunakan reaktor *fixed bed* dan tidak perlu menggunakan *settler* untuk memisahkan dodekena dari katalis sehingga biaya yang dibutuhkan berkurang 15% dari biaya *capital investment* dibandingkan dengan proses lainnya (Kirk and Othmer, 1992). Proses ini tidak menghasilkan limbah yang beracun.



Macam-macam proses pembuatan dodekilbenzene diatas dapat ditampilkan dalam tabel 1.4.

Tabel 1.4. Macam-macam Proses Pembuatan Dodekilbenzena

Keterangan	Proses Klorinasi	Proses Alkilasi (RATB)	Proses Alkilasi (Fixed Bed)
Reaktor	RATB	RATB	Fixed Bed
Katalis	$AlCl_3$	HF	Tungsten oksida dan penyangga silika alumina
Temperatur	80°C	40-55°C	100-300°C
Produk	BAB	LAB	LAB
Kemurnian	55%	99.95%	
Sifat	<i>Biodegradable</i>	<i>Biodegradable</i>	<i>Biodegradable</i>
Alat pemurnian	<i>Settler</i>	<i>Settler</i>	-

Dari uraian diatas maka dalam pembuatan dodekilbenzena dipilih proses alkilasi menggunakan *fixed bed catalyst (DETAL)*, karena biaya *capital investment* lebih rendah dan proses ini menghasilkan limbah yang aman.

1.4.2 Kegunaan Produk

Dodekilbenzena disulfonasi menggunakan oleum menjadi dodekilbenzena sulfonat. Dodekilbenzena sulfonat ini merupakan senyawa yang mudah diuraikan oleh mikroorganisme (*biodegradable*), sehingga tidak mencemari lingkungan. Dodekilbenzena sulfonat ini digunakan sebagai surfaktan pada berbagai produk seperti detergen, pembersih mesin (*engine degreaser*), pembersih lantai, dan shampo mobil.



1.4.3 Sifat Fisis dan Kimia Bahan Baku dan Produk

Bahan Baku

1. Benzena

a. Sifat Fisis: (Yaws, 1999)

Rumus molekul	: C_6H_6
Berat molekul	: 78,114 g/mol
Titik beku	: $5,53^\circ C$
Titik didih	: $80,09^\circ C$
Temperatur kritis	: $289,01^\circ C$
Tekanan kritis	: 48,98 bar
Densitas pada $25^\circ C$: 0,873 g/ml
<i>Flash Point</i>	: $-11,11^\circ C$
Kapasitas panas pada $25^\circ C$: 137,87 J/mol.K
Panas pembentukan pada $25^\circ C$: 82,93 KJ/mol

b. Sifat Kimia: (Kirk and Othmer, 1992)

- Reduksi

Benzena dapat direduksi menjadi sikloheksana, C_6H_{12} , atau sikloolefin.

- Halogenasi

Reaksi dengan klorin dengan zat pembawa aluminium halida membentuk klorobenzena.

- Oksidasi

Dengan oksidator kuat seperti permanganat membentuk CO_2 dan H_2O .

- Nitrasasi

Benzena dapat dinitrasasi menjadi nitrobenzena, $C_6H_5NO_2$.

- Alkilasi

Alkilasi *Friedel Crafts* benzena dengan etilena atau propilena menghasilkan etilbenzena, C_8H_{10} , atau isopropilbenzena. Benzena



juga dapat dialkilasi dengan C_{10} - C_{20} untuk menghasilkan linier alkil aromatik.

2. Dodekena

a. Sifat Fisis: (Yaws, 1999)

Rumus molekul	: $C_{12}H_{24}$
Berat molekul	: 168,323 g/mol
Titik beku	: $-35,22^{\circ}C$
Titik didih	: $213,35^{\circ}C$
Temperatur kritis	: $383,85^{\circ}C$
Tekanan kritis	: 18,90 bar
Densitas pada $25^{\circ}C$: 0,756 g/ml
<i>Flash Point</i>	: $48,89^{\circ}C$
Kapasitas panas pada $25^{\circ}C$: 358,08 J/mol.K
Panas pembentukan pada $25^{\circ}C$: $-165,35$ KJ/mol

b. Sifat Kimia: (Kirk and Othmer, 1992)

- Adisi Elektrofilik

Dodekena bereaksi dengan asam Lewis membentuk *intermediet carbocation* yang stabil. Bereaksi dengan basa konjugasi untuk menghasilkan hasil akhir.

- Substitusi

Dodekena bereaksi dengan radikal bebas membentuk alil radikal bebas yang akan bereaksi menjadi produk akhir dan radikal bebas baru.

- Alkilasi

Dodekena dapat mengalkilasi benzena dan fenol dibawah kondisi *Friedel Crafts*. Bahan ini umumnya merupakan *intermediate* dalam produksi surfaktan atau detergen sebagai linier alkilbenzena sulfonat (LAS) dan *alkylphenolethoxylate* (APE).



Kegunaan lain termasuk pada produksi antioksidan, *plasticizers* dan *lube additives*.

Katalis

Silika alumina (bahan aktif: Tungsten Oksida)

a. Sifat Fisis:

Rumus Molekul	: WO_2
Berat Molekul	: 86,55 kg/kmol
Densitas	: 7.29 g/cm ³
Titik leleh	: 1473°C
Bentuk	: Kristal (padat)

b. Sifat Kimia

- Larut dalam larutan alkali
- Lebih *volatile* saat pada uap air

Produk

1. Dodekilbenzena

a. Sifat Fisis: (Yaws, 1999)

Rumus molekul	: $\text{C}_{18}\text{H}_{30}$
Berat molekul	: 246,436 g/mol
Titik beku	: 2,78°C
Titik didih	: 327,61°C
Temperatur kritis	: 501,111°C
Tekanan kritis	: 15,79 bar
Densitas pada 25°C	: 0,849 g/ml
<i>Flash Point</i>	: 140,56°C
Kapasitas panas pada 25°C	: 531,03 J/mol.K
Panas pembentukan pada 25°C	: -178,70 KJ/mol



b. Sifat Kimia: (Kirk and Othmer, 1992)

- Oksidasi

Dodekilbenzena dioksidasi dengan oksidator kuat akan menghasilkan asam benzoat dan karbondioksida.

2. Didodekilbenzena

a. Sifat Fisis

Rumus molekul	: $C_{30}H_{54}$
Berat molekul	: 414,80 g/mol
Bentuk	: Cair
Warna	: Jernih
Titik didih	: $444^{\circ}C$
Titik beku	: $-35^{\circ}C$
Temperatur kritis	: $592,39^{\circ}C$
Flash Point	: $233,16^{\circ}C$

1.4.4. Tinjauan Proses Secara Umum

Reaksi pembentukan dodekilbenzena merupakan reaksi alkilasi antara benzena dengan dodekena. Reaksi yang terjadi bersifat eksotermis. Reaktor yang digunakan adalah *fixed bed*. Menggunakan katalis tungsten oksida dengan penyangga silika alumina yang berbentuk padatan. Produk yang dihasilkan adalah dodekilbenzena dan didodekilbenzena. Secara umum proses produksi dodekilbenzena adalah sebagai berikut:

Bahan baku benzena dan dodekena masing-masing disimpan dalam tangki penyimpanan *F-113* dan *F-114*. Benzena dan dodekena dipanaskan menggunakan *heat exchanger* hingga mencapai suhu operasi reaktor. Kemudian bahan baku tersebut dialirkan ke reaktor dengan perbandingan mol benzena terhadap dodekena sebesar 10 (10:1).



*Prarancangan Pabrik Dodekilbenzena dari Dodekena dan Benzena
dengan Proses DETAL
Kapasitas 65.000 ton/tahun*

Produk yang keluar reaktor dimasukkan ke dalam Menara Destilasi dengan tujuan untuk memurnikan produk. Produk utama berupa dodekilbenzena, sedangkan produk samping berupa didodekilbenzena.