



Gambar 6.3. Grafik Posisi Kas Tahunan.....	
.....	144

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik

Sabun dan detergen dapat dibuat dari minyak atau lemak yang berasal dari hewan (hewani) maupun tumbuhan (nabati). Karena persediaan bahan baku dari sumber-sumber alam yang sangat terbatas, sedangkan kebutuhan akan bahan pembersih semakin meningkat maka diperlukan alternatif bahan pembersih pengganti yang disebut detergen sintetis yang dibuat dari bahan-bahan kimia.

Pertumbuhan dan kemajuan industri pertamina yang menyediakan bahan baku utama untuk pembuatan detergen sintetis sangat menguntungkan untuk pendirian pabrik detergen. Dengan didirikannya pabrik detergen diharapkan kebutuhan dalam negeri akan dapat terpenuhi, sekaligus dapat



menambah lapangan pekerjaan sehingga akan mengurangi jumlah pengangguran.

Sodium Dodecyl Benzene Sulfonate merupakan salah satu dari jenis detergen yang umum dipakai dan dapat diproduksi dari bahan baku *Benzene* dan *Dodecene*. *Benzene* dan *Dodecene* direaksikan membentuk *Dodecyl Benzene*. Kemudian *Dodecyl Benzene* yang terjadi ditambahkan dengan oleum menghasilkan *Dodecyl Benzene Sulfonic Acid*. *Dodecyl Benzene Sulfonic Acid* yang terjadi kemudian dinetralkan dengan penambahan NaOH sehingga menghasilkan *Sodium Dodecyl Benzene Sulfonate* atau detergen.

1.2 Pemilihan Kapasitas Pabrik

Mengingat kebutuhan akan detergen di Indonesia semakin meningkat (lihat tabel 1.1), maka perlu alternatif untuk memproduksi sendiri sehingga diharapkan kebutuhan akan detergen (*Sodium Dodecyl Benzene Sulfonate*) akan terpenuhi.

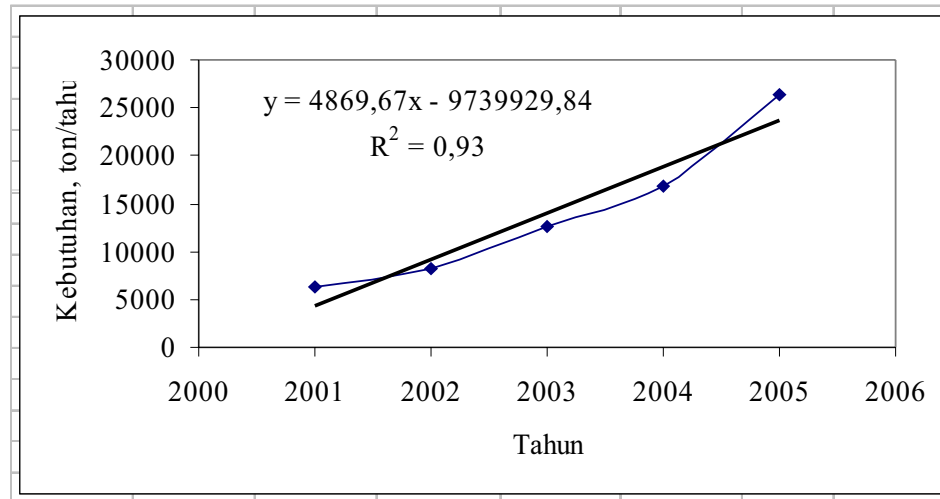
Data impor detergen dari tahun 2001 hingga 2005 dapat dilihat dalam tabel berikut ini:

Tabel 1.1 Impor detergen (*Sodium Dodecyl Benzene Sulfonate*) ke Indonesia

No	Tahun	Jumlah (ton)
1	2001	6.247,743
2	2002	8.154,810
3	2003	12.605,702
4	2004	16.754,091
5	2005	26.296,434

(Sumber: Data Impor, Biro Pusat Statistik Semarang, 2001-2005)

Dari data Tabel 1 dapat dibuat grafik hubungan tahun dengan kebutuhan



Gambar 1. Grafik hubungan Tahun dengan Kebutuhan detergen

Dari grafik diperoleh persamaan :

$$y = 4869,67X - 9739929,84$$

dimana :

y = kebutuhan detergen pada tahun ke-n

x = tahun kebutuhan

Perkiraan pabrik didirikan pada tahun 2010 maka kebutuhan detergen diperkirakan mencapai :

$$\begin{aligned} y &= 4869,67 \times 2010 - 9739929,84 \\ &= 48106,86 \text{ ton} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan, maka diperkirakan kebutuhan *Sodium Dodecyl Benzene Sulfonate* pada tahun 2010 adalah sekitar 48106,86 kg/tahun atau 50.000 ton/tahun.

Dalam mendirikan pabrik *Sodium Dodecyl Benzene Sulfonate* harus diperhatikan hal-hal sebagai berikut:

1. Kebutuhan *Sodium Dodecyl Benzene Sulfonate*
2. Ketersediaan bahan baku
3. Kapasitas perancangan
1. Kebutuhan *Sodium Dodecyl Benzene Sulfonate*



Dari data impor detergen untuk kurun waktu 2001-2005 diketahui bahwa kebutuhan *Sodium Dodecyl Benzene Sulfonate* meningkat dari tahun ke tahun dan kebutuhan *Sodium Dodecyl Benzene Sulfonate* pada tahun 2010 diperkirakan mencapai 50.000 ton/tahun (lihat tabel 1.1).

2. Ketersediaan bahan baku

Bahan baku *Sodium Dodecyl Benzene Sulfonate* yaitu *Benzene* dan *Dodecene* diproduksi di Indonesia, sehingga ketersediaannya sangat terjamin. Mengingat ketersediaan bahan baku yang memadai dan kebutuhan yang besar maka pabrik detergen (*Sodium Dodecyl Benzene Sulfonate*) layak didirikan.

3. Kapasitas perancangan

Berdasarkan kebutuhan akan *Sodium Dodecyl Benzene Sulfonate*, maka untuk memenuhi kebutuhan dipilih kapasitas perancangan 50.000 ton/tahun.

1.3 Pemilihan Lokasi Pabrik

Penentuan lokasi pabrik tidak lepas dari aspek-aspek ekonomis dan teknis. Pada prinsipnya dipilih biaya produksi yang seminim mungkin dan distribusi hasil yang cukup mudah. Pemilihan lokasi pabrik didasarkan pada faktor utama dan faktor khusus (Peters dan Timmerhaus, 1991: 91) 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 di atas, maka untuk pabrik *Sodium Dodecyl Benzene Sulfonate* ini dipilih lokasi di Cilacap, Jawa Tengah. Alasan-alasan pemilihan lokasi tersebut sebagai berikut:

1. Sumber bahan baku



Bahan baku utama *Sodium Dodecyl Benzene Sulfonate* adalah *Benzene*, *Dodecene*, H_2SO_4 dan $NaOH$. Bahan ini dapat diperoleh dari dalam negeri, yaitu dari pabrik-pabrik di Jawa. Adapun bahan pembantu yang dipergunakan adalah aluminum alkil sebagai katalis dapat diperoleh dari pabrik di dalam negeri pula. (Kerjasama dengan PT. Bratachem, sebagai distributor bahan kimia).

2. Pemasaran

Produksi detergen bubuk masih banyak dibutuhkan oleh masyarakat sehingga pemilihan lokasi di Jawa Tengah dianggap tepat karena pasar di Pulau Jawa cukup besar.

3. Sumber tenaga dan bahan bakar

Tenaga kerja di daerah Jawa Tengah banyak tersedia, sedangkan tenaga ahli dapat tercukupi karena Jawa Tengah dan sekitarnya merupakan kawasan pelajar yang setiap saat mencetak tenaga-tenaga ahli baru yang andal. Tenaga kerja dapat dengan mudah dipenuhi dari daerah lokasi pabrik dengan upah buruh yang relatif murah dan ini merupakan langkah positif untuk mengatasi banyaknya pengangguran dan PHK akibat krisis moneter.

- a. Listrik dari PLN, dengan jaringan distribusi tidak sulit untuk sampai ke lokasi pabrik.
- b. Suplai bahan bakar juga tidak sulit, karena dekat dengan jalan raya yang mempermudah untuk transportasi kebutuhan pabrik. Bahan bakar antara lain dapat diperoleh dari Pertamina di Cilacap.

4. Sumber air

Sebagian besar kebutuhan air untuk proses diperoleh dari Laut Selatan yang jaraknya relatif dekat dengan lokasi pendirian pabrik yang direncanakan.

5. Transportasi

Di daerah Cilacap sudah ada sarana transportasi (jalan raya dan rel kereta api) yang baik sehingga untuk mendistribusikan produk ke berbagai tempat pemasaran dianggap tidak mengalami hambatan.



6. Iklim

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

7. Tenaga

Tenaga kerja yang ahli dan terampil diperkirakan dapat diperoleh didekat lokasi pabrik.

1.4 Tinjauan Pustaka

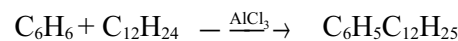
1.4.1 Pemilihan proses

Macam-macam proses pembuatan *Sodium Dodecyl Benzene Sulfonate* antara lain:

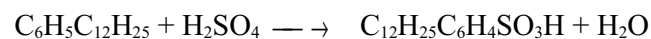
1. Proses *Dodecyl Benzene Sulfonate* dengan *sulfonating agent* asam sulfat (H_2SO_4).

Reaksi:

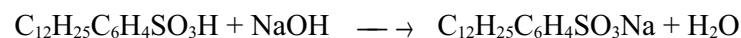
- Alkilasi



- Sulfonasi



- Netralisasi



Dodecene dan *Benzene* dipompa ke dalam reaktor sehingga terjadi reaksi alkilasi yang bekerja secara kontinyu pada suhu $114,8^\circ F$ ($46^\circ C$) dan tekanan 1 atm membentuk larutan *Dodecyl Benzene*. Hasil dari reaktor dilanjutkan menuju reaktor sulfonasi yang bekerja secara kontinyu pada suhu $114,8^\circ F$ ($46^\circ C$) membentuk larutan *Dodecyl Benzene Sulfonic Acid*. Hasil sulfonasi di dalam reaktor diteruskan menuju netralizer guna menetralkan sisa asam dari reaktor. Larutan *Dodecyl Benzene Sulfonic Acid* yang terjadi kemudian dinetralkan dengan NaOH (20%) dalam sebuah netralizer sehingga dihasilkan *Sodium Dodecyl Benzene Sulfonate* yang berupa slurry.. Hasilnya

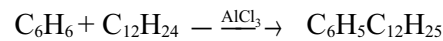


kemudian dikeringkan di dalam *spray dryer* untuk memperoleh produk bubuk detergen, yaitu *Sodium Dodecyl Benzene Sulfonate*.

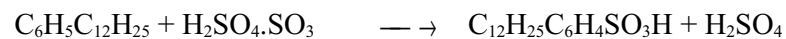
2. Proses sulfonasi *Dodecyl Benzene* dengan *sulfonating agent oleum* ($\text{H}_2\text{SO}_4\text{SO}_3$).

Reaksi adalah sebagai berikut:

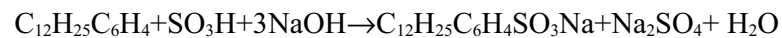
- Alkilasi



- Sulfonasi



- Netralisasi

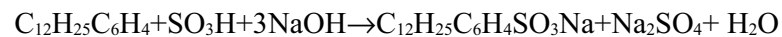


3. Proses sulfonasi *Dodecyl Benzene* dengan *sulfonating agent sulfur trioxide* (SO_3)

- Sulfonasi



- Netralisasi



Dodecyl Benzene direaksi dengan 20% oleum dalam sulfonator pada suhu 114,8°F (46°C) dan tekanan 1 atm. Hasil sulfonasi berupa campuran *Dodecyl Benzene Sulfonic Acid* dan H_2SO_4 kemudian ditambah H_2O guna memisahkan campuran tersebut. Hasil bawah mengandung 78% H_2SO_4 yang ditampung di dalam tangki penampung H_2SO_4 , sedang hasil atas berupa *Dodecyl Benzene Sulfonic Acid* dinetralisasi di dalam netralizer pada pH 7-8, suhu 59,51°C dengan penambahan NaOH 20%. Penetralan ini menghasilkan *Sodium Dodecyl Benzene Sulfonate*, *Sodium sulfate* dan H_2O . *Sodium Dodecyl Benzene Sulfonate* yang berupa slurry kemudian ditambah bahan pengisi (*builders detergent*) di dalam *crutcher*, hasil dari *crutcher* dikeluarkan, kemudian dikeringkan di



dalam *spray dryer* untuk memperoleh produk bubuk detergen, yaitu *Sodium Dodecyl Benzene Sulfonate*.

1.4.2 Kegunaan produk

Detergen (*Sodium Dodecyl Benzene Sulfonate*) antara lain digunakan untuk:

1. *Textile cleaning*, yaitu pembersih kain/pakaian.
2. *Hand surface cleaning* yaitu pembersih tangan, lantai atau tembok
3. *Other hand surface cleaning*, yaitu pembersih kotoran yang tidak dapat dilakukan oleh *hand surface cleaner*.

1.4.3 Sifat Fisik dan Kimia Bahan Baku, Bahan Pembantu dan Produk

A. Sifat-sifat bahan baku

a. *Benzene*

1. Sifat Fisika

Rumus molekul	:	C_6H_6
BM	:	78,115 g/gmol
Titik beku	:	5,530°C
Titik didih	:	80,094°C
Temperatur kritis	:	289,01°C
Tekanan kritis	:	$4,898 \cdot 10^3$ kPa
Volume kritis	:	259,0 cm ³ /mol
Densitas (pada 25°C)	:	0.8736 g/cm ³
Tekanan uap (25°C)	:	12,6 kPa
Indeks bias (n)	:	1,49792
Kelarutan (20°C, 1atm)	:	0,18 g / 100 g air

(www.ChemicalLAND21.com)

2. Sifat Kimia

Ada tiga tipe reaksi pada *Benzene*, yaitu:

- Reaksi Substitusi
- Reaksi Addisi



- Reaksi Pemecahan Cincin

Dari ketiga reaksi tersebut yang paling banyak dijumpai dalam industri adalah reaksi substitusi.

Reaksi Substitusi

Dalam kondisi yang sesuai satu atau lebih atom H pada *Benzene* dapat diganti dengan atom-atom seperti halogen atau gugus nitro dan gugus sulfonat. Sedangkan agent pensubstitusi yang biasa yaitu asam substrat, chlorine dan bromine. Agent pensubstitusi ini bereaksi sebagai reagent pencari elektron dalam serangannya terhadap *Benzene* dan zat aromatis yang beraksi reagen pemberi elektron. Sifat yang demikian dikenal sebagai zat nukleofilik karena zat tersebut bereaksi dengan suatu inti atom yang dapat menerima elektron.

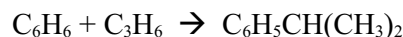
Reaksi Oksidasi

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

Reaksi Alkilasi

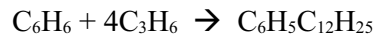
Beberapa reaksi alkilasi *Benzene* yang dijumpai dalam industri kimia diantaranya:

- Reaksi alkilasi *Benzene* dengan propilene membentuk cumene baik pada fase gas maupun fase cair. Fase cair menggunakan katalis H_2SO_4 , $AlCl_3$, zeolit atau HF, sedangkan fase gas menggunakan katalis H_2SO_4 padat.

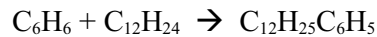




- Reaksi alkilasi *Benzene* dengan propilene membentuk dodecyl *Benzene* yang berlangsung pada suhu 115°C dengan adanya katalis AlCl_3 .



- Reaksi alkilasi *Benzene* dengan *Dodecene* membentuk *Dodecyl Benzene* yang berlangsung pada suhu 115°C dengan adanya katalis AlCl_3 .



b. *Dodecene*

1. Sifat fisika

Rumus Molekul : $\text{CH}_2=\text{CH}(\text{CH}_2)_9\text{CH}_3$

Berat Molekul : 168,32 g/gmol

Fase : cair

Titik didih : 213,35°C

Titik lebur : -35,22

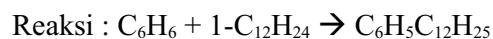
Titik kritis : 384,45 °C

Tekanan kritis : 19,074 atm

(www.ChemicalLAND21.com)

2. Sifat kimia

Terjadi reaksi alkilasi membentuk dodecyl benzene jika direaksikan dengan benzene dengan bantuan katalis aluminium klorit.



c. Asam sulfat

1. Sifat fisika

Rumus molekul : H_2SO_4



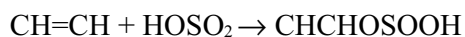
Bentuk	: Cairan
Warna	: Jernih
Berat molekul	: 98,08 g/gmol
Spesific gravity	: 1,824
Titik beku	: 10,31°C
Titik didih	: 336,85°C
Temperatur kritis	: 651,85°C
Tekanan kritis	: 64 atm
Volume kritis	: 0,177 m ³ /kmol
Kelarutan	: Larut dalam air dingin/panas
Density (25°C)	: 1,833 g/mL
Energi bebas Gibbs (25°C)	: -653,47 kJ/mol.K
Konduktivitas panas (25°C)	: 0,360 W/m.K
Heat capacity (25°C)	: 139,95 J/mol.K

(www.ChemicalLAND21.com)

2. Sifat kimia

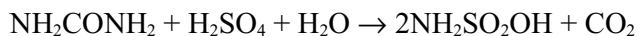
- Sulfatasi, reaksi pembentukan gugus –OSO₂OH pada karbin.

Reaksi :



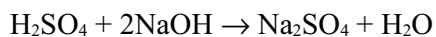
- Sulfamasi, reaksi penggabungan –SOOH dengan nitrogen.

Reaksi :



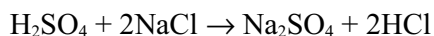
- Dengan basa membentuk garam dan air.

Reaksi :



- Dengan garam membentuk garam dan asam lainnya.

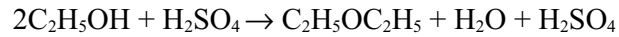
Reaksi :





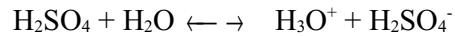
- Dengan alkohol membentuk eter dan air.

Reaksi :



- Dengan air membentuk keseimbangan.

Reaksi :



d. Sodium hidroksida

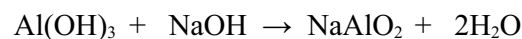
Sifat fisis

Rumus molekul	: NaOH
Berat molekul	: 39,998
Titik leleh	: 318 ⁰ C
Titik didih	: 1388 ⁰ C
Suhu kritis	: 2820 K (2547 ⁰ C)
Tekanan kritis	: 253,31 bar
Spesifik gravity	: 318 pad 20 ⁰ C
Wujud	: padat
Warna	: kristal transparan
Kemurnian	: 98% berat
Impuritas	: 2% berat air
Densitas	: 1019,37 kg/m ³

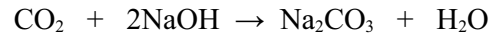
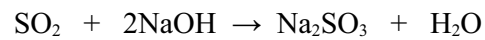
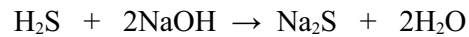
(www.ChemicalLAND21.com)

Sifat kimia

- NaOH terutama banyak digunakan didalam reaksi netralisasi untuk membentuk garam sodiumnya. Seperti pada reaksi pengambilan alumina dan bauksit melalui proses ekstraksi.

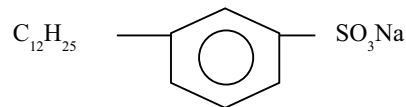


- NaOH juga bereaksi dengan gas-gas asam lemah seperti H₂S; SO₂ dan CO₂.



C. Sifat-sifat produk

Sodium Dodecyl Benzene Sulfonate



Rumus molekul : $\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{Na}$

Bentuk : Butiran, bubuk warna putih hingga kuning

Berat molekul : 348

Sifat detergent : Biodegradable/dapat terurai oleh bakteri pengurai

(Hawley, 1981: 939-940)

1.4.4 Tinjauan proses secara umum

Sodium Dodecyl Benzene Sulfonate merupakan salah satu tipe *alkyl aryl sulfonate* dalam pembuatan detergen sintesis. Dalam pembuatan bahan detergen, *Benzene* dan *Dodecene* direaksikan membentuk *Dodecyl Benzene*. *Dodecyl Benzene* kemudian disulfonasi dengan penambahan H_2SO_4 dan kemudian dinetalkan dengan NaOH , sehingga diperoleh *Sodium Dodecyl Benzene Sulfonate*.

Sulfonasi *Dodecyl Benzene* merupakan tahapan penting dalam pembuatan detergen sintesis. Sulfonasi *Dodecyl Benzene* dapat dilakukan secara batch atau continuous.

1. *Batch process*

Pada proses ini, sulfonasi berjalan pada suhu 90-114,8°F (32-46°C) dan tekanan 1 atm dengan memakai 20% oleum dan asam dengan rasio 1.02 (basis asam 100% H_2SO_4). Selama penambahan



asam reaksi hanya 90% (*Dodecyl Benzene Sulfonic Acid*) sebagai produk murni, kemudian *Dodecyl Benzene Sulfonic Acid* dipanaskan sampai pada suhu 114,8°F selama 4 jam sehingga diperoleh *Dodecyl Benzene Sulfonic Acid* dengan kemurnian 98%.

Dodecyl Benzene Sulfonic Acid kemudian dinetralkan dengan larutan NaOH 20% sampai pH 8. Kemudian produk diumpankan menuju dryer untuk dikeringkan.

2. *Continue process*

Pada proses ini, pertama proses Alkilasi di dalam reaktor yaitu terjadi reaksi alkilasi *Benzene*. Selanjutnya proses sulfonasi dilakukan di dalam reaktor sulfonator pada 114,8°F, tekanan 1 atm. H₂SO₄ diinjeksi ke dalam reaktor sulfonator. Hasil sulfonasi *alkylate (Dodecyl Benzene Sulfonic Acid)* kemudian dinetralkan dengan larutan NaOH 20% di dalam netralizer. *Sodium Dodecyl Benzene Sulfonat* kemudian produk diumpankan menuju dryer untuk dikeringkan.

(Faith Keyes, 1965)

BAB II

DESKRIPSI PROSES

Pembuatan detergen (*Sodium Dodecyl Benzene Sulfonate*) menggunakan bahan baku dan bahan pembantu yang spesifikasinya uraikan sebagai berikut:

2.1 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk