



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik

Pertumbuhan dan perkembangan teknologi di era modern saat ini, mengakibatkan pentingnya penggunaan deterjen sebagai senyawa sintetik untuk mencuci peralatan industri-industri maupun rumah tangga. Sehubungan dengan hal tersebut, pemerintah mengambil kebijaksanaan yang pada hakekatnya bertujuan untuk mengurangi ketergantungan terhadap negara lain dalam memenuhi kebutuhan masyarakat berupa deterjen yaitu dengan membangun industri-industri yang dapat mengganti peranan bahan impor. Disamping itu, dengan didirikannya pabrik industri SDBS akan mendorong berdirinya pabrik-pabrik lain yang menggunakan bahan dasar SDBS untuk bisa dikembangkan kembali dalam teknologi yang lebih luas di Indonesia.

SDBS merupakan senyawa yang mudah terurai secara alamiah dalam air karena memiliki sifat linier-alkilbenzen sulfonat (LAS). LAS yaitu rantai alkil lurus yang mampu mendegradasi surfaktan dengan bantuan mikroorganisme. Surfaktan berfungsi menurunkan tegangan permukaan dari air dengan membentuk *missel* yang digunakan dalam menurunkan konsentrasi kadar minyak dan noda kotoran pada pakaian.

SDBS yang memiliki rumus molekul $C_{12}H_{25}C_6H_4SO_3Na$ dan berat molekul 348 g/gmol, dipasarkan dalam bentuk cair dengan kemurnian 85-95%. SDBS merupakan bahan dasar pembuatan sabun dan deterjen serta pembersih lainnya.



1.2. Kapasitas Pabrik

Pabrik SDBS direncanakan didirikan tahun 2013. Kapasitas perancangan pabrik ini direncanakan dengan pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut:

a. Proyeksi kebutuhan dalam negeri

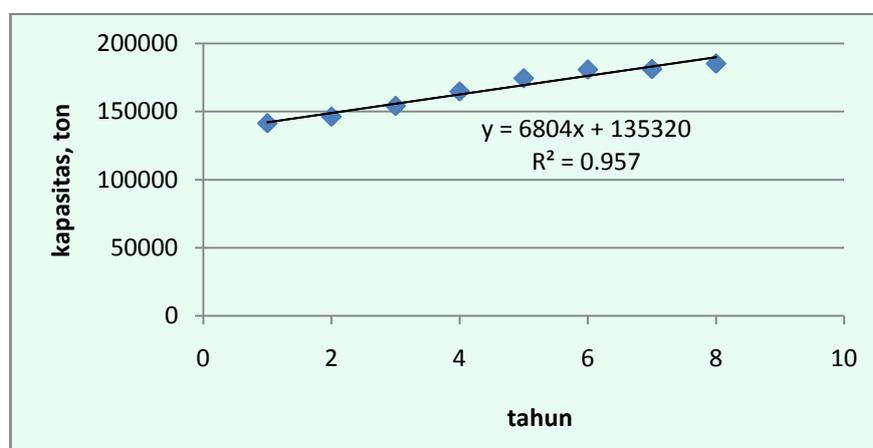
Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS), kebutuhan impor SDBS di Indonesia semakin meningkat tahun 1999-2006 yang dapat dilihat pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1. Data Impor Sodium Dodekilbenzen Sulfonat di Indonesia

No.	Tahun	Kebutuhan (ton/Tahun)
1	1999	141.325
2.	2000	146.155
3.	2001	154.030
4.	2002	164.642
5.	2003	174.356
6.	2004	180.737
7.	2005	181.152
8.	2006	185.142

(Badan Pusat Statistik (BPS), 2007)

Dari data tersebut dapat dibuat grafik regresi linier:



Gambar 1.1. Grafik Kebutuhan SDBS di Indonesia Per Tahun.



Dari grafik diperoleh persamaan regresi:

$$Y = 6804x + 135320 \dots\dots\dots (1.1)$$

Dimana:

Y = Kebutuhan, ton

X = Tahun ke-n

Dari persamaan (1.1) diperkirakan kebutuhan SDBS pada tahun 2013:

$$Y = 6804 \times (15) + 135320$$

$$Y = 237.380 \text{ ton}$$

Dalam mendirikan suatu pabrik diperlukan suatu perkiraan kapasitas produksi agar produk yang dihasilkan sesuai dengan permintaan.

b. Ketersediaan bahan baku

Bahan baku DDB yang digunakan dalam pembuatan SDBS dapat diperoleh dari PT Unggul Indah Cahaya yang ada dikawasan industri Cilegon, Banten. Sedangkan untuk bahan baku oleum 20% dapat diperoleh dari PT Indonesian Acids Industry yang ada di kawasan Timur Jakarta. Sedangkan NaOH 20% dapat diperoleh dari pabrik Asahimas Chemical yang ada di daerah Cilegon, Banten.

c. Kapasitas pabrik yang sudah beroperasi

Pabrik yang sudah beroperasi dalam pembuatan SDBS antara lain:

1. PT. Aktif Indonesia Indah (100.000 ton/tahun)
2. BASF (Jerman) kapasitas 40.000 ton/tahun.
3. Henkel (Jerman) kapasitas 65.000 ton/tahun

Dengan pertimbangan kebutuhan dalam negeri, ketersediaan bahan baku dan pabrik-pabrik yang sudah beroperasi, maka kapasitas yang dapat



memberikan keuntungan jika didirikan pabrik SDBS adalah 85.000 ton/tahun.

1.3. Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik merupakan hal yang penting dalam pendirian suatu pabrik. Hal ini menyangkut kelangsungan pabrik dari segi operasional dan ekonomis pabrik. Lokasi yang dipilih untuk pendirian pabrik SDBS ini direncanakan di daerah Tangerang, Banten. Pemilihan lokasi berdasarkan pertimbangan sebagai berikut:

1. Letak pasar

SDBS digunakan sebagai bahan baku yaitu sebagai surfaktan pada industri pembuatan deterjen. Industri ini banyak terletak di Pulau Jawa, seperti pabrik Uniliver yang memproduksi deterjen dengan merk Rinso dan Daia, pabrik Kao, pabrik-pabrik yang memproduksi bahan pembersih dan berbagai *home industry* yang memproduksi berbagai bahan pembersih berskala kecil.

2. Bahan baku

Bahan baku yang digunakan adalah DDB, oleum 20% dan NaOH. DDB diperoleh dari PT. Unggul Indah Cahaya yang ada dikawasan industri Cilegon, Banten. Sedangkan untuk bahan baku oleum 20% dapat diperoleh dari pabrik kimia yang ada dikawasan timur Jakarta. Sedangkan NaOH dapat diperoleh dari pabrik Asahimas Chemical yang ada di daerah Cilegon Banten. Banten merupakan daerah yang strategis terutama dalam masalah jalur transportasi bahan baku. Jalur darat maupun jalur laut tersedia dengan baik, sehingga bahan baku dapat dengan lancar diperoleh.



3. Sarana dan prasarana

Tangerang, terletak dijalur pertumbuhan ekonomi yang cukup tinggi, yaitu antara Jakarta dan Merak, sehingga sarana dan prasarana yang dibutuhkan dapat dengan mudah diperoleh.

Tangerang, Banten, dekat dengan sumber air, yaitu sungai Cisadane dan sungai Cibodas yang mempunyai debit air cukup besar dengan fluktuasi antara musim hujan dan musim kemarau relatif kecil. Sumber tenaga listrik dapat diperoleh dari PLN dan generator sebagai cadangan jika PLN mengalami gangguan.

4. Tenaga kerja

Tenaga kerja dapat dengan mudah diperoleh dari sekitar kawasan pabrik, yaitu dari daerah Jawa Barat, Jawa Tengah, Jakarta dan sekitarnya.

5. Kebijakan pemerintah

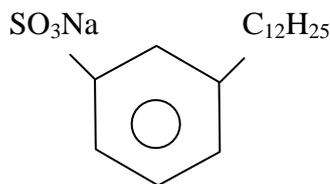
Sesuai dengan kebijakan pemerintah tentang kebijakan pengembangan industri, daerah Tangerang telah dijadikan sebagai daerah kawasan industri. Sehingga faktor-faktor lain seperti iklim, karakteristik lingkungan, dampak sosial serta hukum tentu sudah diperhitungkan.

1.4. Tinjauan Pustaka

1.4.1. Sodium Dodekilbenzen Sulfonat

SDBS adalah bahan deterjen yang mudah larut dalam air, dengan lebih dari 80.000 isomer dari C₁₀-C₁₅ pada rantai alkil, tetapi pada umumnya yang sering digunakan adalah dodekan. (Peters and Timmerhaus, 1991).

SDBS dapat dibuat melalui reaksi antara DDB dengan H₂SO₄ 100%, oleum 20% atau *anhydrous sulfur trioxide* dengan suhu antara 37,78-60°C. (Peters and Timmerhaus, 1991).

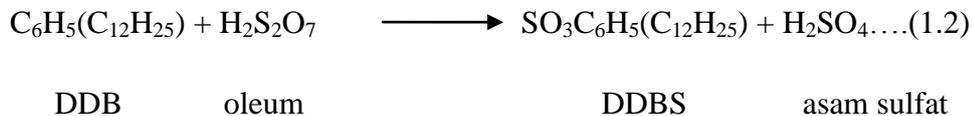


Gambar 1.2. Rumus bangun SDBS

SDBS atau nama lainnya LAS memiliki rumus bangun seperti pada Gambar 1.2. dengan rumus molekul $C_6H_4(C_{12}H_{25})SO_3Na$.

Proses pembuatan SDBS terdiri atas 2 tahap, yaitu tahap sulfonasi dan tahap netralisasi. Reaksi sulfonasi mencapai konversi 99% jika perbandingan oleum 20% dengan DDB adalah 1:1,25. Proses sulfonasi beroperasi dengan suhu optimum berkisar $37,78-60^\circ C$. (Peters and Timmerhaus, 1991).

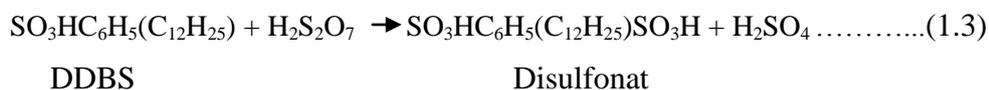
Reaksi utama yang terjadi dalam proses sulfonasi:



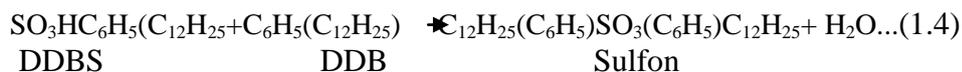
(Peters and Timmerhaus, 1991).

Jika suhu tinggi (lebih $65^\circ C$) akan terjadi reaksi samping yang menyebabkan warna gelap dan hal ini tidak dikehendaki dalam pembuatan DDBS karena menurunkan mutu produk.

Reaksi samping:



atau;





Asam sulfat yang terbentuk sebagai hasil samping dari DDBS dipisahkan dengan alat pemisah. Sebelum dipisahkan di alat pemisah, DDBS ditambahkan air untuk pengenceran agar H_2SO_4 dapat terpisah dari DDBS dan konsentrasi asam sulfat sebagai hasil samping menjadi 78%. (Peters and Timmerhaus, 1991).

Asam sulfonat yang masih ada dinetralkan dengan larutan NaOH 20-50% pada suhu $50-55^\circ C$ (Peters and Timmerhaus, 1991). Reaksi netralisasi bersifat eksotermis dengan panas reaksi 6-8 kali panas reaksi sulfonasi. (Austin, 1984).

Reaksi netralisasi:



Reaksi netralisasi yang bersifat eksotermis perlu pendinginan supaya suhu reaksi dapat dijaga konstan sebesar $55^\circ C$.

Untuk mengurangi kandungan air yang ada di dalam produk SDBS, maka produk dari netraliser dimasukkan ke dalam alat penguap, sehingga diperoleh produk SDBS dengan kandungan air yang jumlahnya tertentu.

1.4.2. Macam-macam Proses Sulfonasi

Proses sulfonasi dapat menggunakan cara sebagai berikut:

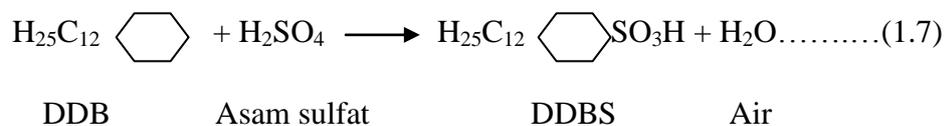
1. Sulfonasi dengan asam sulfat pekat (H_2SO_4)

Proses sulfonasi dengan asam sulfat pekat berlangsung pada suhu $51^\circ C$ dengan tekanan 1 atm. Dalam proses ini tidak digunakan katalis, DDB direaksikan langsung dengan H_2SO_4 100% menghasilkan DDBS dengan perbandingan mol H_2SO_4 : DDB = 1,6 : 1,8. (Kirk Othmer, 1983).

Reaksi yang terjadi:



Tahap sulfonasi:



(Fessenden and Fessenden, 1991)

Hasil sulfonasi yang berupa DDBS direaksikan dengan NaOH 20% menghasilkan SDBS. Kekurangan dari proses sulfonasi dengan H₂SO₄ 100% yaitu menghasilkan air. Keberadaan air akan menyebabkan reaksi bergeser ke kiri dan kecepatan reaksinya lambat.

2. Sulfonasi dengan sulfur trioksida (SO₃ cair)

Pembuatan DDBS dengan gas SO₃ terdiri dari empat tahap yaitu: proses pengeringan udara, produksi gas SO₂ dan konversi gas SO₂ menjadi gas SO₃, proses sulfonasi, dan proses netralisasi. Proses pengeringan udara bertujuan untuk menghilangkan kandungan air yang terdapat di udara. Apabila di udara terdapat kandungan air dalam jumlah yang cukup banyak maka dapat memicu terbentuknya oleum yang terjadi dari reaksi antara H₂O dan SO₃ dan ini menyebabkan kualitas warna DDBS rendah. Untuk menghasilkan gas SO₃, udara kering direaksikan dengan sulfur dalam bentuk cair dan konversi gas SO₂ menjadi gas SO₃ menggunakan katalis V₂O₅. Reaksi ini berlangsung pada suhu 430°C.

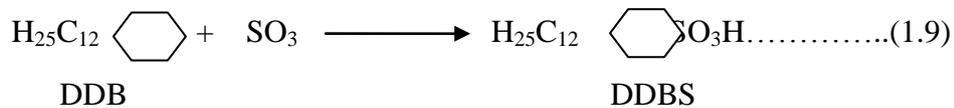
Reaksi yang terjadi:



Proses SO₃ berbeda dengan proses lain, panas yang ditimbulkan tinggi (umumnya reaksi sulfonasi eksotermis), maka mudah terjadi reaksi samping, yaitu terjadi sulfon dan jika SO₃-nya berlebih maka akan terjadi polisulfonat. Untuk reaksi dengan SO₃ cair kondisi tekanan dalam reaktor harus besar. Reaksi ini terjadi pada suhu 100°C.



Contoh reaksi pada DDB dengan SO_3 cair, membentuk DDBS.



Reaksi samping yang terjadi adalah sebagai berikut:

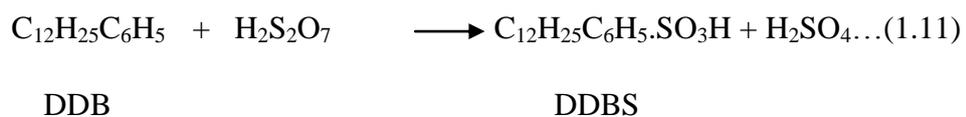


Keterangan: R merupakan hidrokarbon.

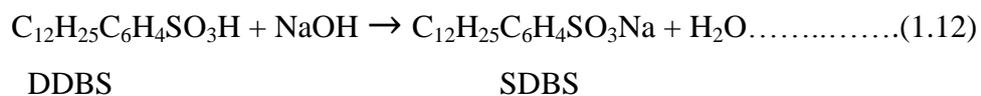
3. Sulfonasi dengan oleum 20%

Pada proses sulfonasi dengan oleum reaksi terjadi pada reaktor alir tangki berpengaduk dengan suhu reaksi $37\text{-}60^\circ\text{C}$ dan tekanan 1 atm. Oleum yang digunakan adalah oleum 20% dengan perbandingan massa DDB dan oleum 20% adalah 1 : 1,25. DDB dan oleum 20% dialirkan ke dalam reaktor. (Peters and Timmerhause, 1991).

Keuntungan dari pemakaian oleum 20% sebagai zat pensulfonasi adalah tidak menghasilkan air, pengadukannya mudah dibandingkan jika menggunakan SO_3 cair, dan 99% hidrokarbon dapat tersulfonasi. Reaksi antara DDB dengan oleum 20% membentuk DDBS adalah sebagai berikut:



H_2SO_4 98% diencerkan dengan menambahkan sejumlah air sampai konsentrasi H_2SO_4 78%. Pengenceran ini dimaksudkan supaya H_2SO_4 dapat terpisah dari produk utama DDBS, sehingga dihasilkan produk bermutu dengan sedikit kadar asam. Kemudian DDBS dinetralkan dengan NaOH 20% dalam netraliser dan didapat hasil utama SDBS dengan impuritas Na_2SO_4 . Reaksi yang terjadi:



(Peters and Timmerhause, 1991)



Keunggulan dari proses ini adalah selain penanganannya mudah, biaya produksi juga relatif lebih murah jika dibandingkan proses yang lain, warna dari produk yang dihasilkan terang dan dihasilkan produk samping H_2SO_4 yang masih dapat dijual di pasaran. (Kirk and Othmer,1983). Kelemahan dari proses ini adalah hanya beberapa pabrik di Indonesia yang memproduksi oleum 20%.

Dari ketiga uraian proses sulfonasi diatas, maka dipilih proses yang ketiga, yaitu proses sulfonasi yang menggunakan oleum 20%. Alasan pemilihan proses tersebut antara lain:

1. Pada reaksi sulfonasi tidak menghasilkan reaksi samping berupa H_2O
2. Hidrokarbon yang dapat disulfonasikan sebesar 99%
3. kondisi operasi berlangsung pada suhu rendah dan tekanan atmosferis, sehingga penanganannya mudah dan energi yang dibutuhkan kecil.

1.4.3. Sifat Fisik dan Kimia Bahan Baku dan Produk

1.4.3.1. Sifat fisik dan kimia bahan baku

a. Dodekilbenzen

Sifat fisis:

Rumus kimia	: $C_{12}H_{25}C_6H_5$
Bentuk, 30°C, 1 atm	: Cair
Berat molekul	: 246 g/gmol
Kapasitas panas	: 0,585 kal/g°C
Densitas	: 873 g/cm ³
Suhu kritis	: 446,7°C
Tekanan kritis	: 16,01 atm
Titik didih	: 293,5°C
Konduktivitas	: 135 kal/m.j.K

(Kirk and Othmer,1983)



b. Oleum

Sifat sisis:

Rumus kimia	: $H_2S_2O_7$
Bentuk, 30°C, 1 atm	: Cair
Komposisi berat	: 20% SO_3 dan 80% H_2SO_4
Berat molekul	: 80 g/mol dan 98 g/mol
Kapasitas panas	: 0,322 kal/g°C
Densitas	: 1,915 g/cm ³
<i>Boiling point</i>	: 150°C
Konduktivitas	: 334 kal/m.j.K

(Kirk and Othmer,1983)

Sifat kimia:

Oleum sangat penting dalam proses pembuatan asam sulfat, karena memiliki yang tinggi. Salah satu penggunaan penting oleum adalah sebagai *reagent* pada proses nitrasi sekunder nitrobenzena. Nitrasi yang pertama dapat terjadi dengan asam nitrat dalam asam sulfat, tapi ini akan menonaktifkan cincin terhadap substitusi elektrofilik lebih lanjut. Oleum adalah *reagent* kuat, yang diperlukan untuk memperkenalkan kelompok nitro *second* di cincin aromatik.

c. Soda api

Bentuk, 30°C, 1 atm	: Cair
Berat molekul	: 40 g/mol
Kapasitas panas	: 0,784 kal/g°C
Densitas	: 1,43 g/cm ³
Konduktivitas	: 1140 kal/m.j.K

(Kirk and Othmer,1983)



d. Air

Sifat fisis:

Rumus kimia	: H ₂ O
Bentuk, 30°C, 1 atm	: Cair
Berat molekul	: 18 g/gmol
Kapasitas panas	: 1 kal/g°C
Densitas	: 1 g/cm ³
Konduktifitas panas	: 726 kal/m.jK

(Kirk and Othmer,1983)

Sifat kimia:

Air memiliki rumus kimia H₂O, satu molekul air tersusun atas dua atom hidrogen yang terikat secara kovalen pada satu atom oksigen. Zat kimia ini merupakan suatu pelarut yang penting, yang memiliki kemampuan untuk melarutkan banyak zat kimia lainnya, seperti garam-garam, gula, asam, beberapa jenis gas dan banyak macam molekul organik.

Dengan memperhatikan tabel periodik, terlihat bahwa unsur-unsur yang mengelilingi oksigen adalah nitrogen, fluor, fosfor, sulfur dan klor. Semua elemen-elemen ini apabila berikatan dengan hidrogen akan menghasilkan gas pada suhu dan tekanan normal. Alasan mengapa hidrogen berikatan dengan oksigen membentuk fase cair, adalah karena oksigen lebih bersifat elektronegatif ketimbang elemen-elemen lain tersebut (kecuali fluor). Tarikan atom oksigen pada elektron-elektron ikatan jauh lebih kuat dari pada yang dilakukan oleh atom hidrogen, meninggalkan jumlah muatan positif pada kedua atom hidrogen, dan jumlah muatan negatif pada atom oksigen. Adanya muatan pada tiap-tiap atom tersebut membuat molekul air memiliki sejumlah momen dipol. Gaya tarik-menarik listrik antar molekul-molekul air akibat



adanya dipol ini membuat masing-masing molekul saling berdekatan, membuatnya sulit untuk dipisahkan dan yang pada akhirnya menaikkan titik didih air. Gaya tarik-menarik ini disebut sebagai ikatan hidrogen.

1.4.3.2. Sifat-sifat produk

a. Sodium dodekilbenzen sulfonat

Sifat fisis:

Rumus kimia	: $C_{12}H_{25}C_6H_4SO_3Na$
Bentuk, 30°C, 1 atm	: Cair
Berat molekul	: 348 g/mol
Kapasitas panas	: 1,001 kal/g°C
Densitas	: 1,029272 g/cc
Konduktivitas	: 622 kal/m.j.K

(Kirk and Othmer,1983)

Sifat kimia:

- bahan aktif untuk sabun bubuk, sabun cair, *handsoap*, sabun cuci piring, dan *otomotif cleaner*.
- mempunyai daya bersih yang tinggi.
- menghasilkan busa banyak.
- mudah dibilas dan kesat.
- merupakan bahan aktif sabun yang ramah lingkungan.

b. Asam sulfat

Sifat fisis:

Bentuk, 30°C, 1 atm	: Cair
Komposisi berat	: - H_2SO_4 = 78% berat - H_2O = 22% berat
Berat Molekul	: 98 g/mol



Densitas : 1,66 g/cc

Titik didih : 165°C

(Kirk and Othmer, 1983)

Sifat kimia:

1. Dengan basa membentuk garam dan air.



2. Dengan alkohol membentuk eter dan air.

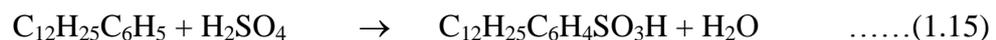


(Insana, 2008)

1.4.4. Tinjauan Proses Secara Umum

Proses pembuatan SDBS dapat dibagi menjadi 4 tahap yaitu: proses sulfonasi, proses pemisahan, proses netralisasi, dan proses pemurnian hasil. Proses sulfonasi dilakukan dalam Reaktor Alir Tangki Berpengaduk pada suhu 46°C dan tekanan 1 atm.

Reaksi:



Dalam reaktor, reaksi sulfonasi bersifat eksotermis dan tidak dapat balik atau *irreversible*. Karena reaksi bersifat isothermal maka suhu reaksi harus dipertahankan agar tidak berubah. Oleh karena itu, Reaktor harus dilengkapi dengan koil pendingin untuk menjaga suhu agar tetap konstan. Reaksi yang terjadi merupakan reaksi orde dua dengan konversi 99%. Produk dari reaktor berupa DDBS masuk ke dalam *Mixer-01* dan ditambahkan air untuk mengencerkan asam sulfat yang terkandung dalam produk. Tujuan dari pengenceran untuk memudahkan pemisahan antara produk dengan asam sulfat dalam *Decanter-01*. Asam sulfat yang sudah terpisah menjadi produk samping dalam proses pembuatan SDBS.



kemudian DDBS diumpankan ke Netraliser-01. Di Netraliser-01 terjadi proses netralisasi, yaitu reaksi antara DDBS dengan NaOH 20% membentuk SDBS.

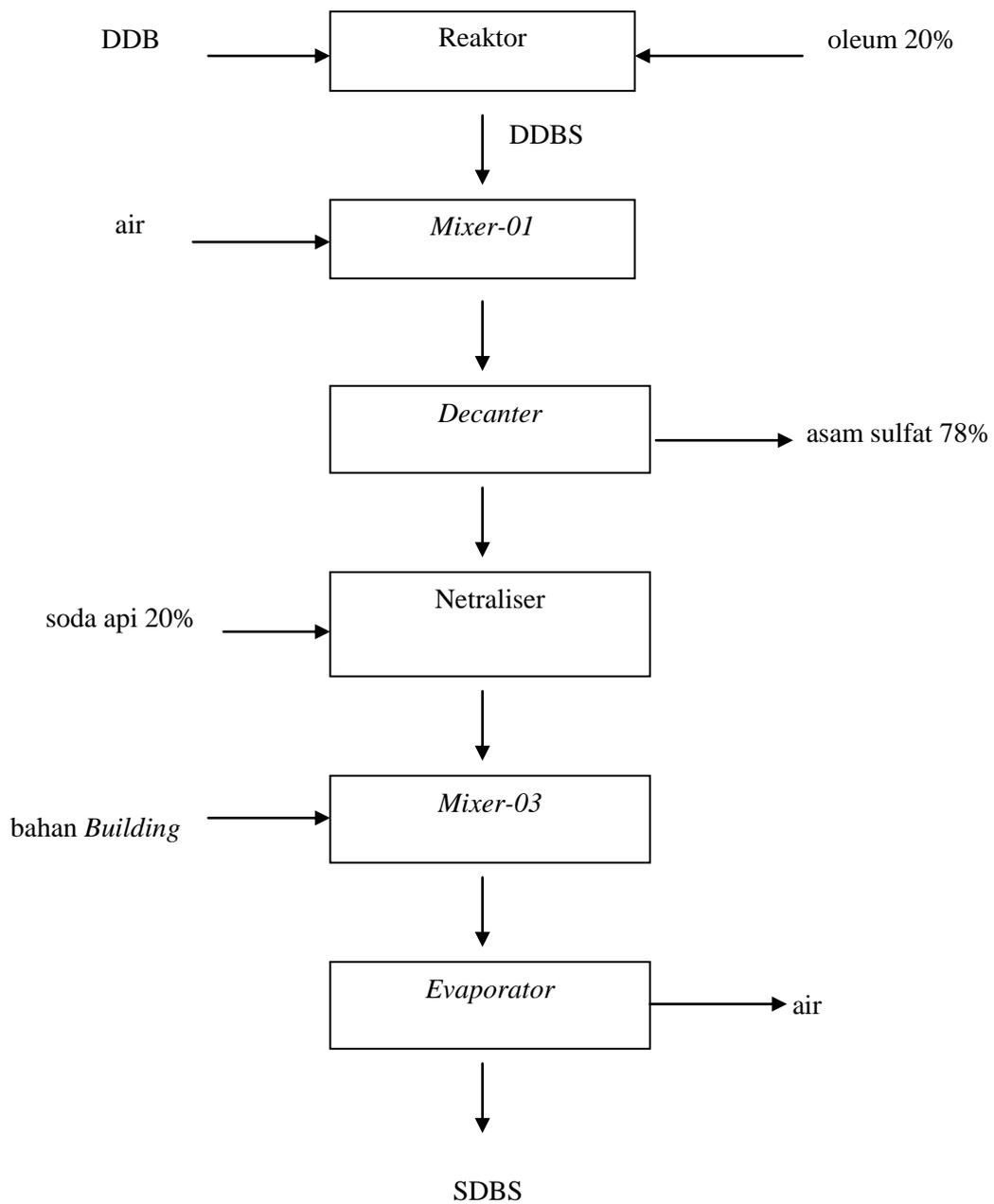
Reaksi:



Hasil dari Netraliser-01 masuk ke dalam *Mixer-03* untuk ditambahkan beberapa bahan *building* yaitu $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ dan Na_2SiO_3 . Fungsi *building* sebagai bahan isian, dan tujuan penambahan *building* yaitu menambah komposisi SDBS sebagai surfaktan. Selanjutnya SDBS diumpankan ke *Evaporator-01* untuk mengurangi air yang terkandung di dalam SDBS menjadi 3%, sehingga diperoleh produk akhir SDBS dengan kemurnian 85% dalam bentuk *slurry*.

1.4.5. Kegunaan Produk

Manfaat SDBS adalah sebagai surfaktan anionik pada deterjen. Surfaktan (*surface active agent*) merupakan zat aktif permukaan yang mempunyai ujung berbeda yaitu hidrofilik (suka air) dan hidrofobik (suka lemak). Bahan aktif ini berfungsi menurunkan tegangan permukaan air sehingga dapat melepaskan kotoran yang menempel pada permukaan bahan. SDBS merupakan surfaktan jenis lunak, karena bahan penurun tegangan permukaannya mudah dirusak oleh mikroorganisme, sehingga tidak aktif lagi setelah dipakai.



Gambar 1.3. Diagram Blok Proses Pembuatan SDBS