BAB I
PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sampai saat ini situasi perekonomian di Indonesia belum mengalami kemajuan yang berarti akibat krisis yang berkepanjangan, hal ini berdampak pada bidang industri. Banyak sektor yang masih tergantung impor dari luar negeri sehingga diperlukan suatu usaha untuk menanggulangi ketergantungan terhadap impor. Salah satu penanggulangan tersebut adalah dengan mendirikan pabrik untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri.

Dengan berdirinya pabrik-pabrik tersebut berarti menghemat devisa negara dan membuka lapangan kerja baru sehingga dapat mengurangi angka pengangguran serta kemiskinan yang ada di Indonesia.

Salah satu industri kimia di Indonesia yang sampai saat ini masih kurang mencukupi kebutuhan konsumsi dalam negeri adalah industri sodium tetra silikat. Sodium tetra silikat ini banyak digunakan pada pabrik sabun, deterjen, keramik, *drum filter*, juga digunakan sebagai *flocculating agent* pada *water treatment*, serta untuk sintesis zeolit.

Jika dilihat dari perbandingan bahan baku dan produk, secara ekonomi adanya pabrik sodium tetra silikat menguntungkan karena bahan baku industri ini, khususnya pasir silika banyak terdapat di Indonesia. Sehingga dengan didirikannya pabrik sodium tetra silikat, maka diharapkan dapat mencukupi kebutuhan sodium tetra silikat dalam negeri dan ada kemungkinan untuk diekspor sehingga dapat menambah devisa negara.

1.2. Kapasitas Rancangan

Untuk memenuhi kapasitas produksi pabrik sodium tetra silikat yang direncanakan harus mempertimbangkan beberapa faktor, yaitu :

1.2.1. Proyeksi Kebutuhan Sodium Tetra Silikat di Indonesia.

Kebutuhan sodium tetra silikat di Indonesia mengalami kenaikan dari tahun ke tahun, yang dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Data Impor Sodium Tetra Silikat

Tahun	Berat (ton)
1996	707,70
1997	416,02
1998	2.831,40
1999	6.818,08
2000	5.539,15
2001	36.000,00

(Sumber : BPS 2001 Semarang)

Dari tabel 1. terlihat bahwa impor sodium tetra silikat mengalami peningkatan dari tahun ke tahun tercatat dari tahun 1996 sebesar 707,70 ton sampai tahun 2001 sebesar 36.000 ton, dengan data tersebut diperkirakan untuk tahun-tahun kedepan kebutuhan sodium tetra silikat akan terus meningkat. Pabrik sodium tetra silikat ini dirancang untuk didirikan pada tahun 2010. Untuk memenuhi kebutuhan sodium tetra silikat di Indonesia yang terus meningkat maka pabrik ini dirancang dengan kapasitas 18.000 ton/tahun.

1.2.2. Ketersediaan bahan baku

Bahan baku yang digunakan untuk membuat sodium tetra silikat yaitu sodium karbonat dan pasir silika. Bahan baku pasir silika diperoleh dari daerah Gresik, Jawa Timur, sedangkan untuk bahan baku sodium karbonat diimpor dari Jepang.

1.3. Pemilihan Lokasi Pabrik

Lokasi suatu pabrik dapat mempengaruhi kedudukan pabrik dalam persaingan maupun penentuan kelangsungan hidupnya. Penentuan lokasi pabrik yang tepat, ekonomis dan menguntungkan ternyata tidak mudah. Banyak faktor yang mempengaruhi kondisi ideal. Lokasi pabrik yang dipilih harus dapat mendatangkan keuntungan jangka panjang dan dapat

memberikan kemungkinan-kemungkinan untuk memperluas atau memperbesar pabrik.

Pendirian pabrik sodium tetra silikat direncanakan didirikan di Gresik,Jawa Timur dengan pertimbangan sebagai berikut :

1.3.1. Ketersediaan Bahan Baku (*Raw Material*)

Bahan baku merupakan kebutuhan utama bagi kelangsungan dari suatu operasi pabrik, sehingga pengadaannya harus benar-benar diperhatikan. Bahan baku pembuatan sodium tetra silikat adalah sodium karbonat dan pasir silika. Sodium karbonat yang digunakan diimpor dari Jepang, sedangkan pasir silika diperoleh di kawasan pantai Gresik, yang merupakan daerah pasir silika dan jaraknya yang tidak terlalu jauh dari lokasi pabrik sehingga pengangkutannya akan mudah dilakukan.

1.3.2. Letak Pasar

Mengingat banyaknya kegunaan sodium tetra silikat yang telah diuraikan, maka kota Gresik, Tuban, Sidoarjo, Surabaya merupakan pertimbangan pemasaran, sebab di daerah tersebut terdapat industri lain yang berhubungan dengan penggunaan sodium tetra silikat sebagai bahan baku industri baik industri kecil maupun industri besar.

1.3.3. Ketersediaan Utilitas

Kebutuhan air diambil dari air sungai Lamon, sedangkan kebutuhan listrik dipasok dari PLTA.

1.3.4. Ketersediaan Sarana Transportasi

Transportasi memadai sehingga akan sangat menunjang dalam pengiriman bahan baku maupun produk.

1.3.5. Ketersediaan Tenaga Kerja

Kebutuhan tenaga kerja dapat terpenuhi dengan mudah mengingat Jawa Timur merupakan propinsi yang padat penduduknya.

1.3.6. Karakteristik Lokasi

Karakteristik lokasi yang dimaksud adalah iklim yang baik dan sikap masyarakat setempat yang mendukung bagi perluasan area pabrik.

1.3.7. Kebijaksanaan pemerintah

Pendirian pabrik perlu memperhatikan faktor kepentingan pemerintah yang terikat didalamnya. Kebijaksanaan pengembangan industri berhubungan dengan pemerataan kesempatan kerja serta hasil-hasil pembangunan sehingga merupakan daerah yang disiapkan untuk memberikan dukungan bagi pengembangan industri.

1.4. Tinjauan Pustaka

Sodium silikat ditemukan pertama kali oleh Jahamn Nepomuk Von Fuch pada tahun 1825 di Munich, Jerman. Secara umum sodium silikat yang digunakan di industri dapat dispesifikasikan menjadi 2, yaitu :

1. Larutan air silikat yang mengandung mengandung 1,5 – 4 mol SiO_2 1 mol Na_2CO_3, sering disebut sodium tetra silikat (*waterglass*). Spesifikasi ini diproduksi dengan cara melarutkan sodium silikat ke dalam air.
2. Solid, kristal sodium silikat. Perbandingan berat bervariasi dari 0,5 sampai 2.

Tabel 2. Jenis Sodium Silikat

Nama	*Ratio Weight*
Sodium Orthosilicate (Na_4SiO_4)	0,50
Sodium Sesquisilicate ($Na_3HsiO_4.5H_2O$)	0,67
Sodium Metasilicate (Na_2SiO_3)	1,00
Sodium Bisilicate ($Na_4Si_2O_6$)	2,00
Sodium tetrasilicate ($Na_4Si_2O_6.5H_2O$)	4,00

(Faith, Keyes, 1975)

1.4.1. Macam Proses.

Proses pembuatan sodium silikat sampai sekarang hanya dikenal satu proses saja yaitu dengan mencampurkan sodium karbonat dan pasir silika, kemudian untuk mendapatkan produk sodium tetra silikat dicampur lagi dengan air.

$$Na_2CO_{3\,(l)} + 4\ SiO_{2\,(l)} \longrightarrow Na_2SiO_{3\,(l)} + CO_{2\,(g)} \qquad (1)$$

Sodium karbonat Pasir silikat Sodium silikat Karbondioksida

Secara umum sodium silikat diproduksi dengan 2 metode :

1. Dengan mencampurkan sodium karbonat dan pasir silika pada temperatur 1200°C - 1450°C, yang dilanjutkan dengan penghalusan dan pengayakan. Alat yang digunakan adalah *rotary kiln*.
2. Alternatif lain dengan cara mengeringkan larutan sodium silikat dalam *drum granulator*. Selanjutnya dilakukan pengayakan menggunakan *screen* untuk memperoleh sodium silikat dalam bentuk *powder*.

(Kirk & Othmer, vol. 2, hal. 886)

Sodium tetra silikat (*waterglass*) diproduksi dengan mencampurkan sodium silika solid dengan air.

$$Na_2Si_4O_{9\,(S)} + 5H_2O_{(l)} \longrightarrow Na_2Si_4O_9.5H_2O_{(l)} \qquad (2)$$

Sodium silikat Air Sodium tetra silikat

(Alfred, 2001)

1.4.2. Kegunaan Produk

Penggunaan sodium tetra silikat adalah sebagai berikut :

1. Sebagai bahan baku dalam pembuatan silika gel yang digunakan sebagai pengering makanan.
2. Sebagai bahan perekat untuk penyagelan dan laminating lapisan logam.
3. Sebagai bahan tambahan dalam pembuatan keramik.
4. Digunakan sebagai bahan pembuatan *drum filter*.
5. Digunakan untuk sintesis zeolit

6. Digunakan pada produksi deterjen.
7. Digunakan pada *water treatment* yaitu sebagai *flocculating agent.*
8. Digunakan sebagai bahan baku pabrik asam silika.

1.4.3. Sifat Fisis dan Kimia Bahan Baku dan Produk.

1. Sifat-sifat bahan baku

A. Sodium Karbonat

Sifat fisis :

Rumus molekul : Na_2CO_3

Berat molekul : 105,9887 gram/mol. (Yaws, 1999)

Spesific gravity : 2,533

(Kirk & Othmer, Vol. I, hal. 1052)

Titik lebur : 1073,95 K. (Yaws, 1999)

Titik beku : 331,59 K. (Yaws, 1999)

ΔH_f : -1130,9 kJ/mol. (Yaws, 1999)

Sifat kimia :

1. Reaksi pembentukan natrium nitrat

$$Na_2CO_{3\,(s)} + 2NO_{(g)} + \tfrac{1}{2} O_{2\,(g)} \longrightarrow 2NaNO_{2\,(s)} + CO_{2\,(g)} \quad (3)$$

2. Reaksi natrium klorida dengan kalsium karbonat

$$2NaCl_{(s)} + CaCO_{3(s)} \longrightarrow CaCl_{2\,(s)} + Na_2CO_{3\,(s)} \quad (4)$$

3. Reaksi natrium peroksida dengan karbondioksida

$$Na_2O_{2\,(s)} + CO_{2\,(g)} \longrightarrow Na_2CO_{3\,(s)} + \tfrac{1}{2} O_{2\,(g)} \quad (5)$$

4. Semua karbonat akan bereaksi dengan asam kuat membentuk garam karbonat.

$$M^{2+}CO_3 + 2(H_3O^+A^-) \longrightarrow M^{2+}A^{2-} + CO_2 + 3H_2O \quad (6)$$

$$M^+(HCO_3) + (H_2O^+A^-) \longrightarrow M^+A^- + CO_2 + 2H_2O \quad (7)$$

B. Pasir silika

Sifat fisis :

Rumus molekul : SiO_2

Berat molekul : 60,0843 gram/mol. (Yaws, 1999)

Titik lebur : 1425 K. (Yaws, 1999)

Titik beku : 333,23 K. (Yaws, 1999)

ΔH_f : -851 kJ/mol. (Yaws, 1999)

Sifat kimia :

1. Silika dioksida dibentuk dengan proses hidrolisa dari silika tetraklorit dengan air.

   $SiCl_4 + 4H_2O \longrightarrow SiO_2.2H_2O + 4HCl$ (8)

2. Pembentukan garam dan hasil reaksi pasir silika dan natrium oksida.

   $SiO_2 + 2NaOH \longrightarrow Na_2SiO_3 + H_2O$ (9)

2. Sifat-sifat produk

A. Sodium Tetra Silikat

Sifat fisis :

Rumus molekul : $Na_2Si_4O_9.5H_2O$

Berat molekul : 392,416 gram/mol. (Yaws, 1999)

Titik lebur : 1018 0C. (Perry's ed. 7 hal. 2-23)

Titik beku : 423,04 K. (Yaws, 1999)

ΔH_f : -1520 kJ/mol. (Yaws, 1999)

Sifat kimia :

1. Berbentuk cair bening
2. Sangat larut dalam air panas dan dingin.
3. Tidak larut dalam alkohol.

B. Karbon dioksida

Sifat fisis :

Rumus molekul : CO_2

Berat molekul : 44,01 gram/mol (Yaws, 1999)

ΔH_f : -393,5 kJ/mol.(Yaws, 1999)

Sifat kimia :

1. Reaksi karbon monoksida yang terbakar

   $CO_{(g)} + \frac{1}{2} O_{2\,(g)} \longrightarrow CO_{2\,(g)}$ (10)

2. Proses pembuatan karbondioksida dari reaksi metana dan oksigen.

   $CH_{4\,(g)} + 2O_{2\,(g)} \longrightarrow CO_{2\,(g)} + 2H_2O_{\,(l)}$ (11)

3. Proses pembuatan susu kapur dari reaksi kalsium hidroksida

   $CO_{2\,(g)} + Ca(OH)_{2\,(ag)} \longrightarrow CaCO_{3\,(s)}\ H_2O_{\,(l)}$ (12)

4. Pembuatn pupuk urea dari hasil reaksi ammonia dan karbondioksida

   $2NH_3 + CO_2 \longrightarrow (NH_2)_2CO + H_2O$ (13)

1.4.4. Tinjauan Proses Secara Umum.

$$\underset{\text{Soda abu}}{Na_2CO_{3\,(l)}} + \underset{\text{Pasir silika}}{4SiO_{2\,(l)}} \longrightarrow \underset{\text{Sodium silikat}}{Na_2Si_4O_{9\,(l)}} + \underset{\text{Karbondioksida}}{CO_{2\,(g)}}$$

$$\underset{\text{Sodium silikat}}{Na_2Si_4O_{9\,(S)}} + \underset{\text{Air}}{5H_2O_{\,(l)}} \longrightarrow \underset{\text{Sodium tetra silikat}}{Na_2Si_4O_9.5H_2O_{\,(l)}}$$

Reaksi pembentukan sodium silikat di atas berlangsung pada tekanan 1 atm dan suhu 1450 ^{0}C, sedangkan pencampuran sodium silikat dan air berlangsung pada tekanan 6 atm dan suhu 160 ^{0}C. Secara garis besar pembuatan sodium tetra silikat terdiri 3 tahap, yaitu :

1. Tahap persiapan bahan baku.
2. Tahap reaksi.
3. Tahap penanganan produk.

Pasir silika dan soda abu dicampur dalam *mixer* dan mengalami pemanasan awal di dalam *rotary heater*, kemudian direaksikan di dalam *rotary kiln* pada suhu 1200 ^{o}C - 1450 ^{o}C dan tekanan 1 atm. Reaksi berlangsung pada fase cair. Sodium silikat keluar dari *rotary kiln* dalam bentuk lelehan, kemudian didinginkan dalam *rotary cooler*. Keluar dari *rotary cooler* berbentuk padatan (*clinker*), kemudian dihaluskan di dalam *ball mill* dan selanjutnya disaring melalui *screen* dengan ukuran 200 mesh. Produk yang melewati

screen dalam bentuk *powder* dimasukkan dalam *mixer* lalu dicampur dengan air kemudian didinginkan sampai suhu lingkungan, produk siap *packing.*