



## BAB II

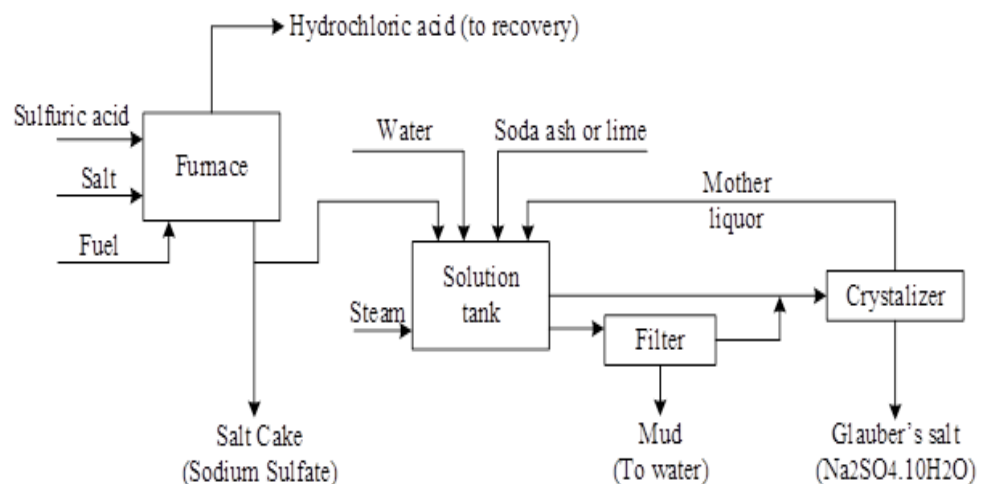
### SELEKSI DAN URAIAN PROSES

#### II.1 Macam-Macam Proses

Beberapa tahun perkembangan dalam teknologi, pembuatan natrium sulfat dekahidrat ini dapat dilakukan dengan dua macam proses dan bahan baku yang dipergunakan juga berbeda pula. Adapun proses yang dapat digunakan dalam pembuatan Natrium Sulfat adalah:

1. Natrium Sulfat dari Garam dan Asam Sulfat dengan proses Mannheim
2. Natrium Sulfat dengan proses Natural Brine

##### II.1.1 Pembuatan *Sodium Sulfate Decahydrate* dari *Salt* dan *Sulfuric Acid*



(Keyes, 1957)

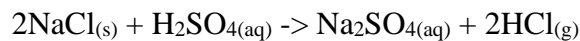
Gambar II.1 Blok Diagram Proses Mannheim

Pada proses Mannheim bahan baku yang digunakan adalah garam ( $\text{NaCl}$ ) dan Asam Sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) yang sedikit berlebih diumpankan ke dalam furnace dengan pengaduk (Mannheim Furnace). Dimana massa yang bereaksi dengan perlahan dipanaskan sampai suhu mendekati titik leburnya ( $843^\circ\text{C}$ ). Gas  $\text{HCl}$  sebagai produk samping didinginkan dan diserap dengan air didalam absorber sehingga menghasilkan larutan  $\text{HCl}$ . Salt Cake (Natrium Sulfat mentah) dikeluarkan dari furnace secara

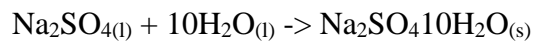


kontinyu. Ketika Garam Glauber’s didapat, salt cake dilarutkan dalam air panas. Pada solution tank ditambahkan Soda Ash untuk mengendapkan besi dan alumina. Endapan dibiarkan untuk menetap dan cairan bening diatasnya dipompa ke kristalizer. Setelah kristalisasi, garam glauber’s disimpan dalam tangki tertutup untuk mencegah penguapan.

Reaksi yang terjadi pada proses ini adalah



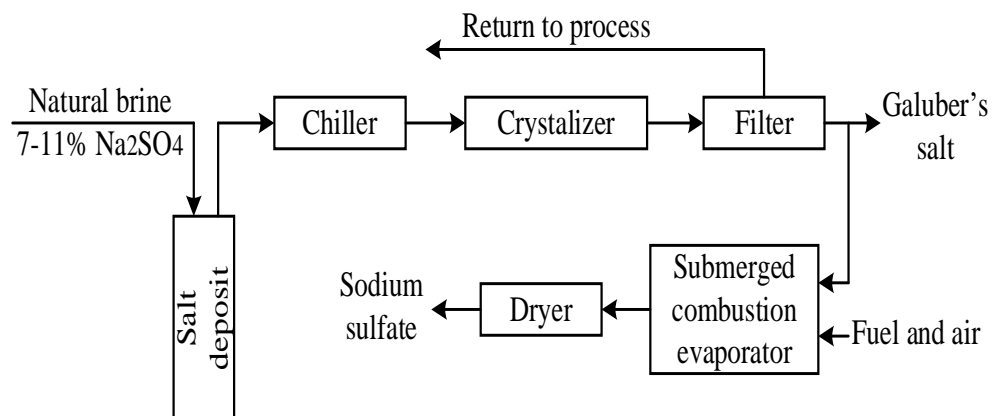
98% Yield



95% Yield

(Keyes, 1957)

### II.1.2 Pembuatan Sodium Sulfate dari Natural Brines



(Keyes, 1957)

Gambar II.2 Blok diagram proses Natural Brine

Natrium Sulfate merupakan bahan baku utama dan dapat diperoleh dari beberapa air tanah atau danau yang mengandung Natrium Sulfate (Searles Lake Brine). Larutan brine pertama-tama didinginkan melalui beberapa tahapan pendinginan, dimana pada saat pendinginan, Natrium Sulfate terkristalisasi membentuk Glauber’s salt ( $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ).

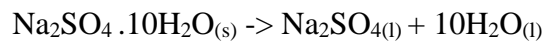


Larutan Glauber’s salt kemudian diumpankan pada centrifuge untuk memisahkan Kristal yang terbentuk dengan mother liquor, dimana Kristal



yang terbentuk diumpankan ke dalam remelting vessel, sedangkan mother liquor dikembalikan kembali menuju ke alat cooling. Pada remelting vessel, larutan Glauber's salt diendapkan dalam bentuk sulfat solid dengan cara memanaskan menggunakan steam.

Reaksi dekomposisi :



Produk Natrium Sulfat dikeringkan pada dryer menggunakan natural gas sebagai pemanas, sedangkan padatan yang terikut uap panas kemudian dikembalikan pada remilting vesse (Keyes, 1957)

## II.2 Seleksi Proses

Dari kedua proses pembuatan sodium sulfat decahydrat antara proses Mannheim dan proses Natural Brine dapat disajikan dalam tabel sebagai berikut :

Tabel II.1. Perbandingan proses dengan beberapa parameter

Parameter	Proses Mannheim	Proses Natural Brine
Bahan baku	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> dan NaCl	Natural Brine (Searles Lake Brine)
Yield	95%	90%
Temperatur	843°C	85 °C
Tekanan	1 atm	1 atm
Fase	Solid-liquid	liquid-liquid

Dari perbandingan kedua proses pembuatan sodium sulfat decahydrat tersebut, maka dapat diambil kesimpulan bahwa pra perancangan pabrik ini menggunakan proses Mannheim dari asam sulfat dan garam dengan pertimbangan sebagai berikut:

1. Bahan baku yang mudah diperoleh
2. Bahan baku mempunyai harga relatif murah
3. Proses yang digunakan tidak terlalu rumit sehingga biaya proses lebih ekonomis
4. Produk yang dihasilkan mempunyai yield tinggi mencapai 95%



### II.3 Uraian Proses

Pada pra rencana Pabrik Natrium Sulfat Dekahidrat ini direncanakan dibagi menjadi 3 unit proses yaitu :

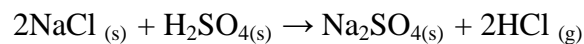
1. Unit Pengendalian Bahan
2. Unit Proses Natrium Sulfat Dekahidrat
3. Unit Proses HCl

Adapun uraian proses pembuatan natrium sulfat dekahidrat adalah sebagai berikut :

#### ***Unit Pengendalian Bahan***

Pembuatan *sodium sulfate decahydrat* dengan proses mannheim dilakukan dengan baku natrium klorida dan asam sulfat. Pertama, Asam sulfat dari tangki penyimpanan (F-110) dipompa masuk kedalam tangki pengencer (M-130) untuk diencerkan. Kemudian dari tangki pengencer dipompa menuju ke Mannheim Furnace (Q-210). Secara bersamaan Garam dari gudang penyimpanan (F-120) akan diumpankan ke Hopper (F-123) dengan bantuan Belt Conveyor (J-121) dan Bucket Elevator (J-122). Dari Hopper, diumpankan pada Mannheim Furnace dengan menggunakan Screw Conveyor (J-124). Kedua bahan tersebut dipanaskan secara bertahap dimana reaksi terjadi dalam fase *solid-liquid*.

Pada Mannheim Furnace terjadi reaksi antara NaCl dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> membentuk Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dan gas HCl. Dimana NaCl terkonversi sebesar 98% menjadi Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Reaksinya adalah sebagai berikut:



H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> hasil sisa reaksi terdekomposisi menjadi gas SO<sub>3</sub> dan H<sub>2</sub>O karena temperature yang keluar furnace melebihi titik didih dari H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> menurut reaksi sebagai berikut :



Slurry Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dan campuran garam CaSO<sub>4</sub> dan MgSO<sub>4</sub> keluar dari furnace pada bagian bawah menuju ke Rotary Cooler (B-220) dengan Screw Conveyor (J-212) untuk didinginkan. Produk atas merupakan produk samping berupa HCl, SO<sub>3</sub> dan H<sub>2</sub>O, dikeluarkan pada bagian atas menuju

---

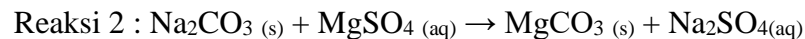
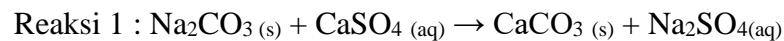


Coke tower (D-310) untuk didinginkan.

#### ***Unit Proses Sodium Sulfate Decahydrat***

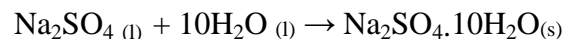
Pada rotary cooler, produk didinginkan dengan bantuan udara bebas secara counter-current yang dihembuskan dari blower (G-371). Udara dan padatan yang ada, dipisahkan pada cyclone (H-273) dimana udara dibuang ke udara bebas. Sedangkan padatan terpisah kembali didinginkan menggunakan cooling screw conveyor (J-223). Setelah itu padatan diumpukan ke hopper (F-225) dengan bucket elevator (J-224). Dari Hopper Natrium Sulfat kemudian diumpukan pada solution tank (R-230). Setelah itu, *Slurry* Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dan campuran garam direaksikan dengan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> untuk mengikat campuran garam dengan penambahan H<sub>2</sub>O water process sebagai pelarut di dalam reaktor.

Reaksi yang terjadi :



Produk reaktor kemudian dipompa menuju filter press (F-234). Pada filter press terjadi pemisahan cake dan filtrat. Cake dibuang ke unit pengolahan limbah, sedangkan filtrat berupa natrium sulfat jenuh menuju crystallizer (S-250). Pada crystallizer terjadi proses kristalisasi Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> yang mengikat 10H<sub>2</sub>O menjadi Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.10H<sub>2</sub>O.

Proses pembentuka kristal Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.10H<sub>2</sub>O:



Kristal Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.10H<sub>2</sub>O dapat dibentuk dengan jalan kristalisasi larutan dengan menurunkan suhunya sampai dibawah suhu kristalisasinya yaitu 32°C

Produk campuran kristal dan mother liquor kemudian diumpukan pada centrifuge (H-260) untuk pemisahan antara kristal dengan mother liquornya. Dimana mother liquor ini nantinya direcycle kembali ke reaktor. Kristal dekahidrat kemudian diumpukan ke ball mil (C-280) menggunakan screw conveyor (J-274) dan bucket elevator (J-275). Kristal natrium sulfat dekahidrat masuk ke ball mill untuk diseragamkan ukurannya. Produk undersize atau kristal yang memenuhi ukuran akan langsung menuju gudang

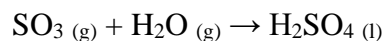


penyimpanan (F-290) produk akhir berupa natrium sulfat dekahidrat.

#### ***Unit Proses HCl***

Gas yang dihasilkan dari reaksi pembentukan  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  keluar dari furnace berupa campuran gas  $\text{SO}_3$ ,  $\text{HCl}$  dan  $\text{H}_2\text{O}$  yang kemudian dialirkan menuju coke tower (D-310). Pada coke tower terjadi reaksi kondensasi  $\text{SO}_3$  dan  $\text{H}_2\text{O}$  menjadi larutan  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

Reaksi yang terjadi :



Produk bawah coke tower berupa larutan asam sulfat kemudian dipompa menuju ke cooler untuk diturunkan suhunya sebelum disimpan kedalam tangki penyimpanan asam sulfat. Sedangkan uap  $\text{HCl}$  kemudian dilewatkan ke kolom absorber (D-320) untuk proses penyerapan. Pada kolom absorber terjadi proses penyerapan gas  $\text{HCl}$  dengan air sehingga membentuk larutan  $\text{HCl}$ .  $\text{HCl}$  dalam fase liquid kemudian disimpan dalam tangki penyimpanan (F-330).