



## **BAB II**

### **SELEKSI DAN URAIAN PROSES**

#### **II.1 Macam Proses**

Beberapa tahun perkembangan dalam teknologi, pembuatan natrium sulfat ini dapat dilakukan dengan lima macam cara atau proses dan bahan baku yang dipergunakan juga berbeda pula.

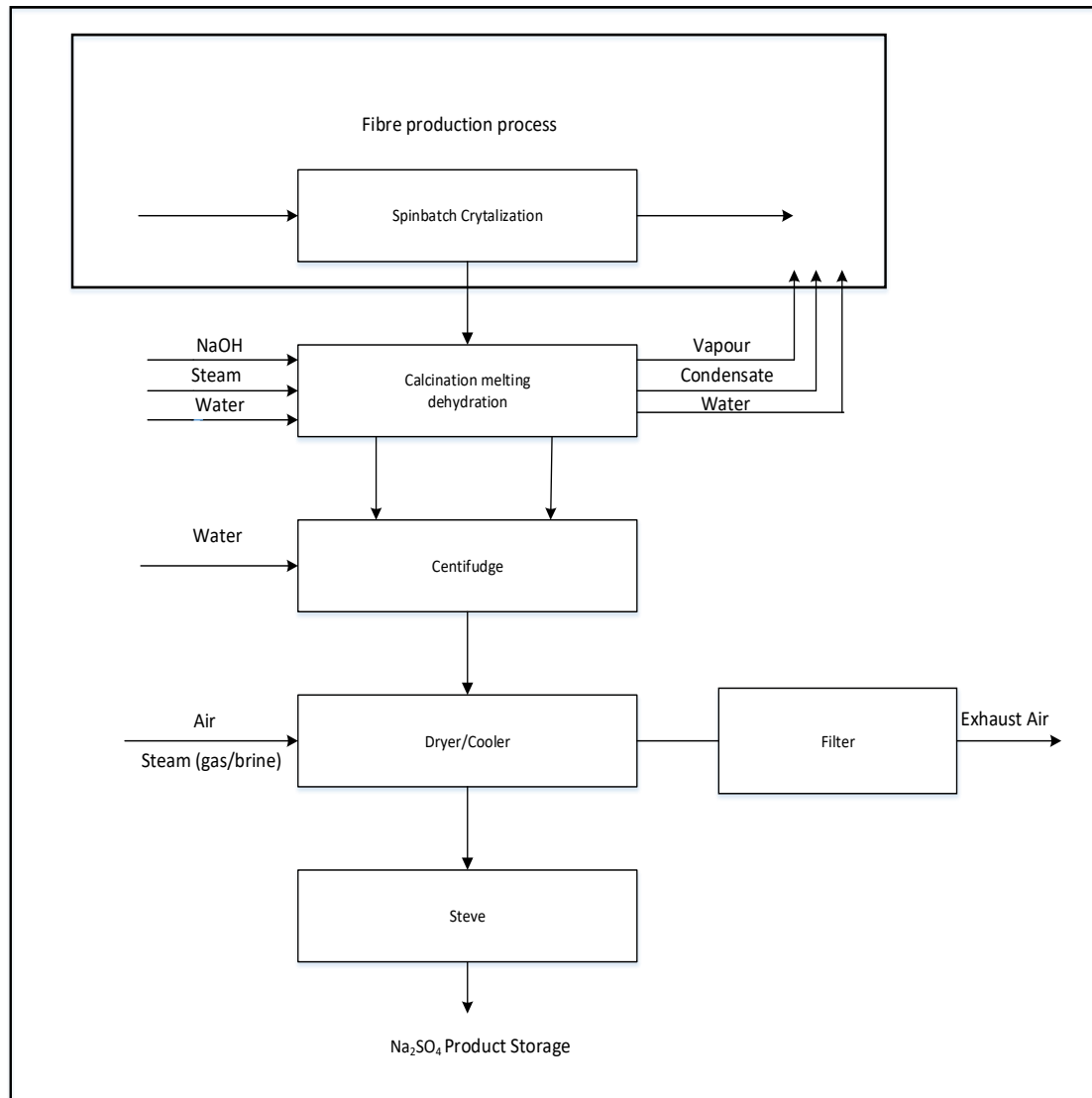
Proses pembuatan sodium sulphate dapat dibedakan menjadi dua bagian utama yaitu proses pembuatan dengan bahan baku garam dan proses pembuatan dengan bahan baku selain garam. Adapun proses yang dapat digunakan dalam pembuatan sodium sulphate adalah :

1. Sodium sulphate dari Fibre ( rayon / viscose )
2. Sodium sulphate dari Glauber's Salt dengan proses Messo
3. Sodium sulphate dari Chromium
4. Sodium sulphate dari Garam dengan proses Mannheim
5. Sodium sulphate dari Methionine
6. Sodium sulphate dari Sulfuric acid dan sodium formate

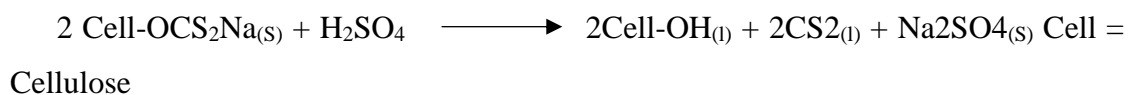


Pra Rencana Pabrik Kimia  
“Pabrik Sodium Sulphate dari Sulfuric Acid dan Sodium  
Formate dengan Proses Formic Acid”

**II.1.1 Sodium sulphate dari Fibre ( rayon / viscose )**



Pada proses ini, sodium sulphate dibuat dengan cara memintal serat viscose kedalam sulfuric acid dan kemudian produk sodium sulphate dapat mengendap. Reaksi yang terjadi :





Pra Rencana Pabrik Kimia  
“Pabrik Sodium Sulphate dari Sulfuric Acid dan Sodium  
Formate dengan Proses Formic Acid”

---

Berdasarkan reaksi tersebut, maka sodium sulphate yang dihasilkan merupakan bahan baku utama yang merupakan produk samping dari pemintalan serat viscose dengan penambahan sulfuric acid, sebelum proses pemurnian dilakukan

Pada proses pemurnian, reaksi antara serat viscose dan sulfuric acid dilakukan pada spinbath crystallizer, dimana sodium sulphate yang dihasilkan dikristalkan dalam bentuk Glauber's Salt ( $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ ) pada suhu kristalisasi  $< 20^\circ\text{C}$ . Glauber's salt kemudian diumpankan pada melter, dimana pada melter Glauber's salt dikalsinasi pada suhu  $32,38^\circ\text{C}$  untuk melepaskan 10 molekul  $\text{H}_2\text{O}$  dengan cara menambahkan air proses, sehingga membentuk padatan sodium sulphate. Untuk menghilangkan kandungan asam (sulfuric acid) yang masih terkandung dalam larutan, maka ditambahkan larutan NaOH untuk menetralkan asam. Pada melter dilakukan pemanasan untuk mengurangi kandungan air dalam larutan.

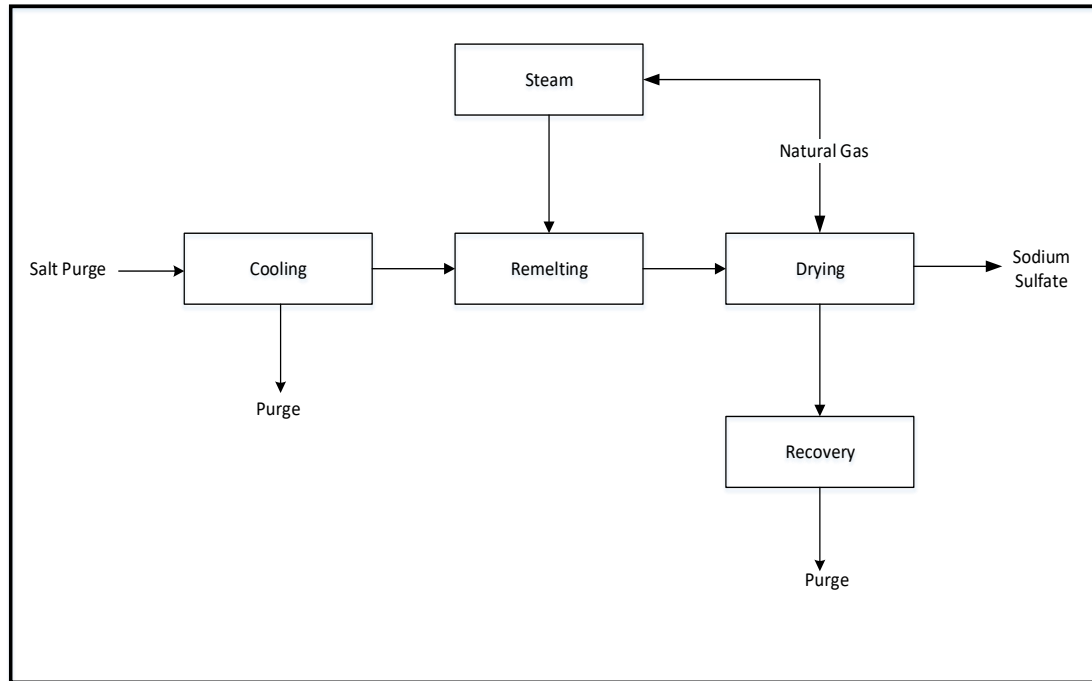
Konsumsi energi pada pabrik ini dapat dikurangi dengan menggunakan multi efek evaporator, karena pemakaian multi efek evaporator dapat menghemat penggunaan steam pada pabrik.

Larutan sodium sulphate dari unit melter (evaporative crystallization), kemudian diumpankan pada centrifuge untuk memisahkan cake sodium sulphate dan mother liquor dikembalikan pada melter untuk proses selanjutnya.

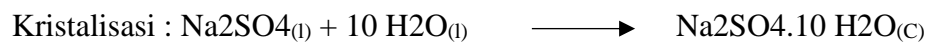
Cake sodium sulphate kemudian dikeringkan pada dryer dengan udara panas dan kemudian didinginkan pada cooler untuk kemudian disaring pada screen dengan ukuran disesuaikan dengan kebutuhan pasar ( $\pm 20 - 40$  mesh).



## II.1.2 Sodium sulphate dari Glauber’s Salt dengan proses Messo



Pada proses Messo, larutan brine jenuh (saturated brine) yang mengandung sodium sulphate merupakan bahan baku utama dan dapat diperoleh dari beberapa air tanah atau danau yang mengandung sodium sulphate (Sear Lake Brine). Larutan brine pertama-tama didinginkan melalui beberapa tahapan pendinginan, dimana pada saat pendinginan, sodium sulphate 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 sulfate solid dengan cara memanaskan menggunakan steam. Dekomposisi :  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}(c) \longrightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4(c) + 10 \text{H}_2\text{O}(g)$



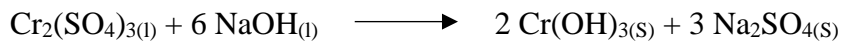
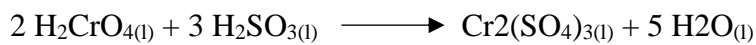
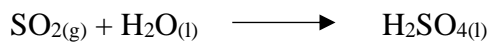
Pra Rencana Pabrik Kimia  
“Pabrik Sodium Sulphate dari Sulfuric Acid dan Sodium  
Formate dengan Proses Formic Acid”

Produk sodium sulphate kemudian dikeringkan pada dryer dengan menggunakan natural gas sebagai pemanas, sedangkan padatan yang terikut uap panas kemudian dikembalikan pada remilting vessel.

### II.1.3 Sodium sulphate dari Chromium

Pada proses ini, sodium sulphate mentah didapat dari limbah pabrik natrium dichromate yang masih mengandung komponen chromium sexivalent (Cr+16). Limbah natrium dichromat pertama-tama dilarutkan pada sebuah tangki, dimana pada tangki ditambahkan sulfuric acid untuk mengasamkan larutan dan ditambahkan sulfur dioxide untuk mereduksi chromium. Setelah proses reduksi chromium dengan sulfur dioxide, chromium mengendap dalam larutan sodium sulphate dalam bentuk chromium trioxide. Untuk menetralkan asam yang terkandung dalam larutan, ditambahkan larutan caustic soda (NaOH).

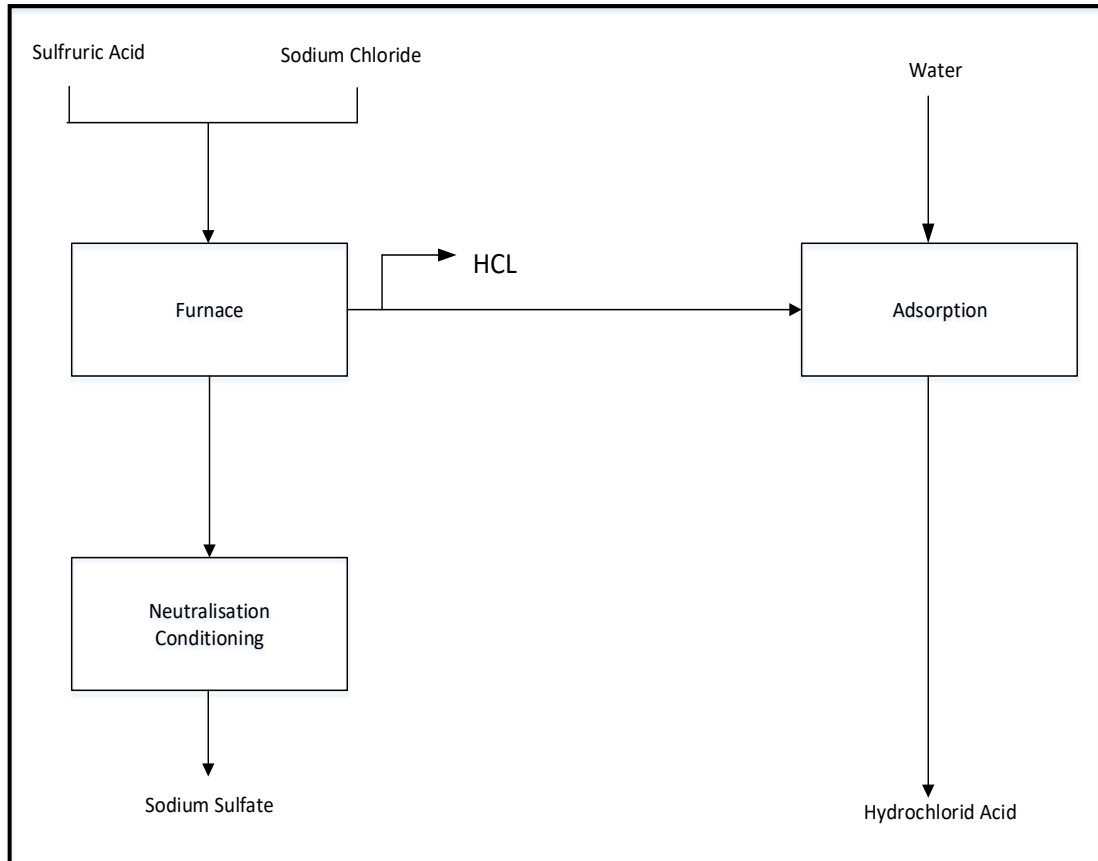
Reaksi yang terjadi :



Larutan kemudian diumpungkan pada filter untuk memisahkan padatan chromium dan larutan sodium sulphate, dimana padatan chromium dikembalikan ke unit natrium dichromate, sedangkan larutan sodium sulphate dikristalisasi, difiltrasi dan kemudian dikeringkan. Produk sodium sulphate kemudian disaring untuk siap dikemas sebagai produk sodium sulphate.



### II.1.4 Sodium sulphate dari Garam dengan proses Mannheim



Pada proses Mannheim ( nama jenis furnace yang digunakan ), bahan baku garam ( NaCl ) direaksikan dengan sulfuric acid pada sebuah furnace Mannheim sehingga menghasilkan gas hydrogen chloride dan padatan sodium sulphate.

Reaksi yang terjadi :



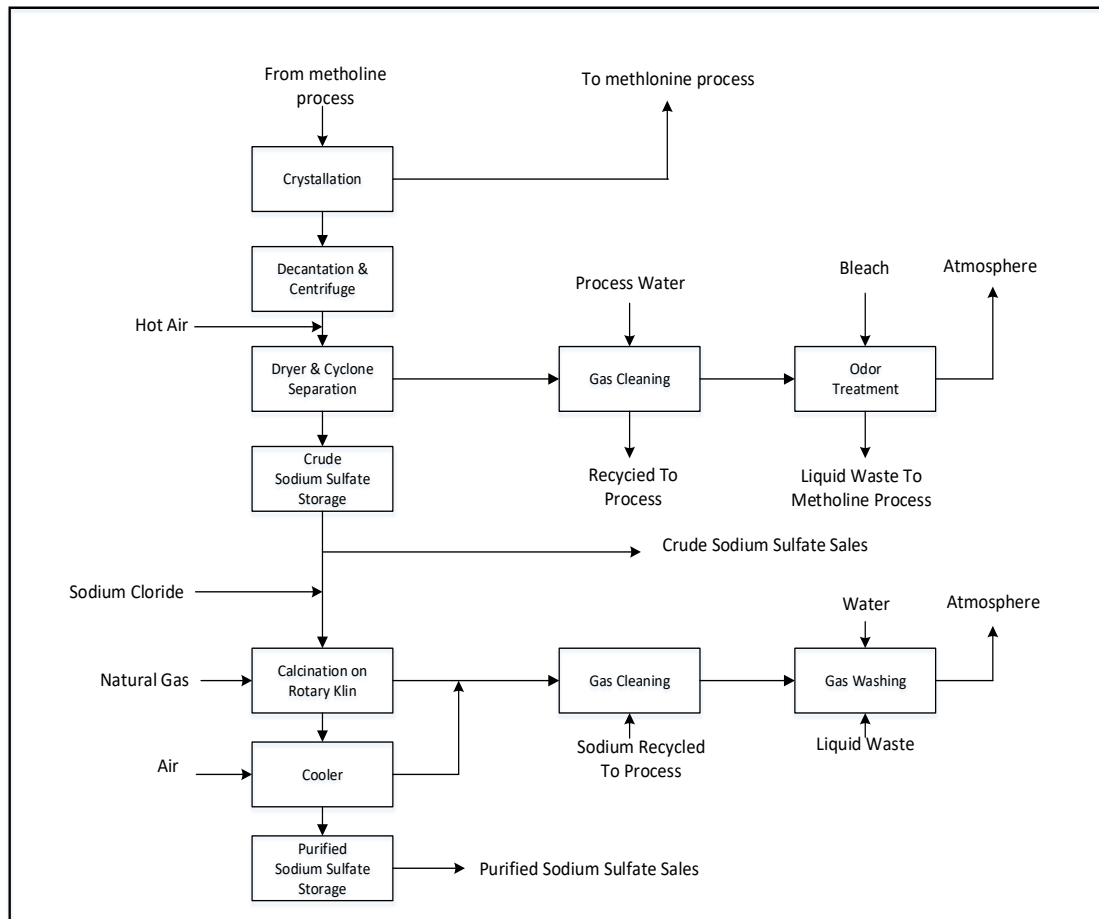
Produk gas hydrogen chloride kemudian diserap pada kolom absorber dengan air proses untuk mrnghasilkan produk larutan hydrogen chloride. Produk padatan sodium sulphate dari furnace kemudian didinginkan, dikeringkan dan disaring untuk kemudian dikemas sebagai produk akhir. Proses Mannheim ini merupakan proses



## Pra Rencana Pabrik Kimia “Pabrik Sodium Sulphate dari Sulfuric Acid dan Sodium Formate dengan Proses Formic Acid”

pembuatan hydrogen chloride, sehingga produk sodium sulphate merupakan produk samping dari pembuatan hydrogen chloride.

### II.1.5 Sodium sulphate dari Methionine



Pada proses ini, bahan baku yang digunakan adalah limbah dari pabrik methionine, dimana mother liquor dari proses pabrik methionine merupakan bahan baku yang masih mengandung sodium sulphate dan methionine.

Mother liquor dari proses utama pabrik methionine pertama-tama diumpankan pada evaporative crystallization, dimana terjadi kenaikan suhu dan konsentrasi larutan yang mengakibatkan sodium sulphate mengendap. Larutan dari sistem crystallization masih mengandung methionine, sehingga larutan kemudian dicuci secara dekantasi dan kemudian dipisahkan kandungan methioninenya dengan centrifuge. Filtrat berupa methionine dikembalikan ke proses utama, sedangkan cake berupa sodium sulphate



Pra Rencana Pabrik Kimia  
“Pabrik Sodium Sulphate dari Sulfuric Acid dan Sodium  
Formate dengan Proses Formic Acid”

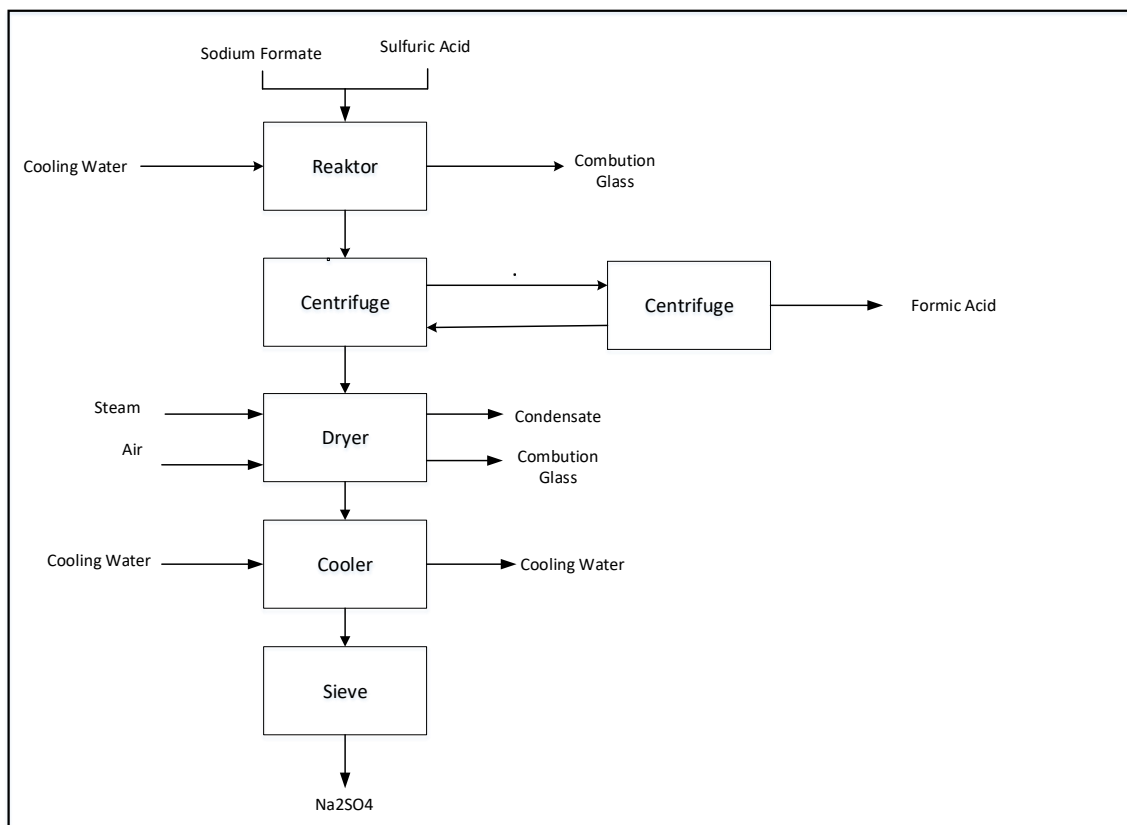
diumpungkan menuju ke dryer untuk dikeringkan dan siap untuk dijual sebagai sodium sulphate mentah.

Produk dryer berupa sodium sulphate mentah, masih dapat dimurnikan dengan melalui tahapan sebagai berikut:

1. Humidifikasi dan Spraying dengan penambahan natrium chlorate.
2. Oksidasi dan Calsinasi pada rotary kiln.
3. Cooling dengan penambahan udara pada rotary mixer.

Dengan tahap pemurnian, mampu mendapatkan produk sodium sulphate yang murni dengan kelebihan pada warna yang lebih putih dan tidak berbau. Sedangkan pada produk yang keluar dari dryer ( sodium sulphate mentah ) masih berwarna keruh dan berbau methionine.

### II.1.6 Sodium sulphate dari Sulfuric Acid dan Sodium formate



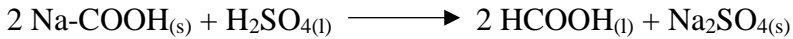




Pra Rencana Pabrik Kimia  
“Pabrik Sodium Sulphate dari Sulfuric Acid dan Sodium  
Formate dengan Proses Formic Acid”

Pada proses formic acid, bahan baku yang digunakan adalah sodium formatee. Untuk menghasilkan sodium sulphate, sodium formate direaksikan dengan sulfuric acid menghasilkan sodium sulphate dan formic acid.

Reaksi yang terjadi :



Larutan sodium sulphate dan formic acid dari reaktor kemudian diumpankan pada centrifuge untuk memisahkan Kristal sodium sulphate dan formic acid. Filtrat berupa formic acid kemudian diumpankan pada evaporator untuk menguapkan formic acid, sedangkan cake berupa sodium sulphate diumpankan pada drier untuk pengeringan Kristal sodium sulphate. Pada evaporator, setelah uap formic acid terpisah, larutan pekat yang masih mengandung sodium sulphate kemudian dikembalikan menuju ke centrifuge untuk mengambil Kristal yang tersisa pada evaporator.

Cake dari centrifuge yang mengandung sodium sulphate kemudian diumpankan pada system drier yang terdiri dari multi-coil dryer yang dipanaskan dengan menggunakan steam. Produk dari dryer kemudian diumpankan pada system cooling dan kemudian disaring terlebih dahulu sebelum dikemas sebagai produk akhir.

## II.2 Pemilihan Proses

Berdasarkan uraian proses diatas, maka dapat ditabelkan perbandingan masing-masing proses berikut:

**Tabel II.1** Perbandingan Beberapa Proses

Parameter	Macam Proses					
	Fibre	Messo	Chromium	Mannheim	Methionine	Formic Acid
Bahan Baku Utama	Serat/Rayon	Brine	Limbah pabrik natrium dichromate	Garam	Limbah pabrik methionine	Natrium Formate
Bahan Baku Pembantu	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .NaOH	Natural gas	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .SO <sub>2</sub> . NaOH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	NaClO <sub>3</sub> , Natural gas	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
Aliran proses	Sederhana	Sederhana	Kompleks	Sederhana	Kompleks	Sederhana
Peralatan	Sederhana	Sederhana	Kompleks	Sederhana	Kompleks	Sederhana



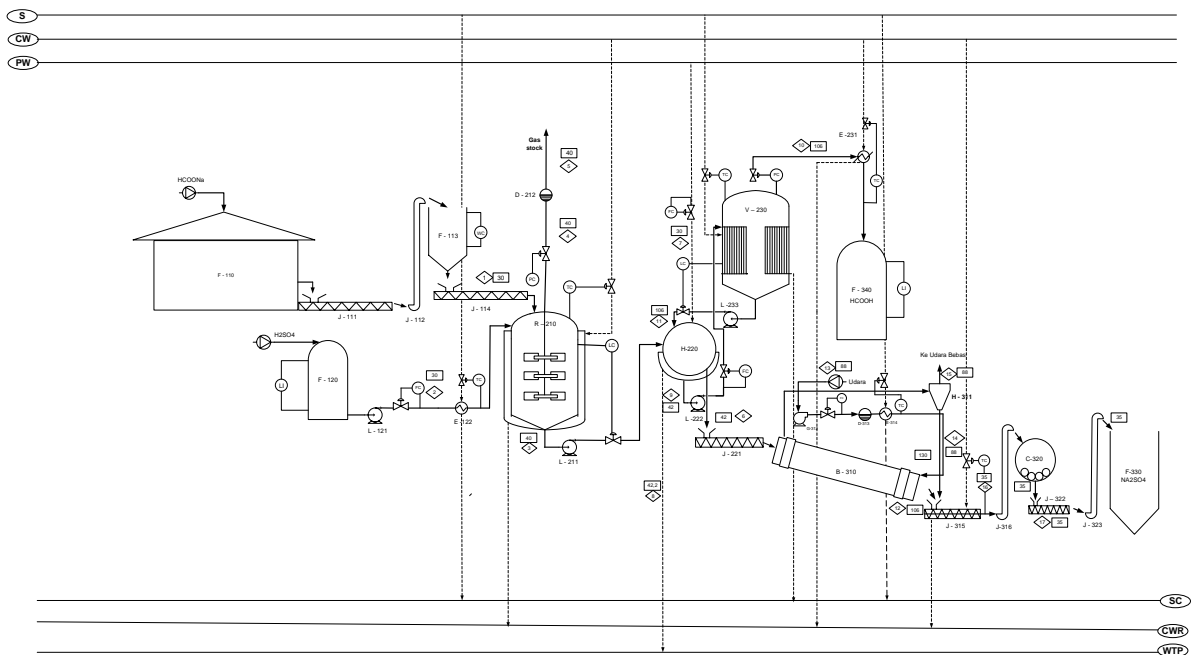
Pra Rencana Pabrik Kimia  
 “Pabrik Sodium Sulphate dari Sulfuric Acid dan Sodium  
 Formate dengan Proses Formic Acid”

Utilitas	Ekonomis	Sedang	Mahal	Ekonomis	Mahal	Ekonomis
Instrumentasi	Kompleks	Sederhana	Kompleks	Sederhana	Kompleks	Sederhana

Dari Uraian diatas, maka dipilih pembuatan sodium sulphate dengan proses formic acid, dengan beberapa pertimbangan :

- Bahan baku mudah didapat didalam negeri
- Biaya ekonomi lebih ekonomis dibanding proses lainnya
- Biaya peralatan dan instrumentasi lebih ekonomis
- Produk yang dihasilkan memenuhi kebutuhan pasar

### II.3 Uraian Proses



Pra rencana pabrik sodium sulphate ini, dapat dibagi menjadi 3 unit pabrik, dengan pembagian :

- Unit Pengendalian Bahan Baku Kode Unit : 100
- Unit Reacting & Evaporator Kode Unit : 200
- Unit Pengendalian produk Kode Unit : 300

Adapun uraian proses pembuatan sodium sulphate dengan proses formic acid ini adalah sebagai berikut :

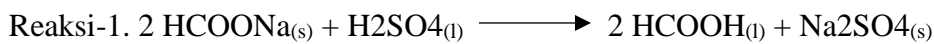


Pra Rencana Pabrik Kimia  
“Pabrik Sodium Sulphate dari Sulfuric Acid dan Sodium  
Formate dengan Proses Formic Acid”

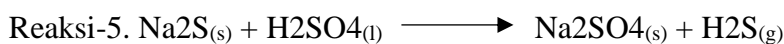
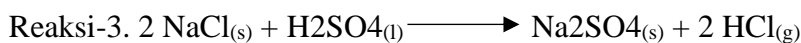
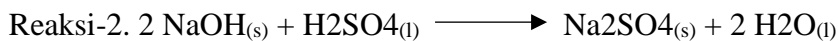
Pertama-tama sodium formatee dari supplier ditampung pada gudang F-110. Sodium formatee yang dibeli berupa serbuk dengan ukuran 100 mesh. Sodium formatee kemudian diumpankan pada hopper F-113 dengan belt conveyor J-111 dan bucket elevator J-112 untuk cadangan 1 hari proses. Sodium formatee kemudian diumpankan pada bagian atas reaktor R-210 dengan screw conveyor J-114. Secara bersamaan sulfuric acid dari tangki F-120 dipompa menuju reaktor R-210.

Pada reaktor R-210 terjadi reaksi antara sodium formatee dengan sulfuric acid membentuk sodium sulphate. Reaksi yang terjadi :

Reaksi utama :



Reaksi samping :



Kondisi operasi pada reaktor dijaga pada tekanan 1 atm dengan suhu kamar (40oC). Produk atas reaktor berupa campuran gas buang, dibuang menggunakan stack agar tidak mencemari lingkungan. Produk bawah berupa sludge sodium sulphate kemudian diumpankan pada tangki mixer untuk dicampurkan dengan mother liquor dari evaporator agar campuran homogen sebelum akhirnya dilakukan separasi antara cake dan filtrat di rotary drum vacuum filter H-230.

Pada rotay drum vacuum filter H-230 terjadi proses pemisahan cake dan filtrate secara sentrifugal. Filtrat berupa larutan formic acid dan sedikit sodium sulphate kemudian dipompa menuju ke evaporator V-240, sedangkan cake berupa sodium sulphate diumpankan pada rotary dryer untuk dikeringkan.

Pada evaporator V-240, formic acid diuapkan dengan suhu 106oC, sedangkan larutan sodium sulphate pekat dikembalikan ke rotary drum vacuum filter H-230. Uap formic acid dikondensasi pada condenser E-241, kemudian kondensat ditampung



Pra Rencana Pabrik Kimia  
“Pabrik Sodium Sulphate dari Sulfuric Acid dan Sodium  
Formate dengan Proses Formic Acid”

---

sementara pada akumulator F242 dan selanjutnya ditampung pada tangki formic acid F-340.

Cake sodium sulphate dari rotary drum vacuum filter H-230 diangkat dengan screw conveyor J-231 untuk di keringkan pada dryer. Pada rotary dryer B-310 terjadi proses pengeringan dengan bantuan udara panas secara counter-current (berlawanan arah). Udara panas dan padatan terikut kemudian dipisahkan pada cyclone H-311, dimana udara panas dibuang ke udara bebas, sedangkan padatan yang tertangkap secara bersamaan diumpankan pada cooling conveyor J-315 untuk proses pendinginan sampai suhu kamar (35°C) dengan bantuan air pendingin.

Produk sodium sulphate kemudian diumpankan pada ball mill C-320 dengan bucket elevator J-316 untuk dihaluskan sampai dengan 100 mesh. Setelah dihaluskan, di tampung pada silo F-330 sebagai produk akhir dengan bucket elevator dan belt conveyor.