



**Pra Rencana Pabrik**  
**“Pabrik Natrium Sulfat Dari Asam Sulfat dan Natrium Format**  
**Dengan Proses Methanoic Acid”**

---

**BAB II**  
**SELEKSI DAN URAIAN PROSES**

**II.1 Macam Proses**

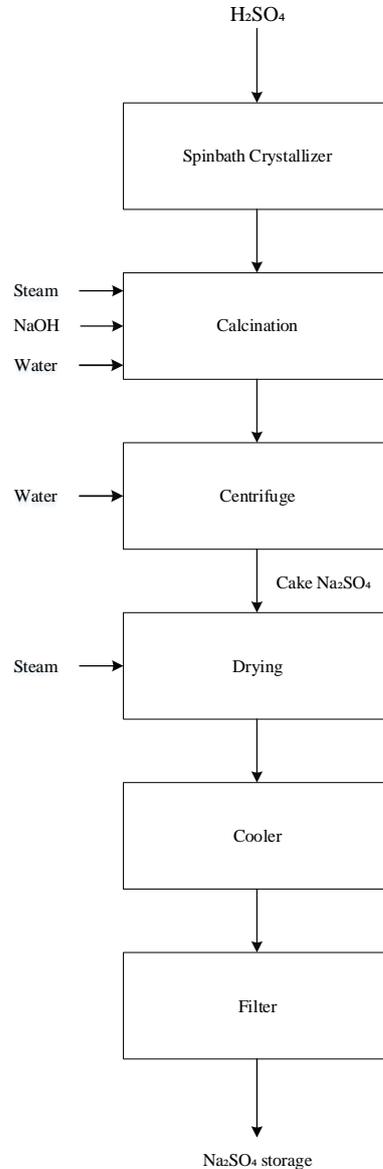
Beberapa tahun perkembangan dalam teknologi, pembuatan natrium sulfat ini dapat dilakukan dengan lima macam cara atau proses dan bahan baku yang dipergunakan juga berbeda pula. Proses pembuatan natrium sulfat dapat dibedakan menjadi dua bagian utama yaitu proses pembuatan dengan bahan baku garam dan proses pembuatan dengan bahan baku selain garam. Adapun proses yang dapat digunakan dalam pembuatan natrium sulfat adalah :

1. Natrium sulfat dari Fibre (rayon atau *viscose*).
2. Natrium sulfat dari Garam dengan proses Mannheim.
3. Natrium sulfat dari Asam Sulfat dan Natrium Format.



## Pra Rencana Pabrik “Pabrik Natrium Sulfat Dari Asam Sulfat dan Natrium Format Dengan Proses Methanoic Acid”

### II.1.1 Natrium Sulfat Dari Fibre (*Rayon* atau *Viscose*)



**Gambar II.1 Block Diagram Proses Rayon**

Pada proses ini, asam sulfat dibuat dengan cara memintal *serat viscose* dan kemudian produk natrium sulfat dapat mengendap. Reaksi yang terjadi :



(Ullmann, 2005)



## Pra Rencana Pabrik “Pabrik Natrium Sulfat Dari Asam Sulfat dan Natrium Format Dengan Proses Methanoic Acid”

---

Berdasarkan reaksi tersebut, maka natrium sulfat yang dihasilkan merupakan bahan baku utama yang merupakan produk samping dari pemintalan serat *viscose* dengan penambahan asam sulfat sebelum proses pemurnian. Pada proses pemurnian, reaksi antara serat *viscose* dan asam sulfat dilakukan pada *spinbath crystallizer*. Dimana, natrium sulfat 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* di kalsinasi pada suhu  $600\text{-}800^\circ\text{C}$  dengan tekanan 1 atm untuk melepaskan 10 molekul  $\text{H}_2\text{O}$  dengan cara menambahkan air proses, sehingga membentuk padatan natrium sulfat. Untuk menghilangkan kandungan asam yang masih terkandung dalam larutan, maka ditambahkan larutan NaOH untuk menetralkan asam. Pada *melter* dilakukan pemanasan untuk mengurangi kandungan air dalam larutan.

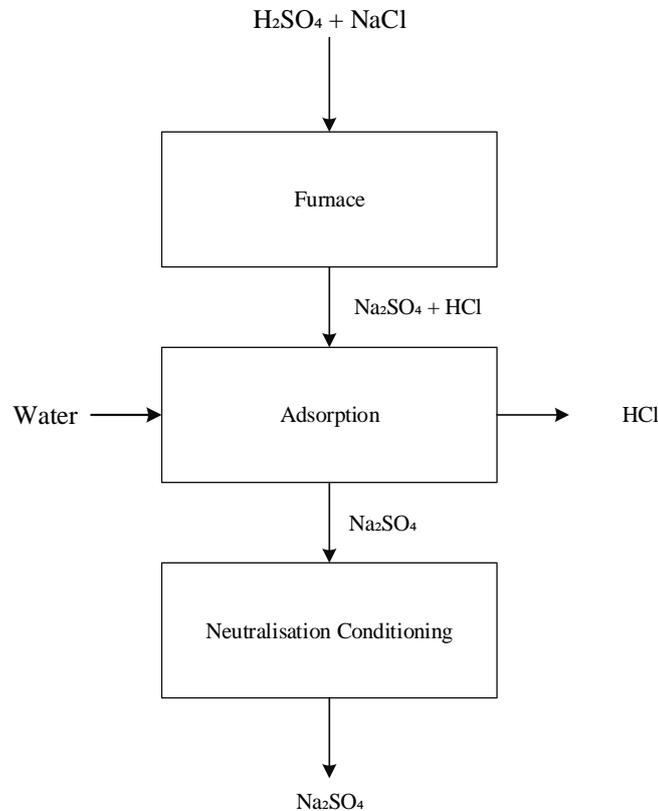
Larutan natrium sulfat dari unit *melter (evaporative crystallization)*, kemudian diumpankan pada *centrifuge* untuk memisahkan *cake* natrium sulfat dan *mother liquor* dikembalikan pada *melter* untuk proses selanjutnya. *Cake* natrium sulfat kemudian dikeringkan pada *dryer* dengan udara panas dan kemudian didinginkan pada *cooler* untuk kemudian disaring pada *screen* dengan ukuran disesuaikan dengan kebutuhan pasar ( $\pm 20 - 40$  mesh). Konversi perolehan *yield* natrium sulfat pada proses rayon sebesar 90,5%.

(U.S Patent, Malm *et al.*, 1953)



**Pra Rencana Pabrik**  
**“Pabrik Natrium Sulfat Dari Asam Sulfat dan Natrium Format**  
**Dengan Proses Methanoic Acid”**

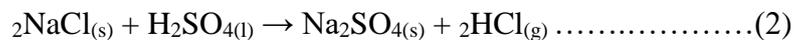
**II.1.2 Natrium Sulfat Dari Garam Dengan Proses Mannheim**



**Gambar II.2 Block Diagram Proses Mannheim**

Pada proses Mannheim, bahan baku garam (NaCl) direaksikan dengan asam sulfat pada sebuah *furnace*. Mannheim sehingga menghasilkan gas hidrogen klorida dan padatan natrium sulfat.

Reaksi yang terjadi :



(Ullmann, 2005)

Produk gas hidrogen klorida kemudian diserap pada kolom absorber dengan air proses untuk menghasilkan produk larutan hidrogen klorida. Produk padatan natrium sulfat dari *furnace* dengan suhu 600-800°C dan tekanan 1 atm, kemudian didinginkan, dikeringkan dan disaring untuk kemudian dikemas sebagai produk akhir. Proses Mannheim ini merupakan proses pembuatan hidrogen

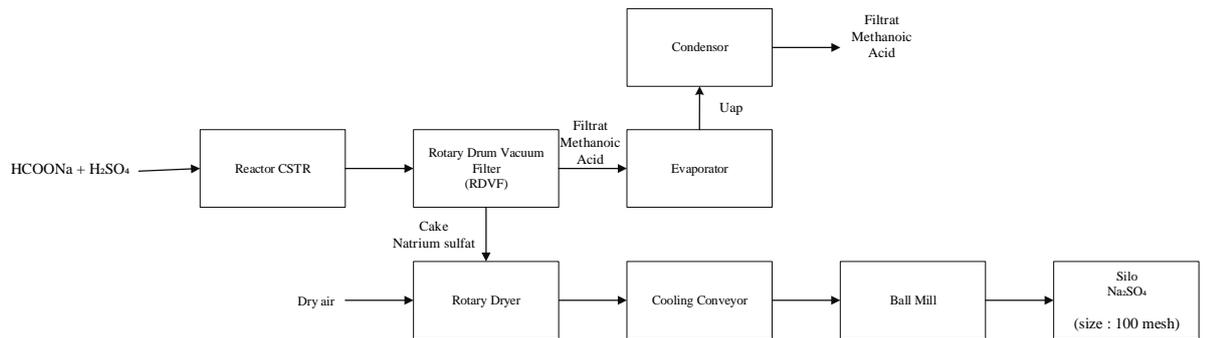


**Pra Rencana Pabrik**  
**“Pabrik Natrium Sulfat Dari Asam Sulfat dan Natrium Format**  
**Dengan Proses Methanoic Acid”**

klorida, sehingga produk natrium sulfat merupakan produk samping dari pembuatan hidrogen klorida. Konversi perolehan *yield* natrium sulfat pada proses mannheim sebesar 94%.

(U.S Patent, Martin *et al.*, 1934)

**II.1.3 Natrium Sulfat Dari Asam Sulfat dan Natrium Format**

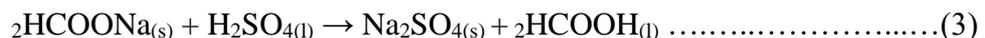


**Gambar II.3 Flowsheet Dasar Proses Methanoic Acid**

(US. Patent, Lindkvist *et al.*, 1968)

Pada proses *methanoic acid*, bahan baku yang digunakan adalah natrium format. Untuk menghasilkan natrium sulfat, natrium format direaksikan dengan asam sulfat menghasilkan natrium sulfat dan *methanoic acid*.

Larutan natrium sulfat dan *methanoic acid* dari reaktor dengan suhu 40°C dengan tekanan 1 atm, kemudian diumpankan pada *rotary drum vacuum filter* (RDVF) untuk memisahkan kristal natrium sulfat dan *methanoic acid*. Reaksi eksotermis yang terjadi di reaktor :



**Mekanisme Pembentukan Reaksi :**

**1. Natrium Format**





**Pra Rencana Pabrik**  
**“Pabrik Natrium Sulfat Dari Asam Sulfat dan Natrium Format**  
**Dengan Proses Methanoic Acid”**

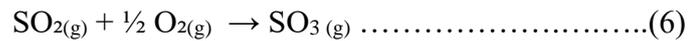
---

**2. Asam Sulfat**

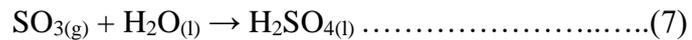
**a) Pembentukan Sulfur Dioksida**



**b) Reaksi Oksidasi Katalitik**



**c) Produksi Asam Sulfat**



**3. Asam Format**



**4. Natrium Sulfat**



(Ullmann, 2005)

Filtrat berupa *methanoic acid* kemudian diumpankan pada evaporator untuk menguapkan *methanoic acid*, sedangkan *cake* berupa natrium sulfat diumpankan pada *dryer* untuk pengeringan kristal natrium sulfat.

*Cake* dari *rotary drum vacuum filter* (RDVF) yang mengandung natrium sulfat, kemudian diumpankan pada system *dryer* yang terdiri dari *multi-coil dryer* yang dipanaskan dengan menggunakan *steam*. Produk dari *dryer* kemudian diumpankan pada sistem *cooling* dan kemudian disaring terlebih dahulu sebelum dikemas sebagai produk akhir. Konversi perolehan *yield* natrium sulfat pada proses *methanoic acid* sebesar 95% (US. Patent, Lindkvist *et al.*, 1968)



**Pra Rencana Pabrik**  
**“Pabrik Natrium Sulfat Dari Asam Sulfat dan Natrium Format**  
**Dengan Proses Methanoic Acid”**

## II.2 Pemilihan Proses

Berdasarkan uraian proses diatas, maka dapat ditabelkan perbandingan masing – masing proses yakni sebagai berikut :

Parameter	Proses		
	Fibre	Mannheim	Methanoic Acid
Bahan baku utama	Serat/Rayon	Garam	Natrium format
Bahan baku pembantu	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .NaOH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
Suhu Reaksi	600-800°C	600-800°C	40°C
Tekanan	1 atm	1 atm	1 atm
Konversi	90,5%	94%	95%

**Tabel II.1 Pemilihan Proses**

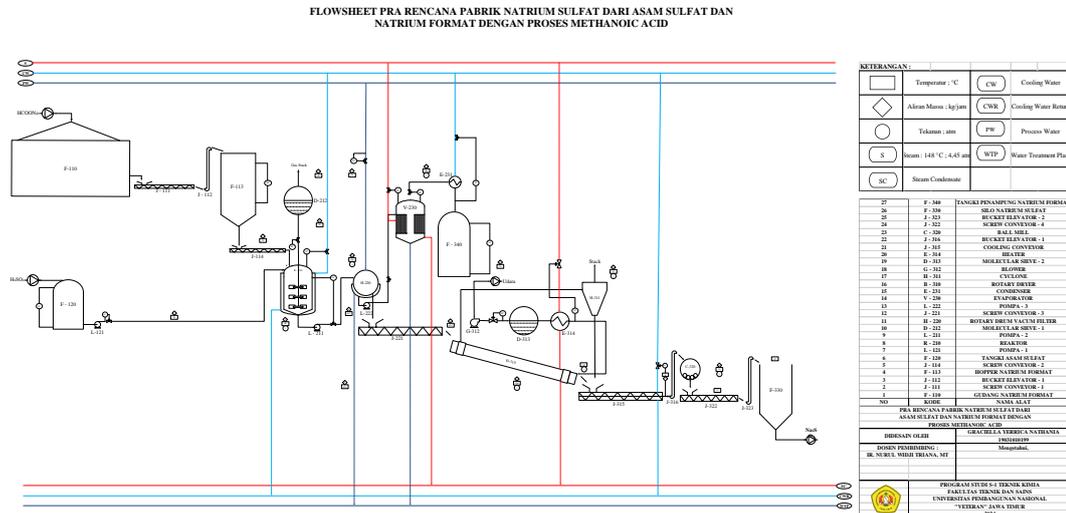
Dari uraian diatas, maka dipilih pembuatan natrium sulfat dengan proses *methanoic acid* karena beberapa pertimbangan :

- Bahan baku mudah diperoleh dalam negeri.
- Tekanan (1 atm) dan suhu yang cukup rendah (40°C) sehingga meminimalkan biaya produksi.
- Produk yang dihasilkan dapat mencapai diatas 95%.



## Pra Rencana Pabrik "Pabrik Natrium Sulfat Dari Asam Sulfat dan Natrium Format Dengan Proses Methanoic Acid"

### II.3 Uraian Proses



KOMPONEN	ALIRAN NERACA MASSA (KG/JAM)															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
IKONON	16821.0601		841.0530			140.9482			697.2283		139.5387	1.4095	1.4095	0.0001	140.9481	140.9481
NaOH	34.3287															
NaCl	34.3287															
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	85.8217															
Na <sub>2</sub> S	17.1643															
H <sub>2</sub> O	171.6435	238.5045	440.1694			4.3137	4166.7457	4506.8882	435.7677	435.7677	1.72546	2.5882		2.5882	1.7255	1.7255
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>		11686.7218														
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>			16933.8214			16415.7630			183.0224	16251.6252	164.1578	162.5163	1.6416	16414.1414	16414.1414	16414.1414
HCOOH			10810.0048			105.9380			10701.9048	10701.9048	0.0000	105.9380		105.9380	0.0000	0.0000
CO <sub>2</sub>				21.4188	0.2142											
HCl				35.6324	0.3562											
H <sub>2</sub> S				7.4819	0.0748											
<b>TOTAL</b>	17164.3471	11925.2363	29025.0487	64.5248	0.6452	16666.9829	4166.7457	4506.8882	12017.9233	11137.6725	16392.8893	274.0936	163.9256	110.1676	16556.8149	16556.8149

**Gambar II.4 Flowsheet Pengembangan Pabrik Natrium Sulfat**

Pra rencana pabrik natrium sulfat ini, dapat dibagi menjadi 3 unit pabrik, dengan pembagian :

1. Unit Pengendalian Bahan Baku (Kode Unit : 100).
2. Unit *Reacting & Evaporator* (Kode Unit : 200).
3. Unit Pengendalian produk (Kode Unit : 300).

Adapun uraian proses pembuatan natrium sulfat dengan proses *methanoic acid* ini adalah sebagai berikut :

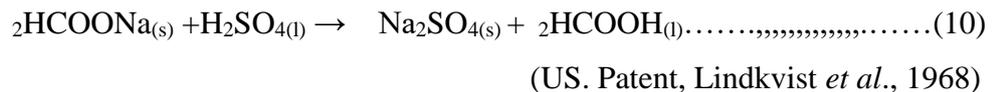
Pertama, natrium format dari *supplier* ditampung pada gudang (F-110). Natrium format yang dibeli berupa serbuk dengan ukuran 100 *mesh*. Natrium format kemudian diumpankan pada *hopper* natrium format (F-113) dengan *screw conveyor* (J-111) dan *bucket elevator* (J-112) untuk cadangan 1 hari proses. Natrium format kemudian diumpankan pada bagian atas reaktor (R-210) dengan *screw conveyor* (J-114). Reaktor yang digunakan yakni jenis *continuous stirred*



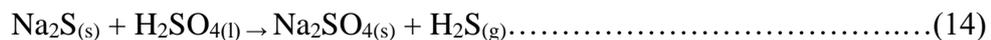
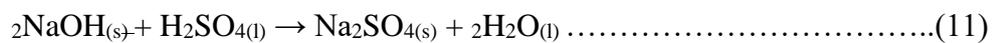
## Pra Rencana Pabrik “Pabrik Natrium Sulfat Dari Asam Sulfat dan Natrium Format Dengan Proses Methanoic Acid”

*tank reactor* (CSTR). Secara bersamaan, asam sulfat dari tangki F-120 dipompa menuju reaktor CSTR (R-210). Pada reaktor CSTR (R-210), terjadi reaksi antara natrium format dengan asam sulfat membentuk natrium sulfat. Reaksi yang terjadi:

- **Reaksi Utama :**



- **Reaksi Samping :**



Kondisi operasi pada reaktor dijaga pada tekanan 1 atm dengan suhu kamar (40°C). Produk atas reaktor berupa campuran gas buang (40°C), dimana diserap oleh *molecular siever* (kadar gas buangan reaktor), lalu dibuang melalui *stack* agar tidak mencemari lingkungan. Produk bawah berupa *sludge* natrium sulfat kemudian diumpankan ke evaporator agar campuran homogen sebelum akhirnya dilakukan separasi antara *cake* dan filtrat di *rotary drum vacuum filter* (H-220).

Pada *rotary drum vacuum filter* (H-220) terjadi proses pemisahan *cake* dan filtrat secara sentrifugal. Filtrat berupa larutan *methanoic acid* dan sedikit natrium sulfat kemudian dipompa menuju ke evaporator (V-230), sedangkan *cake* berupa natrium sulfat (42°C) diumpankan pada *rotary dryer* untuk dikeringkan. Pada evaporator (V-230), *methanoic acid* diuapkan dengan suhu 106°C dengan tekanan operasi 1 atm, sedangkan larutan natrium sulfat pekat dikembalikan ke *rotary drum vacuum filter* (H-220). Uap *methanoic acid* dikondensasi pada *condenser* (E-231), kemudian kondensat ditampung pada tangki penampung natrium format (F-340).



## **Pra Rencana Pabrik**

### **“Pabrik Natrium Sulfat Dari Asam Sulfat dan Natrium Format Dengan Proses Methanoic Acid”**

---

*Cake* natrium sulfat dari *rotary drum vacuum filter* (H-220) pada suhu (42°C) diangkut dengan *screw conveyor* (J-231) untuk di keringkan pada *dryer*. Prinsip kerja *rotary dryer* adalah mengeringkan produk yang berbentuk padatan di dalam silinder horizontal berputar yang dialiri udara panas untuk menguapkan produk. Pada *rotary dryer* (B-310) terjadi proses pengeringan dengan bantuan udara panas secara *counter-current* (berlawanan arah). Suhu operasi yang digunakan yakni 105°C dengan tekanan operasi 1 atm. Udara panas (76°C) dan padatan (76°C) 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 dengan suhu 35°C dan tekanan operasi 1 atm dengan bantuan air pendingin. Produk natrium sulfat dengan suhu operasi 35°C dan tekanan operasi 1 atm, 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* (J-323) dan *belt conveyor* (J-322).