



## Pra Rencana Pabrik

“Pabrik Sodium Chloride Industri dari Air Laut Menggunakan Multiple Effect Evaporator”

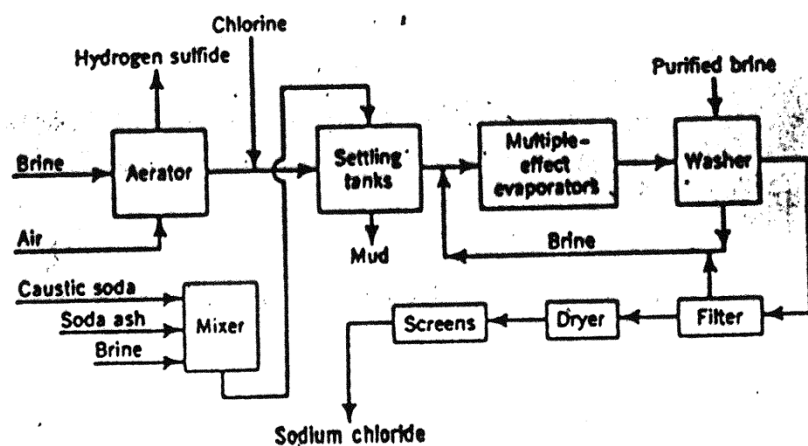
### BAB II

#### SELEKSI DAN URAIAN PROSES

##### II.1 Macam-macam Proses

Pada proses pemurnian sodium klorida (NaCl), untuk menghilangkan berbagai impuritas pada garam bahan baku ada beberapa macam metode yaitu :

1. Pembuatan Sodium Chloride Menggunakan Multiple Effect Evaporator



Gambar II. 1 *Flowsheet* Dasar Pembuatan *Sodium Chloride* Menggunakan *Multiple Effect Evaporator*

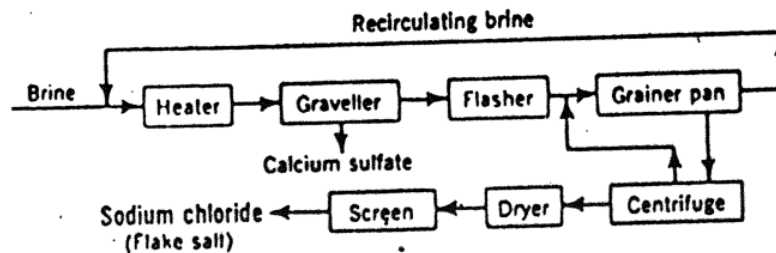
Pada proses ini biasanya digunakan saturated brine (leburan garam jenuh) alami, yang terkandung didalam tanah atau danau. Saturated brine (leburan garam) dari air dalam tanah diumpankan dalam tangki pengendap untuk mengendapkan lumpur atau solid yang tidak diinginkan. Pengendapan dibantu dengan penambahan campuran caustic soda, soda ash dan brine sehingga didapat larutan garam. Setelah proses pengendapan, kemudian larutan garam dipekatan pada evaporator multi efek. Larutan garam pekat kemudian dicuci dengan brine untuk memurnikan garam. Larutan garam kemudian difiltrasi pada filter untuk proses pemisahan garam dan larutan brine. Sodium chloride kemudian dikeringkan pada dryer dan kemudian disaring untuk mendapatkan ukuran yang seragam. Sodium chloride kemudian diap dikemas dan dipasarkan. Kemurnian yang dihasilkan pada proses ini adalah 99,8%.



## Pra Rencana Pabrik

“Pabrik Sodium Chloride Industri dari Air Laut Menggunakan Multiple Effect Evaporator ”

### 2. Pembuatan Sodium Chloride dengan Proses Open Pan



Gambar II. 2 *Flowsheet* Dasar Pembuatan *Sodium Chloride* dengan proses *Open Pan*

Pembuatan garam dengan proses open pan ini menggunakan bahan baku brine yang berasal dari proses pemanasan air laut. Proses ini disebut juga proses “Grainer”, dimana air laut diturunkan dengan cara memanaskan pada heater pada suhu 230°F (110°C). Larutan brine panas kemudian diumpankan pada graveler yang berfungsi untuk memisahkan calcium sulfate pada larutan brine. Larutan brine kemudian didinginkan pada flasher dengan suhu yang dijaga agar garam (NaCl) masih dalam kondisi larut dalam air.

Larutan brine dingin kemudian diumpankan ke open pan yang berfungsi untuk menguapkan air dengan suhu operasi 205°F (96°C) sehingga dihasilkan kristal garam yang kemudian dipisahkan dari mother liquor pada centrifuge. Mother liquor kemudian direcycle kembali pada open pan. Sodium chloride kemudian dikeringkan pada dryer dan kemudian disaring untuk mendapatkan ukuran yang seragam. Sodium chloride kemudian diap dikemas dan dipasarkan. Kemurnian yang dihasilkan pada proses ini adalah 98,5%



## **Pra Rencana Pabrik**

“Pabrik Sodium Chloride Industri dari Air Laut Menggunakan Multiple Effect Evaporator ”

---

### 3. Pembuatan Sodium Chloride dengan Proses Rock Salt Mining

Penambangan garam (NaCl) yang telah dilakukan pada beberapa tambang garam dan didapat kualitasnya masih kurang bagus, dimana : warna garam agak coklat, ada yang abu-abu. Kemurnian garam berkisar antara 98,5% sampai 99,4%. Setelah penambangan batuan garam, batuan garam kemudian dihancurkan dengan penghancur (crusher), dan kemudian dihancurkan lagi sampai mendapatkan kualitas akhir. Beberapa peralatan yang umum digunakan dalam penambangan garam ini adalah beberapa buah penghalus (grinder) dan screen dengan berbagai ukuran. Penggunaan garam dengan kualitas rendah mempunyai harga jual yang rendah pula, akan tetapi masih diperlukan pada industri ice cream maupun industri kulit.

### 4. Pembuatan Sodium Chloride dengan Proses Solar Evaporation

Pada proses ini, merupakan proses paling tradisional, dibandingkan proses yang telah diuraikan diatas. Garam dengan proses penguapan air laut dengan tenaga surya ini, sangat bergantung pada kondisi iklim pada daerah yang diaplikasikan serta bergantung pada luas areanya. Dengan kondisi air laut yang rata-rata mengandung padatan sekitar 3,7%, setelah melewati proses kristalisasi, hanya mampu menghasilkan garam dengan kemurnian 75 %. Kemudian dengan proses penghancuran, pencucian, pengeringan, dan klasifikasi, kemurnian garam dapat dinaikkan sampai dengan 95%.

### 5. Pembuatan Sodium Chloride dengan Proses Kimia Presipitasi

Kajian terhadap peningkatan kualitas garam dilakukan dengan menggunakan bahan baku yang berasal dari sentra garam kabupaten Madura, Jawa Timur. Melalui penambahan bahan kimia diharapkan bahan pengotor (Mg, Ca, K dan SO<sub>4</sub>) dapat terikat dan dapat dipisahkan dengan mudah melalui reaksi presipitasi. Bahan kimia yang umum ditambahkan ke dalam larutan garam adalah natrium karbonat (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>), natrium hidroksida (NaOH), dinatrium posfat (Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>) dan lainnya.

Berdasarkan kandungan impuritis, bahan kimia pengendap yang digunakan adalah natrium karbonat (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>), dan natrium hidroksida (NaOH). Faktor yang mempengaruhi proses presipitasi atau pemisahan bahan pengotor di dalam garam di antaranya :



## Pra Rencana Pabrik

“Pabrik Sodium Chloride Industri dari Air Laut Menggunakan Multiple Effect Evaporator ”

- Jenis bahan pengotor yang terkandung di dalam larutan garam akan menentukan jenis bahan kimia yang dibutuhkan, karena setiap jenis bahan pengotor hanya dapat mengendap dengan bahan kimia tertentu.
- Konsentrasi pengotor yang terkandung di dalam larutan garam akan berpengaruh terhadap konsentrasi bahan kimia yang perlu ditambahkan, ini bisa ditentukan berdasarkan reaksi kimia.
- Reaksi yang terjadi merupakan reaksi fase cair yang menghasilkan produk padat berupa endapan (proses presipitasi) sehingga waktu reaksinya berpengaruh terhadap hasil reaksi.

### II.2 Seleksi Proses

Dari uraian diatas, maka dapat ditabelkan perbedaan dari macam proses yang telah diuraikan, adapun tabel perbedaan proses sebagai berikut :

Tabel II. 1 Perbandingan Proses Pembuatan Sodium Chloride

Parameter	Macam Proses				
	Multiple Effect Evaporator	Open Pan	Rock Salt Mining	Solar Evaporation	Presipitasi
Bahan Baku Utama	Brine	Air laut	Batuan Garam	Air laut	Air laut
Bahan Baku Pembantu	NaOH, Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	Steam	-	-	NaOH, Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>
Kemurnian Produk	99,8%	98,5%	98,5-99,4%	95,0%	99,8%
Peralatan	Mahal	Sederhana	Mahal	Sederhana	Sederhana
Utilitas	Ekonomis	Ekonomis	Ekonomis	Ekonomis	Ekonomis
Instrumentasi	Mahal	Sederhana	Mahal	Sederhana	Sederhana



## **Pra Rencana Pabrik**

“Pabrik Sodium Chloride Industri dari Air Laut Menggunakan Multiple Effect Evaporator ”

---

Dari uraian diatas, maka dipilih pembuatan Sodium Chloride dari air laut dengan proses gabungan antara multiple effect evaporation dan presipitasi, dengan beberapa pertimbangan :

1. Bahan baku berupa air laut mudah didapat.
2. Kemurnian produk yang dihasilkan lebih tinggi dibanding proses lainnya.
3. Produk yang dihasilkan memenuhi standar pasar.

### **II.3 Uraian Proses**

#### **II.3.1 Tahap Persiapan Bahan Baku**

Pada pembuatan garam industri bahan baku yang digunakan ialah air laut daerah Sumenep, Madura. Pertama-tama natrium hidroksida dan natrium karbonat diubah menjadi fase liquid. Natrium hidroksida dari gudang penyimpanan (F-110) diangkut menggunakan belt conveyer (J-111) menuju Mixer-1 (M-120). Untuk melarutkan bahan baku maka H<sub>2</sub>O diumpankan dari *process water* menuju M-120. Kemudian untuk Natrium karbonat yang disimpan dalam Gudang penyimpanan (F-130) dengan suhu 30°C dan tekanan 1 atm juga diangkut menggunakan belt conveyer (J-131) menuju Mixer-2 (M-140) dan dilarutkan dengan H<sub>2</sub>O dari *process water*. Adapun tahap pelarutan ini berlangsung pada suhu dan tekanan lingkungan. Tujuan dari pelarutan ini adalah untuk membuat natrium hidroksida dan natrium karbonat dalam kondisi larutan sehingga dapat memenuhi fase reaksi dalam reaktor.

#### **II.3.2 Tahap Pre-Treatment Bahan Baku**

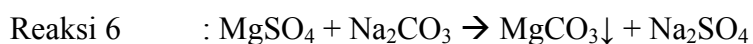
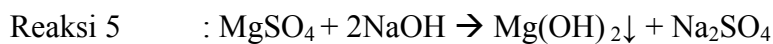
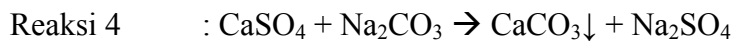
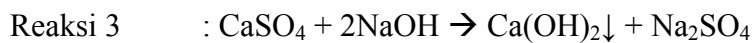
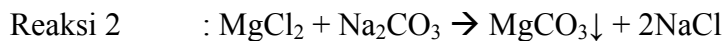
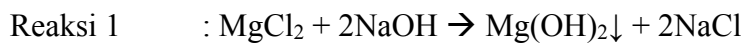
Bahan baku berupa air laut dengan konsentrasi awal NaCl sebesar 2,862% dengan suhu 32°C dipompa menuju tangki penyimpanan air laut (F-210) sebagai tempat penampungan pertama yang digunakan untuk proses pengendapan impuritis/zat pengotor berbentuk solid. Pada tangki penyimpanan air laut (F-210), kemudian air laut dialirkan menuju Reaktor (R-220) untuk mereaksikan komponen-komponen di dalam air laut dengan NaOH 48% dan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 25% agar komponen-komponen dalam bentuk aquos dapat membentuk padatan solid agar nantinya lebih mudah untuk dihilangkan.



## Pra Rencana Pabrik

“Pabrik Sodium Chloride Industri dari Air Laut Menggunakan Multiple Effect Evaporator ”

Selain untuk membentuk produk solid, reaksi yang terjadi juga dapat meningkatkan jumlah kandungan NaCl di dalam air laut. Reaktor yang digunakan adalah tipe CSTR dengan tekanan operasi 1 atm dan suhu operasi sebesar 32°C dengan pendingin yang diekspansikan melalui jacket. Di dalam Reaktor terjadi reaksi sebagai berikut :



Produk hasil reaksi dan sisa reaktan yang tidak bereaksi kemudian dialirkan menuju Clarifier (H-230) untuk memisahkan liquid dengan padatan. Clarifier bekerja pada kondisi operasi 30°C dan tekanan 1 atm. Pada Clarifier, padatan akan mengendap kemudian liquid akan mengalami overflow sehingga terpisah dari padatan dan diperoleh larutan garam dengan kemurnian yang lebih tinggi. Sludge menjadi hasil underflow dari H-230 yang merupakan hasil samping dari pabrik ini dibuang ke waste water treatment (WWT). Sehingga ikut mengendapnya  $\text{CaCO}_3$  bersama padatan lain memberikan keuntungan yaitu hilangnya zat penyebab terbentuknya kerak. Diharapkan padatan yang terkandung pada larutan mendekati nol.

### II.3.3 Tahap Pembuatan Garam Industri

Larutan pure brine selanjutnya diumpankan ke dalam Multiple Effect Evaporator (V-310, V-320, V-330) dengan umpan maju untuk dipekatkan dan dikristalkan hingga menjadi kristal garam sodium chloride. Steam evaporator diperoleh dari boiler dengan suhu 148°C dan tekanan 4,5 atm. Air boiler diperoleh dari air proses dan hasil kondensasi dari vapor yang keluar dari evaporator III yang telah melalui proses Water Treatment. Evaporator akan memekatkan brine/larutan garam dari konsentrasi 3,05% menjadi 62%. Kondensat dari evaporator berupa mother liquor dialirkan ke unit pengolahan limbah cair. Sedangkan vapor yang keluar dari evaporator III dialirkan menuju Barometric Condenser sehingga uap  $\text{H}_2\text{O}$  dapat terkondensasi menjadi liquid yang kemudian digunakan kembali



## **Pra Rencana Pabrik**

“Pabrik Sodium Chloride Industri dari Air Laut Menggunakan Multiple Effect Evaporator ”

---

untuk menunjang sistem utilitas. Sementara itu, larutan garam pekat yang keluar dari evaporator selanjutnya dialirkan ke dalam Crystallizer (S-340). Proses kristalisasi pada Crystallizer (S-340) menggunakan proses dry dan penambahan inti garam (NaCl) untuk mempercepat proses kristalisasi dengan suhu operasi sebesar  $32^{\circ}\text{C}$  dan tekanan 1 atm. Produk yang keluar dari Crystallizer (S-340) berupa campuran, kristal sodium chloride (NaCl) dan mother liquor yang akan dipisahkan menggunakan Centrifuge (H-350). Centrifuge (H-350) akan memisahkan kristal-kristal garam basah dengan mother liquor yang terbentuk saat proses kristalisasi. Mother Liquor akan dialirkan menuju unit pengolahan limbah dan kristal NaCl basah kemudian akan melalui proses pengeringan.

### **II.3.4 Tahap Pemisahan dan Pemurnian**

Pada rotary dryer (B-410) terjadi proses pengeringan kristal sodium chloride pada suhu  $100^{\circ}\text{C}$  dengan bantuan udara panas secara berlawanan arah. Udara panas dan padatan terikut kemudian dipisahkan pada cyclone (H-413), dimana udara panas dibuang ke pengolahan limbah gas, sedangkan padatan terikut diumpankan secara bersamaan dengan produk bawah rotary dryer (B-410) menuju ke screw conveyor (J-414) untuk proses pendinginan sampai suhu kamar ( $30^{\circ}\text{C}$ ). Kristal sodium chloride kemudian diumpankan dengan bucket elevator (J-420) menuju ke ball mill (C-430) untuk dihaluskan 100 mesh. Kristal sodium chloride kemudian ditampung pada storage tank sodium chloride (F-440) sebagai produk akhir