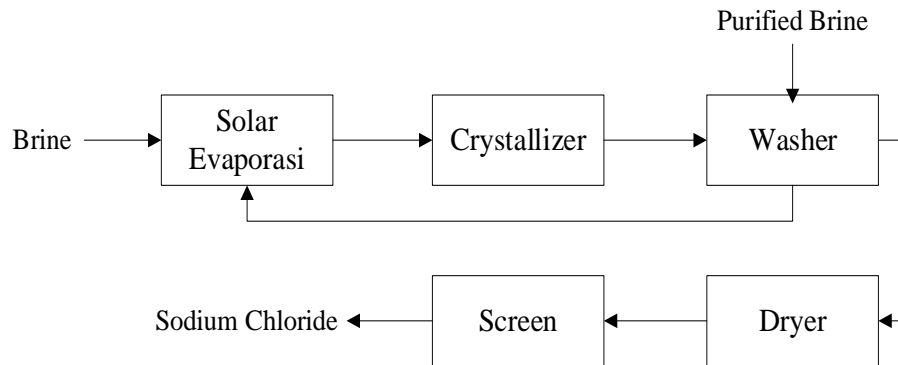




**BAB II**  
**PEMILIHAN DAN URAIAN PROSES**

**II.1. Macam-Macam Proses**

**II.1.1. Sistem Solar Evaporation**

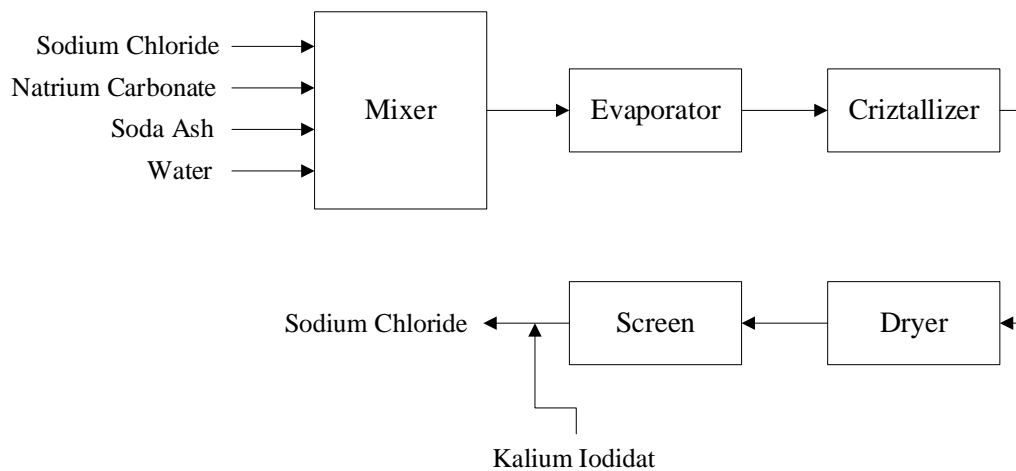


**Gambar II. 1 Diagram Proses Sistem Solar Evaporation**

Pada sistem solar evaporation ini memanfaatkan sinar matahari untuk membantu menguapkan air laut yang ditempatkan pada tiap kolom-kolom. Penguapan air laut dilakukan hingga sebagian besar konsentrasi  $\text{CaSO}_4$  terendapkan atau hingga mencapai  $25^\circ\text{Be}$ . Mulanya Air laut dipompa ke kolom-kolom, lalu dibiarkan beberapa saat hingga membentuk kristal garam. Setelah kristal garam mulai terbentuk, brine tersebut dialirkan ke kolom kristalisasi untuk dipisahkan dan diuapkan lebih lanjut. Pada proses akhir, kolom-kolom dikosongkan untuk diambil kristal garamnya yang kemudian digiling dengan roll mill, dicuci dengan brine dan dikeringkan. Hasil garam yang diperoleh dari sistem solar evaporation ini memiliki kemurnian sebesar 95% yang dapat dimanfaatkan dalam industri. Sistem ini merupakan proses paling konvensional dan biaya operasi relatif murah. Namun, sistem ini termasuk proses batch karena berjalan bergantung pada musim.



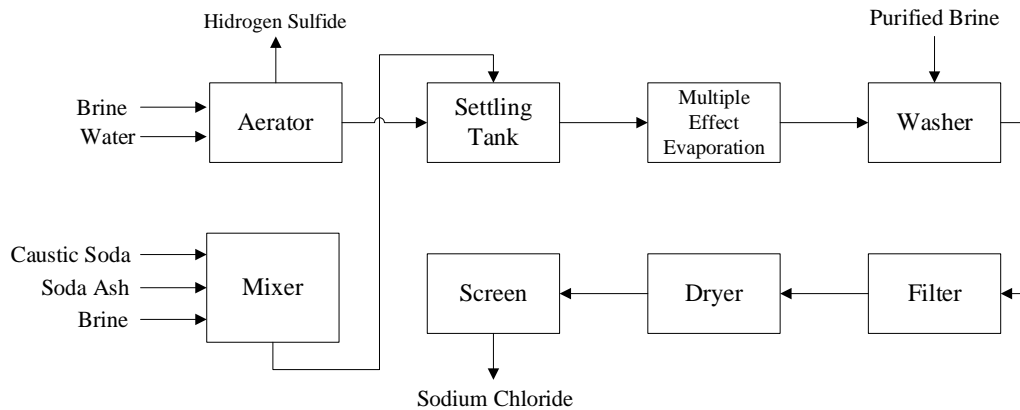
### II.1.2. Sistem Single Effect Evaporation



**Gambar II. 2 Diagram Proses Sistem Single Effect Evaporation**

Sistem single effect evaporation ini memerlukan bahan baku garam rakyat dan air. Lalu, ditambahkan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  58% yang berfungsi untuk mengikat ion  $\text{Ca}^{2+}$ , dan  $\text{NaOH}$  50% berfungsi untuk mengikat ion  $\text{Mg}^{2+}$ . Selanjutnya larutan dipompa menuju single evaporation bertujuan untuk penguapan hingga kandungan air 6%. Kemudian larutan dipompa kedalam kristalizer untuk proses kristalisasi larutan. Kristal garam lalu dikeringkan oleh dryer dan dibawa oleh belt conveyor menuju ball mill untuk dihaluskan. Agar ukuran kristal garam seragam, garam harus diayak oleh screen, bila ukuran garam tidak memenuhi maka akan kembali lagi ke ball mill. Garam yang lolos pengayakan lalu dibawa oleh screw conveyor dengan disemprotkan larutan  $\text{KI}$  oleh hands spray untuk proses iodisasi. Selanjutnya dikeringkan kembali dengan rotary dryer hingga kandungan air produk 0,04%. Produk dibawa oleh belt conveyor, lalu diangkat bucket elevator yang menuju tangki penyimpanan.

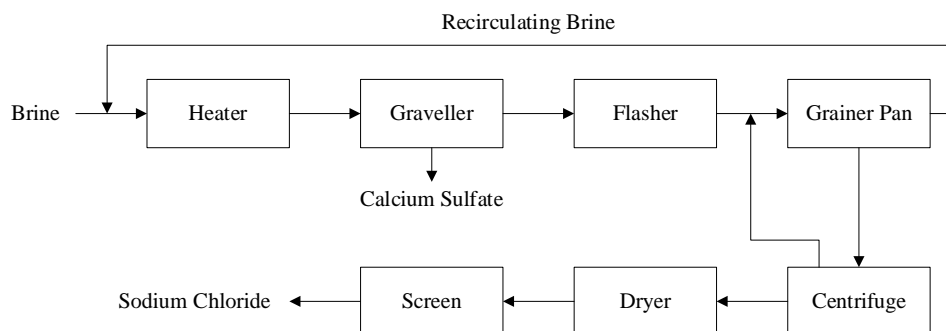
### II.1.3. Sistem Multiple-effect Evaporation



Gambar II. 3 Diagram Proses Multi Effect Evaporation

Pada sistem multiple effect evaporation menggunakan bahan baku garam rakyat dengan kemurnian rendah. Mulanya garam dimasukkan kedalam tangki pelarut untuk dilarutkan dengan air. Jika garam kotor tersebut mengandung  $H_2S$  maka perlu dimasukkan kedalam aerator dengan penambahan  $Cl_2$  untuk mengoksidasi  $H_2S$ . Setelah dari tangki pelarut, larutan ditambahkan reagen kimia  $NaOH$  dan  $Na_2CO_3$ . Bila larutan bebas impurities maka berikutnya dilakukan proses penguapan air dengan menggunakan evaporator efek ganda. Dari evaporator dihasilkan slurry garam dan kristal garam yang akan dicuci dengan filter. Dimana cake berupa kristal garam yang terdapat dalam filter dibawa menggunakan screw conveyor, sementara filtratnya kembali menuju evaporator tiga efek. Kristal garam selanjutnya dikeringkan oleh dryer kemudian diayak dengan screen agar ukuran kristal garam seragam.

### II.1.4. Sistem Grainer / Open Pan

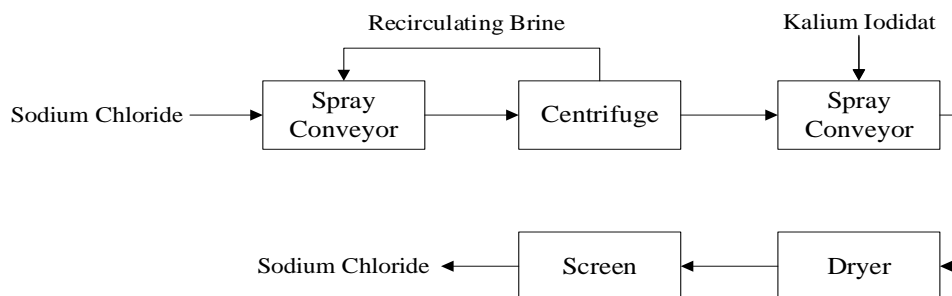


Gambar II. 4 Diagram Proses Sistem Grainer / Open Pan



Pada proses pembuatan garam dengan sistem open pan ini, menggunakan bahan baku berupa brine yang diuapkan untuk diuapkan dengan shallow pan. Selanjutnya brine dilakukan proses heater. Lalu, brine tersebut menuju ke stone bed yang berfungsi untuk dilakukan pengendapan  $\text{CaSO}_4$  yang terdapat dalam larutan. Kemudian brine dimasukkan flasher untuk diuapkan sehingga menghasilkan larutan super saturated yang bersuhu berkisar 220 °F. Berikutnya larutan garam dimasukkan kedalam grainer untuk proses kristalisasi. Didalam grainer pan terjadi pemanasan menggunakan steam sebagai media pemanas. Slurry pada dasar grainer tersebut dibawa screw conveyor menuju tangki penampung. Kemudian slurry dipisahkan dengan alat centrifuge untuk diperoleh kristal garam yang selanjutnya dikeringkan menggunakan dryer dan diayak oleh screen yang memiliki beberapa macam ukuran. Pembuatan garam dengan sistem open pan ini menghasilkan kristal garam yang berukuran relatif besar dan masih banyak mengandung kotoran serta membutuhkan panas yang tinggi sehinggabiaya operasi yang dikeluarkan mahal.

### **II.1.5. Hidroekstraksi**



**Gambar II. 5 Diagram Proses Sistem Hidroekstraksi**

Pembuatan garam beryodium dengan proses Hidroekstraksi ini menggunakan bahan baku berupa garam rakyat yang memiliki kemurnian rendah. Dimana garam kotor dilarutkan dengan air dalam tangki pelarut hingga menjadi larutan jenuh. Larutan jenuh tersebut digunakan untuk mencuci padatan garam rakyat menggunakan screw conveyor untuk mengikat pengotor tanpa melarutkan kandungan garamnya. Selanjutnya garam dan pengotor dipisahkan menggunakan centrifuge. Pada larutan jenuh yang mengikat pengotor akan direaksikan dengan reagen kimia  $\text{NaOH}$  dan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  untuk mengendapkan pengotor didalam tangki



pemurnian. Setelah dari tangki pemurnian, larutan dipompa masuk kedalam thickener untuk memisahkan pengotor dan air garam. Pengotor akan dibuang, sementara air garam akan dimasukkan tangki penampung overflow untuk digunakan kembali pada proses pencucian garam. Garam yang telah dicuci selanjutnya dilakukan proses iodisasi dengan disemprot kalium iodidat hingga 50 ppm. Kemudian garam dimasukkan kedalam rotary dryer untuk dikeringkan hingga kandungan air 0,04%. Setelah itu, Garam dihaluskan menggunakan ballmill lalu diayak dengan screen agar ukuran kristal garam seragam dan selanjutnya produk dimasukkan kedalam silo.

## II.2. Pemilihan Proses

**Tabel II. 1 Perbandingan Proses Solar Evaporasi, Proses Single Effect Evaporation, Proses Multiple Effect Evaporation, Proses Grainer dan Proses Hidroekstraksi**

Parameter	Macam Proses				
	Solar Evaporation	Single Effect Evaporation	Multiple Effect Evaporation	Grainer atau Open Pan	Proses Hidroekstraksi
Bahan Baku Utama	Air Laut	Batuan Garam	Brine	Brine/Air Laut	Garam Rakyat
Bahan Baku Pembantu	-	Caustic Soda dan Soda Ash	-	Steam	Caustic Soda, Soda Ash, $KIO_3$
	95%	98,5%-99,4%	99,80%	98,5%-99,4%	98%
Peralatan	Sederhana	Mahal	Mahal	Sederhana	Sederhana
Utilitas	Ekonomis	Ekonomis	Mahal	Ekonomis	Ekonomis
Instrumentasi	Sederhana	Mahal	Mahal	Sederhana	Sederhana

Pemilihan proses pembuatan Garam Beryodium dari garam rakyat dengan Proses Hidroekstraksi, didasarkan oleh beberapa pertimbangan diantaranya :

1. Menggunakan bahan baku yang mudah didapat dan murah.



2. Proses yang digunakan termasuk sederhana.
3. Peralatan yang digunakan lebih sederhana.
4. Reaksi fase berupa solid-liquid mempermudah pengendalian.
5. Yield produk tinggi dengan proses yang sederhana.

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

Pembuatan Garam Beryodium dari Garam Rakyat dengan Proses Hidroekstraksi dapat dibagi menjadi tiga unit :

1. Unit Pengendalian Bahan Baku (Kode Unit : 100)
2. Unit Reaksi (Kode Unit : 200)
3. Unit Separator & Pengendalian Produk (Kode Unit : 300)

Garam rakyat dari supplier ditampung dalam gudang penampung garam rakyat (F-110), kemudian diumpankan ke hopper garam rakyat (F-121) dengan belt conveyor (J-111) dan bucket elevator (J-112). Selanjutnya, diumpankan ke tangki pembuatan larutan garam jenuh (M-120), beserta penambahan air proses dari utilitas. Garam rakyat dari gudang yang sama (F-110), diumpankan menggunakan belt conveyor (J-113) menuju screw conveyor (J-122). Larutan garam jenuh dari tangki (M-120) dipompa (L-121) ke screw conveyor (J-122) guna mencuci kristal garam rakyat yang diumpankan dari belt conveyor (J-113). Saat proses pencucian atau hidroekstraksi berlangsung, impuritis pada kristal garam rakyat larut ke dalam larutan garam jenuh, sehingga tingkat kemurnian garam rakyat meningkat, sedangkan impuritis dalam larutan garam jenuh semakin besar. Impuritis tersebut berupa senyawa  $MgCl_2$ ,  $MgSO_4$ , dan  $CaSO_4$ . Selanjutnya, kristal garam bersih dan larutan garam jenuh dipisahkan dalam centrifuge (H-310). Mother liquor berupa larutan garam jenuh bekas pakai dialirkan ke waste water treatment guna dijadikan hasil samping. Kemudian padatan diumpankan ke dalam tangki pelarutan (M-130) Ketika garam padatan sudah menjadi liquid. kemudian dialirkan dengan pompa (L-131) ke reactor I (R-210) dan secara bersamaan ditambahkan sodium hidroksida dari tangka penampung (F-211) yang dipompa (L-212), Penambahan sodium hidroksida dilakukan guna mengikat ion  $Mg^{2+}$ . Setelah itu dialirkan dengan pompa (L-211) ke dalam Reaktor II (R-220) guna ditambahkan dengan sodium karbonat

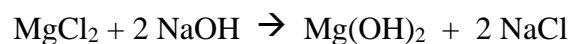
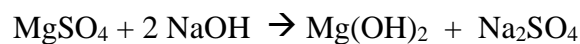


dari tangka penampung (F-221) dengan pompa (L-222) sedangkan penambahan sodium karbonat dilakukan guna mengikat ion  $\text{Ca}^{2+}$ . Sehingga, diharapkan impuritis-impuritis yang berada pada garam dapat dihilangkan dan memenuhi standart. Pada reaktor pemurnian I (R-210) terjadi reaksi antara kalsium sulfat dengan sodium karbonat membentuk kalsium karbonat dan sodium sulfat. Sedangkan pada Reaktor II (R-220) terjadi reaksi antara magnesium sulfat dengan sodium hidroksida membentuk magnesium hidroksida dan sodium sulfat, kedua magnesium chlorida dengan sodium hidroksida membentuk magnesium hidroksida dan sodium chlorida. Reaksi yang terjadi:

Sehingga reaksi I yang terjadi adalah :

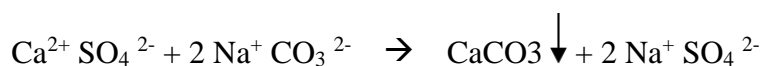
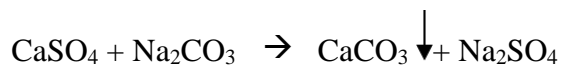


Selanjutnya reaksi II adalah :

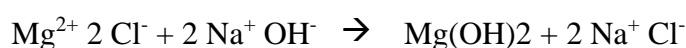
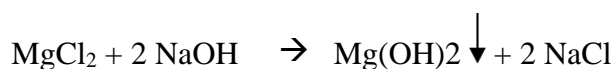
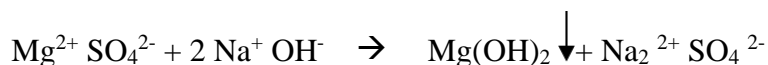
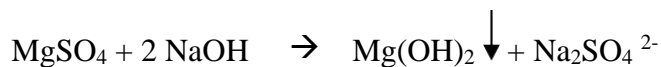


Pada reaksi diatas terjadi reaksi reduksi, hal ini dapat dibuktikan dengan cara menghitung bialangan oksidasinya.

Pada reaksi I :



Pada reaksi II :



Bilangan oksidasi Ca turun  $2+$  ke  $0$  sehingga terjadi reaksi reduksi. Begitu juga pada reaksi II. Bilangan Mg turun dari  $2+$  ke  $0$  sehingga juga terjadi reaksi reduksi.

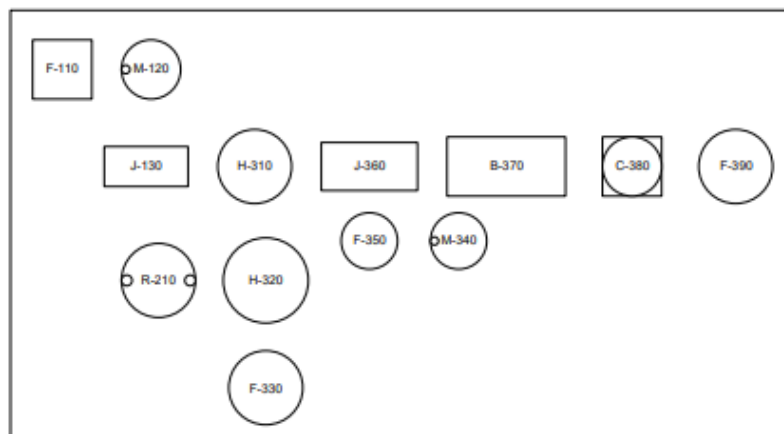


Reaksi tersebut berlangsung pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm. Produk reaksi dipompa (L-223) menuju thickener (H-320). Selanjutnya, larutan garam bersih diumpankan secara overflow ke Kristalizer (S-240), Kemudian diumpankan ke centrifuge II (H-320) guna mendapatkan garam dengan kadar air rendah . Kalium dari tangki penampungan (F-330). Larutan selanjutnya dipompa (L-331) melalui spray (X-332) ke screw conveyor (J-322), secara bersamaan kristal garam bersih hasil pemisahan centrifuge (H-320) diumpankan masuk. Pada screw conveyor (J-322) ini terjadi proses iodisasi yaitu penambahan unsur yodium pada kristal garam bersih untuk menghasilkan garam beryodium. Selanjutnya, kristal garam beryodium diumpankan ke rotary dryer (B-340) untuk proses lebih lanjut. Pada rotary dryer (B-340) kristal garam beryodium dikeringkan dengan menggunakan udara kering yang telah dipanaskan terlebih dahulu hingga 120°C menggunakan heater udara (E-342) yang dihembuskan dari blower (G-341). Udara yang keluar dari rotary dryer (B-340) menuju cyclone (H-343) untuk memisahkan produk garam beryodium yang terikut udara. Dan garam beryodium yang sudah dipisahkan diumpankan menuju cooling conveyor (E-344). Sedangkan produk yang keluar dari rotary dryer (B-340) langsung diumpankan ke cooling conveyor (E-344) untuk didinginkan hingga suhu 30°C. Produk Garam Beryodium diumpankan ke ball mill (C-350) dengan bucket elevator (J-345). Pada ball mill, produk garam beryodium dihaluskan hingga 35 mesh. Kemudian diayak pada screen (H-351), dimana produk oversize dikembalikan pada ball mill (C-350) dengan belt conveyor (J-352) dan bucket elevator (J-353). Sedangkan produk undersize diumpankan ke silo produk garam beryodium (F-360) dengan bantuan screw conveyor (J-354) dan bucket elevator (J-355).





**II.4. Tata Letak Peralatan**



**Gambar II. 6 Layout Peralatan Proses**

Keterangan Gambar :

<b>Nama Alat</b>	<b>Kode</b>
Gudang Garam Rakyat	F-110
Tangki Pembuatan Larutan Garam Jenuh	M-120
Screw Conveyor – 1	J-130
Centrifuge	H-310
Reaktor Pemurnian Larutan Garam Jenuh	R-210
Thickener	H-320
Tngki Overflow	F-330
Tangki Pelarutan KIO3	M-340
Tangki Penampung KIO3	F-350
Screw Conveyor – 2	J-360
Ball Mill	C-380
Silo Garam Beryodium	F-390