



TUGAS DESAIN PABRIK KIMIA - TK184803

**PRA DESAIN PABRIK GARAM INDUSTRI DARI
GARAM RAKYAT**

**Arianto Setia Budi
NRP. 0221174600023**

**Fahmi Dinar Rahadhian
NRP. 0221174600024**

**Dosen Pembimbing :
Prof. Dr. Ir. Achmad Roesyadi, DEA
NIP. 1950 04 28 1979 03 1 002
Hikmatun Ni'mah, S.T., M.Sc., Ph.D.
NIP. 1984 10 10 2009 12 2 006**

**DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI DAN REKAYASA SISTEM
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2020**



TUGAS DESAIN PABRIK KIMIA – TK184803

**PRA DESAIN PABRIK GARAM INDUSTRI
DARI GARAM RAKYAT**

Arianto Setia Budi
NRP. 02211746000023

Fahmi Dinar Rahadhian
NRP. 02211746000024

Dosen Pembimbing :
Prof. Dr. Ir. Achmad Roesyadi, DEA
NIP. 1950 04 28 1979 03 1 002
Hikmatun Ni'mah, S.T., M.Sc., Ph.D.
NIP. 1984 10 10 2009 12 2 006

DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI DAN REKAYASA SISTEM
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2020



PLANT DESIGN PROJECT – TK184803

**PLANT DESIGN INDUSTRIAL SALT
FROM SOLAR SALT**

Arianto Setia Budi
NRP. 0221174600023

Fahmi Dinar Rahadhian
NRP. 0221174600024

Advisors :
Prof. Dr. Ir. Achmad Roesyadi, DEA
NIP. 1950 04 28 1979 03 1 002
Hikmatun Ni'mah, S.T., M.Sc., Ph.D.
NIP. 1984 10 10 2009 12 2 006

**DEPARTMENT OF CHEMICAL ENGINEERING
FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY AND
SYSTEMS ENGINEERING
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA
2020**

LEMBAR PENGESAHAN

“PRA DESAIN PABRIK GARAM INDUSTRI DARI GARAM RAKYAT”

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik Kimia pada Program Studi S-1 Departemen Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Oleh :

Arianto setia Budi

0221174600023

Fahmi Dinar Rahadhian

0221174600024

Disetujui Oleh Tim Penguji Tugas Pra Desain Pabrik :

1. Prof. Dr. Ir. Achmad Roesyadi, DEA



(Pembimbing I)

2. Hikmatun Ni'mah, S.T., M.Sc., Ph.D.



(Pembimbing II)

3. Firman Kurniawansyah, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D.



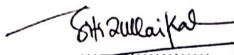
(Penguji I)

4. Prof. Dr. Ir. Tri Widjaja, M.Eng



(Penguji II)

5. Siti Zullaikah, S.T, MT, Ph.D.



(Penguji III)



INTISARI

Garam merupakan salah satu senyawa anorganik yang berbentuk kristal berwarna bening, larut dalam air dan bersifat higroskopis serta dapat berbentuk kubus ataupun kristal. Mempunyai rumus molekul NaCl (*Natrium Chlorida*) dan berat molekul 58,45. Dahulu pemanfaatan garam atau NaCl sangat terbatas dimana biasanya hanya digunakan untuk bumbu masak sebagai pemberi rasa asin pada makanan, obat-obatan tradisional dan pengasinan pada ikan guna pengawetan, namun kini kegunaan garam semakin luas seiring berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi. Terutama dalam penggunaan Garam Industri yang digunakan untuk menyokong perindustrian di Indonesia.

Produksi garam nasional secara keseluruhan di Indonesia mencapai rata-rata 1.000.000 ton/tahun. Untuk pemilihan garam rakyat sebagai bahan baku tentu sangat menguntungkan karena ketersediaan bahan baku yang mudah didapat, karena hampir semua garam yang diproduksi di Indonesia menggunakan cara konvensional dengan pemanfaatan panas matahari sehingga dihasilkan garam rakyat dengan kualitas yang masih rendah. Pendirian pabrik Garam Industri harus memperhatikan banyaknya produksi dan permintaan terhadap produk untuk menentukan kapasitas produksinya. Pabrik direncanakan mulai beroperasi tahun 2022 dan ditetapkan kapasitas produksi pabrik Garam Industri sebesar 100.000 ton/tahun.

Lokasi pendirian pabrik garam industri ini direncanakan di kecamatan Kapatakan, Kabupaten Cirebon, Jawa Barat. Dengan penentuan lokasi pendirian pabrik yang didasarkan pada beberapa alasan, yaitu dekat dengan bahan baku (garam rakyat melimpah), ketersediaan sumber air, ketersediaan power (PLN), tenaga kerja, sarana transportasi dan pemasaran dekat dengan jalan utama pantura.

Proses pembuatan garam industri terbagi atas enam macam, yaitu *Vacuum Pan Process*, *Open Pan*, *Rock Salt*

Mining, Solar Evaporation, rekristalisasi dan Pencucian dengan Brine. Proses pencucian dan rekristalisasi dipilih karena menghasilkan produk yang baik yaitu minimal 97%, untuk mendapatkan kualitas produk yang optimal.

Secara umum proses pembuatan garam industri dengan proses terpilih dibagi menjadi 4 tahapan proses, yaitu tahap *Pre-Treatment* bahan baku, tahap *Washing and Filtration*, tahap *Evaporation and Crystalization*, tahap *Drying and Packing* Produk. Proses pertama, bahan baku berupa garam rakyat dengan kandungan NaCl sebesar 88,00% dari gudang penyimpanan dimasukkan kedalam *Roll Crusher I (C-110)* agar kristal garam terpecah lebih kecil sehingga dapat dicuci pengotornya.

Proses kedua adalah pencucian dan pemisahan. Kristal garam yang telah terpecah akan dicuci dengan air proses pada *Mixer Tank* sehingga diharapkan pengotor akan larut. Produk garam industri dan *brine* kotor akan dipisahkan dengan *Thickener* untuk kemudian terjadi proses pemisahan awal larutan dan padatan garam dengan prinsip *Flotation*. Larutan garam yang *Overflow* dialirkan menuju Reaktor, sedangkan padatan yang tersedimen di bagian bawah *Thickener* akan dialirkan ke *Solid Waste Treatment*.

Proses ketiga Evaporasi dan Kristalisasi. Produk larutan *brine* setelah melewati proses pemurnian menuju ke tangki penampung selanjutnya di alirkan ke *double-effect evaporator*. Pada *evaporator* terjadi penguapan air dan kristalisasi NaCl. Kristalisasi ini terjadi sebagai akibat adanya penguapan air yang menyebabkan konsentrasi NaCl dalam air naik melebihi *solubilitynya* .

Proses keempat Pengeringan dan pengemasan produk. Padatan Kristal garam yang telah dipisahkan dari *brine* kemudian disalurkan menuju ke *Rotary Dryer* untuk dilakukan proses pengeringan. Pada *Rotary Dryer* terjadi proses pengeringan Kristal garam pada suhu 80.45°C dan tekanan 1 atm selanjutnya dilakukan pendinginan terlebih dahulu sebelum. Pada *Rotary*

Cooler terjadi proses pendinginan Kristal garam dengan udara pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm dengan udara dari *blower*. Produk keluaran dari *Rotary Cooler* akan langsung menuju proses *packing* dimana produk keluaran *cooler* diangkut menuju *roll crusher* yang selanjutnya dilakukan *size reduction* kembali. Setelah itu masuk ke *Product Silo* untuk selanjutnya akan dilakukan proses *Packing* dengan konsentrasi NaCl sebesar 99%.

Berdasarkan perhitungan neraca massa, untuk memenuhi kapasitas produksi sebanyak 100.000 ton/tahun dibutuhkan bahan baku garam rakyat sebanyak 25.825,499 kg/jam. Proses produksi juga didukung oleh tersebut dilaksanakan dengan 320 hari per tahunnya.

Pabrik garam industri ini merupakan perusahaan yang berbadan hukum Perseroan Terbatas (PT) dengan sistem organisasi garis dan staff. Untuk dapat mendirikan pabrik dengan kapasitas 100.000 ton/tahun diperlukan total modal investasi sebesar Rp. 135.410.719.455,79- dan total biaya produksi sebesar Rp. 256.126.782.64918,- dan hasil penjualan Rp. 325.663.000.000,00,- per tahun. Dengan estimasi umur pabrik 10 tahun, dapat diketahui *internal rate of return* (IRR) sebesar 39,58%, *pay out time* (POT) 5,34 tahun dan *break even point* (BEP) sebesar 38,54%.

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Kuasa atas segala rahmat dan karunia-Nya yang dicurahkan kepada kami sehingga kami dapat menyelesaikan laporan tugas akhir dengan judul :

“PRA DESAIN PABRIK GARAM INDUSTRI DARI GARAM RAKYAT”

Penulisan laporan ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan pada jenjang S-1 untuk memperoleh gelar kesarjanaan di Departemen Teknik Kimia FTIRS-ITS Surabaya.

Penulis menyadari dalam penyusunan laporan pra desain pabrik ini tidak akan selesai tanpa bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini kami ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Orang tua dan keluarga atas segala kasih sayang, kesabaran, doa dan pengorbanan dalam mendidik dan membesarkan kami.
2. Ibu Dr. Eng Widyastuti, S.T., M.T., selaku Kepala Departemen Teknik Kimia FTIRS-ITS.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Achmad Roesyadi, DEA. selaku Kepala Laboratorium Teknik Reaksi Kimia Departemen Teknik Kimia FTIRS-ITS serta dosen pembimbing I.
4. Ibu Hikmatun Ni'mah, S.T., MSc, Ph.D., selaku dosen pembimbing II.
5. Bapak/Ibu dosen penguji.
6. Teman-teman Lintas Jalur Genap 2017 Teknik Kimia FTIRS-ITS dan semua rekan-rekan Laboratorium Teknik Reaksi Kimia yang terus saling mendukung dan memberi semangat.
7. Seluruh civitas akademika Departemen Teknik Kimia FTIRS-ITS yang telah memberikan dukungan moril kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa laporan ini tidak luput dari berbagai kekurangan, sehingga saran dan kritik yang membangun dari pembaca sangat kami pelukan. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi semuanya.

Surabaya, 12 Januari
2020

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	
INTISARI.....	i
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
BAB I PENDAHULUAN	I-1
I.1. Latar Belakang	I-1
BAB II SELKSI DAN URAIAN PROSES	II-1
II.1. Kapasitas.....	II-1
II.2. Lokasi Pabrik.....	II-4
II.2.1. Faktor Utama Dalam Pemilihan Lokasi Pabrik	II-5
II.2.2. Faktor Pendukung Dalam Pemilihan Lokasi Pabrik	II-6
II.3. Kualitas Bahan Baku dan Produk	II-8
II.3.1. Potensi Bahan Baku.....	II-8
II.3.2. Kualitas Bahan Baku	II-8
II.3.3. Kualitas Produk	II-11
BAB III SELEKSI DAN URAIAN PROSES	III-1
III.1 Macam-Macam Proses Pembuatan dan Pemurnian Garam	III-1
III.1.1 Proses <i>Vacuum Pan</i>	III-1
III.1.2 Proses <i>Open Pan</i>	III-2
III.1.3 Proses Penambangan Garam	III-3
III.1.4 Proses Penguapan Air Laut.....	III-4
III.1.5 Proses Rekrystalisasi	III-6
III.1.6 Proses Pencucian dengan Brine.....	III-8
III.2. Pemilihan Proses.....	III-9
III.3. Uraian Proses	III-11
III.3.1 Tahap Pre-Treatment Bahan Baku	III-11
III.3.2 Tahap Washing dan Separasi	III-11
III.3.3 Tahap Evaporasi dan Rekrystalisasi.....	III-12

III.3.4 Tahap Pengeringan dan Pengemasan Produk	III-13
BAB IV NERACA MASSA DAN ENERGI	IV-1
IV.1. Perhitungan Neraca Massa	IV-1
IV.2. Perhitungan Neraca Energi	IV-17
BAB V DAFTAR DAN HARGA PERALATAN	V-1
BAB VI ANALISA EKONOMI	VI-1
VI.1. Pengelolaan Sumber Daya Manusia	VI-1
VI.1.1 Bentuk Badan Perusahaan.....	VI-1
VI.1.2 Sistem Organisasi Perusahaan.....	VI-1
VI.1.3 Struktur Organisasi Perusahaan	VI-3
VI.1.4 Status Karyawan dan Pengupahan	VI-6
VI.1.5 Status Karyawan dan Pengupahan	VI-7
VI.2. Utilitas.....	VI-10
VI.2.1 Unit Pengolahan Air.....	VI-10
VI.2.2 Unit Pembangkit Tenaga Listrik	VI-11
VI.2.3 Unit Penanganan Limbah.....	VI-11
VI.3 Analisa Ekonomi.....	VI-11
VI.3.1 Asumsi Perhitungan	VI-11
VI.3.2 Analisa Keuangan	VI-12
VI.3.3 Analisa Laju Pengembalian Modal (<i>IRR</i>).....	VI-13
VI.3.4 Analisa Waktu Pengembalian Modal (<i>POP</i>)	VI-13
VI.3.5 Analisa Titik Impas (<i>BEP</i>)	VI-13
BAB VII KESIMPULAN	VII-1
VII.1. Segi Teknis.....	VII-1
VII.2. Segi Ekonomis.....	VII-1
VII.3. Kesimpulan.....	VII-2
DAFTAR PUSTAKA.....	xiii
APPENDIKS A PEHITUNGAN NERACA MASSA	A-1
APPENDIKS B PEHITUNGAN NERACA ENERGI.....	B-1
APPENDIKS C SPESIFIKASI PERALATAN	C-1
APPENDIKS D PEHITUNGAN ANALISA EKONOMI	D-1

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1	Peta Kabupaten Rembang	II-4
Gambar III.1	Diagram Proses <i>Vacuum Pan</i>	III-1
Gambar III.2	Diagram Proses <i>Open Pan</i>	III-2
Gambar III.3	Diagram Proses Penambangan Garam	III-3
Gambar III.4	Diagram Proses Penguapan Air Laut	III-4
Gambar III.5	Diagram Proses Rekrystalisasi.....	III-11
Gambar VI.1	Struktur Organisasi Perusahaan	VI-2
Gambar VI.2	Kebutuhan Pekerja Operator Untuk Industri Kimia.....	VI-6
Gambar VI.3	Grafik <i>Break Even Point</i>	VI-13

DAFTAR TABEL

Tabel I.1	Sentra Produksi dan Luas Lahan Garam Nasional	I-2
Tabel II.1	SNI 3556:2010 Garam Konsumsi	II-1
Tabel II.2	SNI Garam Industri	II-2
Tabel II.3	Data Konsumsi, Produksi Impor dan Ekspor Garam Tahun 2010-2015.....	II-2
Tabel II.4	Data Pertumbuhan Konsumsi, Produksi, Impor dan Ekspor Garam	II-3
Tabel II.5	Proyeksi Produksi, Konsumsi, Ekspor dan Impor.....	II-3
Tabel II.6	Jumlah Penduduk dan Kepadatannya di Kabupaten Cirebon.....	II-7
Tabel II.7	Kualitas Bahan Baku Garam Rakyat	II-9
Tabel II.8	Standar kualitas garam industri menurut SNI 8207-2016	II-11
Tabel II.9	<i>Indian Standard Specification common salt for chemical industries</i>	II-12
Tabel III.1	Perbandingan Proses Pemurnian Garam	III-9
Tabel IV.1	Data Komposisi Garam Rakyat yang Digunakan.....	IV-1
Tabel IV.2	Neraca Massa Total Belt Conveyor I	IV-1
Tabel IV.3	Neraca Massa Total Sollar Salts Crusher	IV-2
Tabel IV.4	Neraca Massa Total Solar Salts Screener	IV-3
Tabel IV.5	Neraca Massa Total Bucket Elevator I.....	IV-4
Tabel IV.6	Neraca Massa Total Mixer	IV-4
Tabel IV.7	Neraca Massa Total Thickner.....	IV-5
Tabel IV.8	Neraca Massa Total Reaktor	IV-6
Tabel IV.9	Neraca Massa Total Settling Tank	IV-7
Tabel IV.10	Neraca Massa Total Tangki Penampung.....	IV-8
Tabel IV.11	Neraca Massa Total Evaporator Effect I.....	IV-9
Tabel IV.12	Neraca Massa Total Evaporator Effect II.....	IV-9
Tabel IV.13	Neraca Massa Total Vacuum Pan Crystallizer	IV-10

Tabel IV.14	Neraca Massa Total Centrifuge.....	IV-11
Tabel IV.15	Neraca Massa Total Belt Conveyor II.....	IV-11
Tabel IV.16	Neraca Massa Total Rotary Dryer.....	IV-12
Tabel IV.17	Neraca Massa Total Rotary Cooler	IV-13
Tabel IV.18	Neraca Massa Total Cyclone.....	IV-14
Tabel IV.19	Neraca Massa Total Industrial Salts Crusher	IV-14
Tabel IV.20	Neraca Massa Total Industrial Salts Screener.....	IV-15
Tabel IV.21	Neraca Massa Total Bucket Elevator II	IV-16
Tabel IV.22	Data Heat Capacities	IV-17
Tabel IV.23	Neraca Energi Total Mixer.....	IV-18
Tabel IV.24	Data komponen	IV-19
Tabel IV.25	Neraca Energi Total Reaktor.....	IV-19
Tabel IV.26	Neraca Energi Total Evaporator I	IV-20
Tabel IV.27	Neraca Energi Total Evaporator II	IV-20
Tabel IV.28	Neraca Energi Total Vacuum Pan Crystallizer	IV-21
Tabel IV.29	Neraca Energi Total Barometric Condensor.....	IV-21
Tabel IV.30	Neraca Energi Total Steam Jet Ejector.....	IV-22
Tabel IV.31	Neraca Energi Total Rotary Dryer	IV-22
Tabel IV.32	Neraca Energi Total Electric Heater	IV-23
Tabel IV.33	Neraca Energi Total Rotary Cooler.....	IV-23
Tabel VI.1	Perincian Jumlah Karyawan.....	VI-9
Tabel VI.2	Parameter Perhitungan Ekonomi.....	VI-12

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB I LATAR BELAKANG

I.1 Latar Belakang

Garam merupakan komoditas yang sangat penting bagi kehidupan masyarakat. Selain untuk konsumsi, garam banyak diperlukan dalam beberapa industri, diantaranya untuk pengawetan dan campuran bahan kimia. Banyaknya kebutuhan garam membuat negara harus memproduksi untuk memenuhi kebutuhan garam nasional. Ditunjang oleh kekayaan alam yang menjadi modal utama produksi garam. Indonesia memiliki potensi sumber daya alam perairan yang sangat besar. Potensi perairan ini dapat dimanfaatkan salah satunya sebagai bahan dasar produksi komoditi garam (NaCl) (Salim dan Munadi, 2016).

Garam berdasarkan fungsinya terbagi menjadi dua jenis yaitu garam konsumsi dan garam industri. Garam konsumsi adalah garam dengan kadar NaCl minimal 94,7%. Untuk garam industri dibutuhkan kualitas garam yang lebih baik, misalnya pada industri perminyakan, tekstil dan penyamakan kulit memiliki kandungan NaCl diatas 97,5%, industri *chlor alkaline plant* dengan NaCl diatas 98,5% dan industri *pharmaceutical salt* (garam farmasi) dengan kadar NaCl diatas 99,8% dan *impurities* mendekati 0. Garam industri merupakan garam yang digunakan baik sebagai bahan baku maupun sebagai bahan tambahan untuk industri lain. Kebutuhan garam industri sebagian besar dipenuhi oleh pasokan impor untuk industri *Chlor Alkali Plant* (CAP) yang digunakan sebagai bahan dasar dalam pembuatan gas klorin, non CAP sebesar 1,78 juta ton atau mencapai 83,54 persen seperti di industri pengolahan logam sebagai pemurni alumunium, industri sabun sebagai pemisah gliserol dari air, industri karet sebagai pemisah karet dari getahnya, dan industri-industri lainnya. Artinya produksi garam industri di dalam negeri masih belum mampu memenuhi kebutuhan garam industri nasional. Hal ini terkait dengan kadar NaCl untuk garam industri cukup tinggi dibandingkan garam konsumsi, sehingga perlu pembinaan dari sisi teknologi kepada

produsen garam di dalam negeri untuk dapat menghasilkan garam industri agar tidak tergantung kepada pasokan impor (Salim dan Munadi, 2016).

Kebutuhan garam nasional diperkirakan pada tahun 2015 mencapai 2,6 juta ton. Namun pada kenyataannya kebutuhan garam nasional mencapai 3,37 juta ton pada tahun 2015. Dari angka tersebut kebutuhan untuk garam industri mencapai 2,95 juta ton sedangkan kebutuhan untuk garam konsumsi hanya sebesar 783,78 ribu ton. Pada tahun 2017 kebutuhan garam industri sebesar 2,1 juta ton, namun pada tahun 2018 terjadi peningkatan kebutuhan garam industri sebesar 76,19 % menjadi 3,9 juta ton. Hal ini menunjukkan bahwa kebutuhan garam untuk sektor industri sendiri berkontribusi lebih dari 80% dari total kebutuhan garam nasional. (Kementerian Perindustrian, 2018).

Produksi garam di Indonesia tersebar di seluruh wilayah seperti yang ditunjukkan oleh **Tabel 1.1** Kabupaten dengan produksi garam tertinggi adalah Kabupaten Cirebon dengan produksi sebesar 435.439 ton, sedangkan kabupaten dengan produksi garam terendah adalah Kabupaten Alor dengan total produksi 315,10 ton. Data lengkap produksi garam rakyat dapat dilihat pada **Tabel 1.1**.

Tabel I.1 Sentra Produksi dan Luas Lahan Garam Nasional

No	Kabupaten/ Kota	Produksi (ton)	Luas Lahan (Ha)	Produksi vitas (ton/Ha/ musim)
1.	Aceh Utara	1.781,00	13,00	137,00
2.	Aceh Besar	800,00	67,60	11,83
3.	Aceh Timur	554,84	18,13	30,60
4.	Pidie	6.000,00	24,72	242,72
5.	Karawang	8.446,00	161,00	52,46
6.	Cirebon	435.439,00	3.858,00	112,87
7.	Indramayu	317.122,36	2.714,00	116,85
8.	Brebes	53.629,50	430,00	124,72

9.	Demak	130.118,00	1.271,00	102,37
10.	Jepara	56.614,30	501,02	113,00
11.	Pati	381.704,00	2.838,11	134,49
12.	Rembang	218.491,00	1.568,65	139,29
13.	Tuban	29.425,14	272,06	108,16
14.	Lamongan	38.804,00	213,00	182,18
15.	Pasuruan	19.354,40	266,55	72,61
16.	Kota Pasuruan	12.490,00	116,00	107,67
17.	Probolinggo	23.004,51	359,82	63,93
18.	Gresik	16.535,73	163,52	101,12
19.	Sidoarjo	17.720,52	242,95	72,94
20.	Surabaya	86.226,86	894,54	96,39
21.	Bangkalan	9.500,00	178,84	53,12
22.	Sampang	398.983,61	3.064,55	130,19
23.	Pamekasan	123.534,65	929,00	132,98
24.	Sumenep	236.117,96	2.068,00	114,18
25.	Karangasem	720,14	10,42	69,11
26.	Buleleng	9.827,48	33,45	293,80
27.	Sumbawa	3.306,35	101,93	32,44
28.	Kota Bima	1.688,10	29,40	57,42
29.	Bima	152.439,20	1.743,02	87,46
30.	Lombok Barat	4.355,00	142,10	30,65
31.	Lombok Tengah	2.788,23	55,56	50,18
32.	Lombok Timur	12.228,70	263,80	46,36
33.	Kupang	2.350,70	54,78	42,91
34.	Ende	351,00	22,32	15,73
35.	Timor Tengah	1.100,70	7,50	146,76
36.	Alor	315,10	17,00	18,54

37.	Sumba Timur	846,13	42,00	20,15
38.	Manggarai	441,00	10,00	44,10
39.	Nagekeo	2.478,89	180,00	13,77
40.	Pohuwato	709,83	87,20	8,14
41.	Pangkep	42.268,31	420,98	100,40
42.	Takalar	14.243,00	104,00	136,95
43.	Jeneponto	40.274,30	434,66	92,66
44.	Kep, Selayar	331,65	15,00	22,11
45	Total	2.915.461,19	26.009,18	

Sumber : Ditjen PRL, 2015

Indonesia saat ini telah mampu memenuhi kebutuhan garam konsumsi dalam negeri, namun kebutuhan garam industri masih belum dapat dipenuhi melalui produksi dalam negeri sehingga pemenuhan kebutuhan garam industri dalam negeri masih mengandalkan impor. Hal ini merupakan permasalahan yang perlu segera diselesaikan. Pasalnya Indonesia memiliki sumber daya yang memadai untuk mencapai swasembada garam konsumsi maupun garam industri. Garam rakyat yang diproduksi petani garam perlu diserap oleh industri pengolahan garam agar dapat ditingkatkan kualitasnya sehingga memenuhi persyaratan sebagai garam industri sekaligus menambah nilai jual yang tinggi dan memberdayakan petani garam rakyat, selain itu untuk mengurangi impor garam industri sehingga dapat memenuhi kebutuhan garam industri dalam negeri. Oleh karena itu, adanya pabrik pengolahan garam rakyat menjadi garam industri mutlak diperlukan agar Indonesia dapat memaksimalkan potensinya dalam hal produksi komoditi garam.

BAB II BASIS DESAIN DATA

II.1 Kapasitas

Garam merupakan benda kristal berbentuk padatan berwarna putih dengan komponen utama penyusunnya adalah Natrium Klorida (NaCl) dan mengandung senyawa lain seperti Magnesium Sulfat (MgSO_4), Kalsium Sulfat (CaSO_4), Magnesium Klorida (MgCl_2) dan lain-lain. Garam mempunyai sifat karakteristik higroskopis yang berarti mudah menyerap air, mempunyai titik lebur yang tinggi, mempunyai pH netral, dan dapat menghantar listrik. Garam dapat diperoleh dengan lima cara, yaitu proses *vacuum pan* (*Multiple Effect Evaporation*), proses *open pan* (*The Grainer Process*), penguapan air laut dengan sinar matahari, penambangan batuan garam (*rock slat minig*) dan dari air sumur garam (*brine wells*). Proses produksi garam di Indonesia pada umumnya dilakukan dengan metode penguapan air laut dengan bantuan sinar matahari (Irma, 2013).

Garam terbagi atas garam konsumsi dan garam industri. Perbedaan keduanya terletak pada kadar NaCl -nya dan spesifikasi mutu. Untuk garam industri, penggunaannya dapat dilihat pada industri soda elektrolisis, industri pembuatan sabun sebagai pemisah antara gliserol dan air, industri karet sebagai pemisah antara karet dari getahnya dan industri perminyakan (Rositawati, dkk, 2013). Berikut adalah spesifikasi garam konsumsi dan garam industri yang di tunjukkan pada **Tabel II.1 dan Tabel II.2** :

a. Garam Konsumsi

Tabel II.1 SNI 3556:2010 Garam Konsumsi

Parameter	Satuan	Persyaratan
Kadar air (H_2O)	%	Maks 7
Kadar NaCl (natrium klorida) dihitung dari jumlah klorida (Cl)	%	Min. 94 adbk

Bagian yang tidak larut dalam air	%	Maks. 7
Kadmium (Cd)	mg/kg	Maks. 0,5
Timbal (Pb)	mg/kg	Maks. 10
Raksa (Hg)	mg/kg	Maks. 0,1
Cemaran Arsen (As)	mg/kg	Maks. 0,1

b. Garam Industri

Tabel II.2 SNI Garam Industri

Parameter	Satuan	Persyaratan (Garam industri soda kostik)	Persyaratan (Garam industri aneka pangan)
Kadar air (H ₂ O)	%	Maks. 2,5	Maks. 0,5
Kadar NaCl (natrium klorida) dihitung dari jumlah klorida (Cl)	%	Min. 96 adbb	Min. 97 adbk
Bagian yang tidak larut dalam air	%	Maks. 0,05	Maks. 0,5
Kalsium (Ca)	-	Maks. 0,1	Maks. 0,06
Magnesium (Mg)	-	Maks. 0,05	Maks. 0,06
SO ₄	-	Maks. 0,2	-
KIO ₃	-	-	Min. 30 adbk
Cd	mg/kg	-	Maks. 0,5
Pb	mg/kg	-	Maks. 10
Hg	mg/kg	-	Maks. 0,1
As	mg/kg	-	Maks. 0,1

(Sumber : KPRI, 2012)

Tabel II.3 Data Konsumsi, Produksi Impor dan Ekspor Garam Tahun 2010-2015

Uraian	Tahun (Satuan Ton)					
	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Kebutuhan Garam Industri	1.802.750	1.802.750	2.027.500	2.447.189	2.551.225	3.147.189
Produksi Garam Industri	102.497	156.713	307.348	156.829	315.000	345.000
Impor Garam Industri	2.083.285	2.835.755	2.212.507	1.922.269	2.267.095	1.861.850
Ekspor Garam Industri	2.064	1.917	2.638	2.849	2.546	1.705

(Sumber : Ditjen PRL, 2015)

Tabel II.4 Data Pertumbuhan Konsumsi, Produksi, Impor dan Ekspor Garam

Tahun	Konsumsi	Produksi	Impor	Ekspor
	(%)	(%)	(%)	(%)
2011	0,000	0,529	0,361	-0,071
2012	0,125	0,961	-0,220	0,376
2013	0,207	-0,490	-0,131	0,080
2014	0,043	1,009	0,179	-0,106
2015	0,234	0,095	-0,179	-0,330
Jumlah	0,608	2,104	0,011	-0,052
Rata-rata	0,122	0,421	0,002	-0,010

Dari **Tabel II.3** dan **Tabel II.4** jumlah konsumsi garam industri diatas pada tahun 2011-2015 menunjukkan bahwa

konsumsi garam industri pada tahun 2011 hingga 2015 seluruhnya digunakan untuk kebutuhan dalam negeri pada tahun 2011; 2012; 2013; 2014 dan 2015 secara berturut-turut sebesar 0,000% ; 0,125% ; 0,207% ; 0,043% dan 0,234%. Sehingga dari data konsumsi garam industri tahun 2011 sehingga 2015 mengambil rata-rata pertumbuhan sebesar 0,122%.

Perancangan pra desain pabrik garam industri didasarkan pada data statistik kebutuhan garam tahun 2011 hingga 2015. Perkiraan kebutuhan garam di Indonesia pada tahun 2022 dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$F=P(1+i)^n$$

Dimana :

F = nilai pada tahun ke-n

P = nilai pada tahun awal

n = selisih antara tahun awal dengan tahun prediksi

i = pertumbuhan rata-rata

Dengan menggunakan persamaan tersebut dapat diprediksi kapasitas produksi, kebutuhan, ekspor, dan impor dalam kg/tahun pada tahun 2022 sebagai berikut :

Tabel II.5 Proyeksi produksi, konsumsi, ekspor dan impor garam industri tahun 2022

Proyeksi	Berat (Ton)
Produksi	4.033.178
Konsumsi	7.025.380
Ekspor	1.585
Impor	1.890.357

Dari keterangan di atas dapat diperoleh kebutuhan Garam Industri yang belum terpenuhi pada tahun 2022 sebesar :

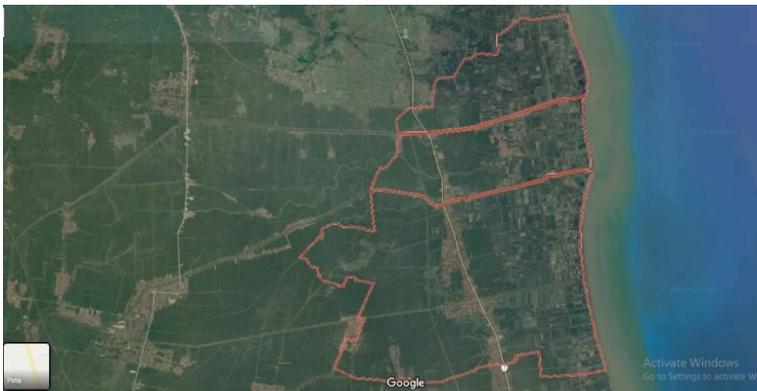
$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan garam} &= [F(\text{konsumsi}) + F(\text{ekspor})] - [F(\text{produksi} + \\ &\quad F(\text{impor}))] \\ &= [7.025.380+1.585]-[4.033.178+1.890.357] \\ &= 99.308 \text{ Ton/Tahun} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan maka kebutuhan garam industri pada tahun 2022 akan mencapai 7.025.380 Ton/Tahun. Dikarenakan selama ini kebutuhan garam industri dipenuhi dari impor, sehingga diputuskan kapasitas produksi sebesar 99.308 ton/tahun lalu dibulatkan menjadi 100.000 ton/tahun untuk memenuhi sekitar 9% kebutuhan pasar garam industri di Indonesia.

II.2 Lokasi Pabrik

Lokasi suatu pabrik merupakan salah satu hal yang penting dalam pembuatan suatu pabrik. Lokasi pabrik dapat mempengaruhi kedudukan pabrik dalam persaingan pasar. Tata letak peralatan dan fasilitas dalam suatu rancangan pabrik merupakan syarat penting untuk memperkirakan biaya secara akurat sebelum mendirikan pabrik yang meliputi desain sarana perpipaan, fasilitas bangunan, jenis dan jumlah peralatan dan kelistrikan. Hal ini secara khusus akan memberikan informasi yang dapat diandalkan terhadap biaya bangunan dan tempat sehingga dapat diperoleh perhitungan biaya yang terperinci sebelum pendirian pabrik. Idealnya, lokasi yang dipilih harus dapat memberikan keuntungan untuk jangka panjang dan dapat memberikan kemungkinan untuk memperluas pabrik.

Lokasi pabrik garam industri direncanakan akan dibangun di Kecamatan Kapetakan, Kabupaten Cirebon, Jawa Barat.



Gambar 11.1 Peta Kabupaten Cirebon

II.2.1 Faktor utama dalam Pemilihan Lokasi

1. Ketersediaan Bahan Baku

Ketersediaan bahan baku adalah salah satu faktor penting dalam penentuan lokasi pabrik. Jika bahan baku yang dibutuhkan dalam jumlah besar maka dibutuhkan lokasi yang dekat dengan sumber bahan baku untuk mengurangi biaya transportasi atau pengangkutan bahan. Berdasarkan **Tabel I.1** daerah dengan produktivitas tertinggi yaitu Kabupaten Pidie, Cirebon, dan Pati. Namun, di Kabupaten Pidie mempunyai jumlah produksi sebesar 6.000 ton yang relatif kecil apabila dibandingkan dengan Kabupaten Cirebon yang mempunyai jumlah produksi sebesar 435.439 ton. Sehingga pemilihan lokasi pabrik direncanakan di Kabupaten Cirebon, Jawa Barat.

2. Transportasi

Sarana dan transportasi yang terdapat di Kabupaten Cirebon yang mendukung pendistribusian hasil produksi seperti untuk darat terdapat :

1. Jalan Pantura dan jalan bebas hambatan yang menghubungkan kabupaten Cirebon dengan Provinsi Jawa Tengah dan Provinsi D.K.I Jakarta sehingga memudahkan pendistribusian ke pusat Ibukota.
2. Terminal barang atau angkut dan pelabuhan.

3. Pemasaran

Lokasi pemasaran merupakan salah satu aspek dalam pemilihan lokasi pabrik. Target pemasaran garam industri yaitu di daerah Jawa Barat karena salah satu produsen dan konsumen terbesar dari garam Industri berada di daerah Jawa Barat. Di daerah Jawa Barat banyak terdapat Industri Farmasi, Kimia, Aneka Pangan, dan Perminyakan.

4. Tenaga Kerja
Tenaga kerja merupakan faktor yang turut berpengaruh dalam pemilihan lokasi pabrik, diusahakan pabrik berada di daerah yang masyarakatnya mempunyai latar belakang pendidikan yang cukup maju, sehingga bisa meminimalkan upah tenaga kerja. Berdasarkan data di Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Cirebon, pada tahun 2018 angka pengangguran mencapai 89.000 jiwa. Faktor penyebab utama adalah minimnya lapangan pekerjaan yang tersedia. Hal ini disebabkan karena sedikitnya industri yang beroperasi, sehingga penyerapan tenaga kerja pun rendah. Kabupaten Cirebon sendiri terletak di tengah-tengah antara Kota Bandung dan Kota Semarang, dimana banyak Institusi Perguruan Tinggi berkualitas seperti : Universitas Indonesia di Jakarta, Institut Teknologi Bandung di Bandung, Universitas Diponegoro dan Universitas Negeri Semarang di Semarang.
5. Ketersediaan Air dan Listrik
Utilitas meliputi penyediaan air, bahan bakar, dan listrik. Kebutuhan listrik dapat dipenuhi dari Perusahaan Listrik Negara (PLN) dan Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Kabupaten Cirebon dengan kapasitas 515 MW. Untuk sarana penyediaan air berupa *raw water* yang diperoleh dari sungai yang ada di sekitar Kabupaten Cirebon yaitu Sungai Ciberes. Sedangkan bahan bakar industri berupa minyak bumi, dapat diperoleh dari PT Pertamina Persero Balongan.
6. Kondisi Letak Geografis
Kondisi wilayah suatu daerah juga merupakan hal yang cukup penting dalam menentukan lokasi pendirian pabrik. Berdasarkan data Badan Meteorologi dan Geofisika Provinsi Jawa Barat pada

tahun 2017. Data ini nantinya dapat dijadikan basis desain pabrik garam industri yang akan direncanakan mulai beroperasi pada tahun 2022.

- Kelembaban udara rata-rata = 48 - 93%
- Suhu udara rata-rata = 27 - 31°C
- Curah hujan rata-rata = hujan ringan
- Gempa = tidak ada data
- Kecepatan angin rata-rata = 14 - 18 km/jam
- Arah angin = Selatan–Timur

II.2.2 Faktor Pendukung dalam Pemilihan Lokasi Pabrik

1. Harga Tanah dan Gedung
Daerah Kabupaten Cirebon terutama Kecamatan Kapetakan bukan daerah metropolis, sehingga harga tanah dan bangunan masih terjangkau.
2. Kemungkinan Perluasan Pabrik
Sluke merupakan daerah yang tidak terlalu padat penduduk, daerahnya masih terdapat lahan kosong, sehingga masih banyak terdapat lahan yang dapat dimanfaatkan untuk perluasan area pabrik. Hal ini dibuktikan pada **Tabel II.1**:

Tabel II.6 Jumlah Penduduk dan Kepadatannya di Kabupaten Cirebon

No.	Kecamatan	Luas Wilayah (Km ²)	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Kepadatan (Jiwa/Km ²)
1	Waled	28,46	51.936	1824.877
2	Pasaleman	32,11	30.646	954.407
3	Ciledug	13,25	44.306	3343.849
4	Pabuaran	8,95	34.968	3907.039
5	Losari	39,07	59.087	1512.337
6	Pabedilan	24,08	59.594	2474.834
7	Babakan	21,93	70.544	3216.781

8	Gebang	31,68	63.421	2001.926
9	Karangsembung	15,14	36.664	2421.664
10	Karangwareng	23,12	30.036	1299.135
11	Lemahabang	21,49	53.595	2493.951
12	Susukan Lebak	18,74	40.621	2167.609
13	Sedong	31,02	43.454	1400.838
14	Astanajapura	25,47	70.261	2758.579
15	Pangenan	30,54	44.841	1468.271
16	Mundu	25,58	70.518	2756.763
17	Beber	32,25	40.471	1254.915
18	Greged	29,92	57.619	1925.769
19	Talun	21,21	67.585	3186.469
20	Sumber	25,65	85.930	3350.097
21	Dukupuntang	26,40	60.525	2292.614
22	Palimanan	17,18	60.651	3530.326
23	Plumbon	18,19	67.669	3720.121
24	Depok	15,55	62.126	3995.241
25	Weru	9,19	54.691	5951.143
26	Plered	11,34	50.147	4422.134
27	Tengahtani	8,97	37.993	4235.563
28	Kedawung	9,58	54.969	5737.891
29	Gunungjati	20,55	74.047	3603.260
30	Kapetakan	60,20	56.353	936.096
31	Suranenggala	22,98	43.100	1875.544
32	Klangenan	20,57	46.684	2269.519
33	Jamblang	17,76	38.013	2140.372
34	Arjawinangun	24,11	57.201	2372.501
35	Panguragan	20,31	45.797	2254.899
36	Ciwaringin	17,79	33.647	1891.343
37	Gempol	30,73	45.561	1482.623
38	Susukan	50,10	67.321	1343.733
39	Gegesik	60,38	72.315	1197.665
40	Kaliwedi	27,82	41.271	1483.501
Total		989,36	2.126.178	102456.197

II.3 Kualitas Bahan Baku dan Produk

II.3.1 Potensi Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan adalah *crude salt*, yang merupakan garam curah yang dihasilkan oleh petani garam. Garam curah ini dibuat dari air laut dengan kadar garam tinggi. Indonesia memiliki panjang garis pantai mencapai 99.093 kilometer, sehingga potensi bahan baku garam di Indonesia sangat besar.

Pusat produksi garam di Indonesia tersebar di beberapa daerah dan terkonsentrasi di Jawa dan Madura serta beberapa lokasi di Sulawesi dan Nusa Tenggara. Luas area tambak garam di Jawa mencapai 15.870,2 ha, dengan sebarannya di Jawa Barat, Jawa Tengah, dan Jawa Timur. Dimana Jawa Tengah merupakan wilayah terbesar kedua penghasil garam di pulau Jawa.

II.3.2 Kualitas Bahan Baku

Secara umum garam rakyat dikelompokkan dalam tiga jenis, yaitu:

1. K-1 yaitu kualitas terbaik yang memenuhi syarat untuk bahan industri maupun untuk konsumsi dengan komposisi sebagai berikut:
 - NaCl : 97,46 %
 - Bagian yang tidak larut dalam air : 0,723 %
 - Ca : 0,409 %
 - Mg : 0,04 %
 - H₂O : 0,63 %
 - *Impurities* : 0,65 %
2. K-2 yaitu kualitas di bawah K-1, garam jenis ini harus dikurangi kadar berbagai zat agar memenuhi standar sebagai bahan baku industri. Kadar garam ini berkisar antara 90-94 %.
3. K-3 merupakan garam kualitas terendah sebagai produksi rakyat. Biasanya kadarnya antara 88-90 %, kadang-kadang bercampur tanah, sehingga warnanya agak kecoklatan ditunjukkan pada **Tabel II.7**

Tabel II.7 Kualitas Bahan Baku Garam Rakyat

No.	Komponen	% berat
1.	NaCl	88,0
2.	CaSO ₄	1,65
3.	MgCl ₂	1,72
4.	MgSO ₄	1,77
5.	<i>Impurities</i>	2,66
6.	H ₂ O	4,2
Total		100

(PT. Garam Persero)

Sifat bahan baku dan bahan penunjang untuk pemurnian garam rakyat dengan spesifikasi sebagai berikut :

1. Garam Rakyat

a. Rumus Molekul : NaCl

b. Sifat Fisik

- Berat molekul : 58,44 g/mol
- Densitas : 2160 kg/m³
- Titik lebur : 801 °C
- Titik didih : 1413°C
- Warna : putih
- Bau : tidak berbau
- Kelarutan dalam air : 35,9 mg/100mL (25°C)
- Bentuk : kristal
- Specific Gravity: 2,163
- Melting Point : 801°C
- Boiling Point : 1413°C
- Solubility, CW : 35,7 kg/ 100 kg H₂O (H₂O =0°C)
- Solubility, HW : 39,8 kg/ 100 kg H₂O (H₂O =100°C)

c. Sifat Kimia

- Dapat bereaksi dengan asam maupun basa
- Tidak beracun
- Mudah dipisahkan dari larutan garam-air

2. *Brine*
 - a. Rumus Molekul : NaCl
 - b. Sifat Fisik (76% solution)
 - Berat molekul : 48,73 g/mol
 - Densitas : 1201 kg/m³
 - Titik lebur : 1,33°C
 - Titik didih : 108,88°C
 - Specific Gravity: 1,201
 - c. Sifat Kimia
 - Pada fase liquid, dapat melarutkan zat-zat kimia lain
 - pH : 6-9

3. Natrium Hidroksida
 - a. Rumus Molekul : NaOH
 - b. Sifat Fisik
 - Berat molekul : 40 g/mol
 - Densitas : 2100 kg/m³
 - Titik lebur : 318.4°C
 - Titik didih : 1390°C
 - Warna : putih
 - Bau : berbau kaustik
 - Bentuk : padat
 - c. Sifat Kimia
 - Larut dalam air, ethanol dan methanol

4. Natrium Karbonat
 - a. Rumus Molekul : Na₂CO₃
 - b. Sifat Fisik
 - Berat molekul : 105,99 g/mol
 - Densitas : 2540 kg/m³
 - Titik lebur : 825°C
 - Titik beku : 851°C
 - Specific Gravity: 2,533 kg/m³

- Warna : putih
- c. Sifat Kimia
- Larut dalam air panas dan gliserol
 - Larut sebagian dalam air dingin
 - Tidak larut dalam aceton dan alkohol
5. Barium Klorida
- a. Rumus Molekul : $BaCl_2$
- b. Sifat Fisik
- Berat molekul : 208,23 g/mol
 - Densitas : 3856 kg/m³
 - Titik lebur : 962 °C
 - Titik Didih : 1560 °C
 - Spesific Gravity: 2,96
 - Warna : putih
- c. Sifat Kimia
- Larut dalam asam dan metanol
- (Kirk, R.E and Othmer D.F : "Encyclopedia of Chemical Technology")*

II.3.3 Kualitas Produk

Karakter utama yang dapat menjelaskan garam industri sebagai produk komersial ditentukan oleh beberapa parameter fisik dan kimia. Standar yang mengatur mengenai hal ini adalah SNI 8207-2016 yang ditunjukkan pada **Tabel II.8**

Tabel II.8 Standar kualitas garam industri menurut SNI 8207-2016

Parameter	Standar
NaCl, min	97 %
H ₂ O, maks	0,5 %
Ca, maks	0,06 %
Mg, maks	0,06 %

Bagian yang tidak larut dalam air, maks	0,5 %
<i>Impurities</i>	1,88 %
Bentuk	Padatan Kristal
Warna	Putih

Sebagai pembandingan, terdapat standar garam industri dari India di **Tabel II.9**

Tabel II.9 *Indian Standard Specification for common salt for chemical industries*

Parameter	Standar Grade 1	Standar Grade 2
NaCl, min	99,5 %	98,5 %
Ca, max	0,03 %	0,2 %
Mg, max	0,01 %	0,1 %
SO ₄ , max	0,2 %	0,6 %

Kami menargetkan produk kami adalah garam industri seperti yang tertera pada **Tabel II.9** dengan kandungan NaCl minimum 99%. Produk garam industri ini memiliki prospek yang cukup bagus. Garam industri yang akan diproduksi ini diharapkan memiliki kualitas yang sama seperti garam impor, sehingga dapat bersaing dalam pasar garam.

Hingga saat ini, industri *Sodium Chloride* (NaCl) yang ada di Indonesia memiliki perkembangan yang stabil. Hal tersebut dapat terlihat jelas dari berkembangnya industri-industri makanan siap saji, pengawetan makanan dan minuman serta farmasi terus berkembang di Indonesia. Dengan berbagai peluang yang sangat

besar tersebut, maka dapat disimpulkan jika pendirian pabrik pemurnian garam di Indonesia akan memiliki peluang investasi yang menguntungkan. Garam industri digunakan untuk:

- **Industri Kimia**

Jenis garam yang digunakan untuk memproduksi senyawa kimia antara lain *Clor Alkali Plant (CAP)*, dengan standar *high grade*, kadar NaCl min 96 % atas dasar basis kering (adbk), kadar air (b/b) maks 2,5 %, *Calcium (Ca)* maks 0,1 % atas dasar basis basah (adbb), *Magnesium (Mg)* maks 0,05% (adbb), bagian yang tidak larut dalam air maks 0,05% kadar sulfat (SO₄) 0,2% (adbb). Hasil produk CAP digunakan antara lain untuk : Industri kertas, industri PVC, sabun/detergen dan tekstil.

- **Industri Aneka Pangan**

Garam yang beryodium maupun tidak beryodium digunakan sebagai bahan baku penolong pada industri aneka pangan untuk memproduksi makanan maupun minuman. Spesifikasi garam industri aneka pangan adalah garam yang beryodium maupun tidak beryodium dengan standar *food grade* dan telah diolah dengan tingkat kehalusan tertentu dengan kadar NaCl, *Magnesium (Mg)* maks. 0,06%, kadar air (b/b) maks. 0,5%, bagian yang tidak larut dalam air maks. 0,5% dan cemaran logam Kadmium (cd) maks. 0.5 mg/kg, Timbal (Pb) maks. 10 mg/kg, Raksa (Hg) maks. 0.1 mg/kg dan arsen (as) maks 0,1 mg/kg. Untuk yang beryodium min 30 mg/kg (adbk).

- **Garam Industri Farmasi**

Garam yang digunakan sebagai bahan penolong pada industri farmasi. Spesifikasi garam untuk industri farmasi adalah jenis garam dengan kadar NaCl min 99.8% (adbk) dengan kadar impuritis mendekati 0.01%. Garam jenis ini digunakan pada industri farmasi antara lain pembuatan cairan infus, cairan pembersih darah (Haemodialisa) atau garam murni (*pure analysis-p.a*).

- **Garam Industri Perminyakan**

Garam industri perminyakan merupakan jenis garam yang digunakan sebagai bahan penolong pada proses pengeboran minyak. Spesifikasi garam industri perminyakan yaitu garam yang mempunyai kadar NaCl min 95% (adbk). Sulfat (SO_4) maks. 0,5%, *Calcium* (Ca) maks. 0,2% dan *magnesium* (Mg) maks. 0,3% dengan kadar air 3-5%.

Kebutuhan garam industri nasional tahun 2018 sekitar 3,7 juta ton. Bahan baku ini akan disalurkan kepada industri *Chlor Alkali Plant* (CAP), untuk memenuhi permintaan industri kertas dan petrokimia sebesar 2.488.500 ton. Selain itu, bahan baku garam juga didistribusikan kepada industri farmasi dan kosmetik sebesar 6.846 ton serta industri makanan dan minuman 535.000 ton. Sisanya, kebutuhan bahan baku garam sebanyak 740.000 ton untuk sejumlah industri, seperti industri pengasinan ikan, industri penyamakan kulit, industri pakan ternak, industri tekstil dan resin, industri pengeboran minyak, serta industri sabun dan detergen (Kemenperin, 2018).

Sampai saat ini industri CAP, industri farmasi dan industri makanan dan minuman merupakan konsumen garam industri yang paling besar. Hal ini memang dapat dimaklumi, karena garam memang menjadi bahan baku dari industri tersebut.

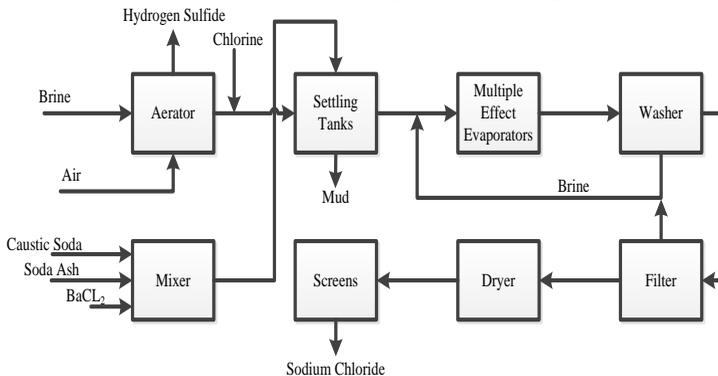
BAB III SELEKSI DAN URAIAN PROSES

III.1 Macam-Macam Proses Pembuatan dan Pemurnian Garam

Menurut Dale W. Kauffman, ada beberapa macam proses pembuatan dan pemurnian garam (*sodium chloride*) dengan bahan baku berupa garam kasar maupun *brine*. Adapun metode–metode yang dimaksud antara lain:

1. Proses *Vacuum Pan (Multiple Effect Evaporation)*
2. Proses *Grainer (Open Pan)*
3. Proses Penambangan Garam (*Rock Salt Mining*)
4. Proses Penguapan Air Laut (*Solar Evaporation*)
5. Proses Rekrystalisasi
6. Proses Pencucian dengan *Brine (Washing)*

III.1.1 Proses *Vacuum Pan (Multiple effect Evaporator)*



Gambar III.1 Diagram Alir Proses *Vacuum Pan*
(*Multiple Effect Evaporator*)

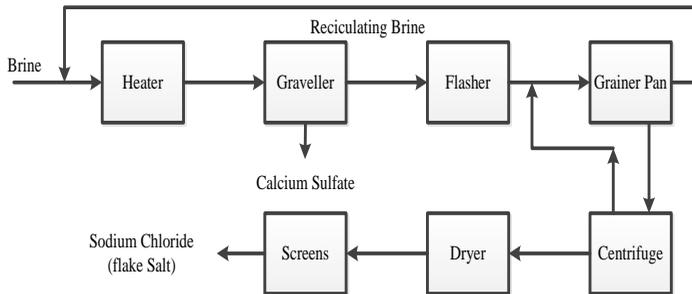
Pada proses *vacuum pan* seperti yang bisa dilihat pada **Gambar III.1** biasanya digunakan *saturated brine* atau leburan garam kasar yang berasal dari dalam tanah atau laut. *Saturated*

brine dapat juga diperoleh dari hasil samping produksi *sodium carbonate* (Na_2CO_3) dengan proses *Solvay*.

Pertama-tama, *saturated brine* (leburan garam) dari air dalam tanah memiliki kadar H_2S yang terlarut dalam garam NaCl dengan kadar maksimum 0,015%. Perlakuan pendahuluan dari bahan baku *brine* adalah dengan aerasi untuk menghilangkan kandungan *hidrogen sulfide*. Penambahan sedikit *chlorine* dimaksudkan untuk mempercepat penghilangan H_2S dalam *brine*. *Brine* setelah proses aerasi kemudian diumpukan dalam tangki pengendap untuk mengendapkan lumpur atau *solid* yang tidak diinginkan.

Proses pengendapan dibantu dengan penambahan campuran *caustic soda*, *soda ash* dan *barium chloride* sehingga didapatkan larutan garam. Setelah proses pengendapan, kemudian larutan garam dipekatkan dengan evaporator multi efek (*multiple effect evaporator*). Larutan garam pekat kemudian dicuci dengan *brine* untuk memurnikan garam. Larutan garam kemudian difiltrasi pada filter untuk proses pemisahan garam dan larutan *brine*. Garam yang terpisah kemudian ditambahkan kalium yodat untuk penambahan kandungan yodium pada garam. Garam yang telah dimurnikan kemudian dikeringkan pada *dryer* dan kemudian disaring untuk mendapatkan ukuran yang seragam. Garam (*sodium chloride*) kemudian siap dikemas dan dipasarkan. Untuk hasil kadar NaCl yang didapat sangat tinggi yaitu sebesar 99-99,8%. Sementara untuk instrumentasi dan utilitas proses *Vacuum Pan* tergolong mahal karena terdapat alat *Evaporator* dan *Dryer*.

III.1.2 Proses *Grainer (Open Pan)*

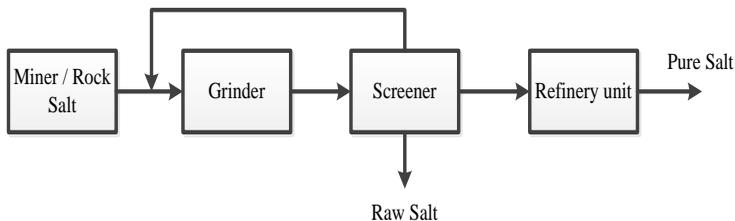


Gambar III.2 Diagram Alir Proses *Grainer (Open Pan Process)*

Pembuatan garam dengan proses *grainer* menggunakan bahan baku *brine* yang berasal dari proses pemanasan air laut. Proses ini disebut juga proses *open pan*, dimana air laut ditujukan dengan cara memanaskan pada *heater* pada suhu 230°F (110°C). Larutan *brine* panas kemudian diumpankan pada *graveler* yang memiliki fungsi 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 di-*recycle* kembali pada *open pan*, sedangkan kristal garam yang terpisah kemudian ditambahkan kalium yodat untuk penambahan kandungan yodium pada garam. Garam (*sodium chloride*) kemudian dikeringkan pada *dryer* dan kemudian disaring untuk mendapatkan ukuran yang seragam. Garam (*sodium chloride*) kemudian siap dikemas dan dipasarkan. Sementara untuk kadar NaCl yang diperoleh termasuk tinggi yaitu sebesar 98,5-99%. Tetapi kadar NaCl ini bila dibandingkan dengan proses *Vacuum Pan*, kadar ini masih dibawahnya *Vacuum Pan*, jadi proses *Vacuum Pan* memiliki kadar NaCl yang lebih tinggi. Selanjutnya

untuk instrumentasi dan utilitas proses *Open Pan* tergolong mahal juga karena terdapat alat *Dryer*.

III.1.3 Proses Penambangan Garam (*Rock Salt Mining*)



Gambar III.3 Diagram Alir Proses Penambangan Garam

Pada zaman kuno, sumber utama garam adalah batuan garam yang merupakan batuan kristal yang ditambang seperti batu bara serta endapan garam kering yang ditemukan di area dekat laut. Batuan garam didapatkan dari hasil penggalian yang tidak begitu dalam. Cadangan terbesar batuan garam ditemukan di Amerika Serikat, Kanada, Jerman, Eropa Timur dan China. Pengolahan batuan garam secara umum terdiri dari beberapa tahap, mulai dari penggalian batuan dan dilanjutkan dengan proses *crushing*, *grinding*, *screening* lalu dihasilkan garam.

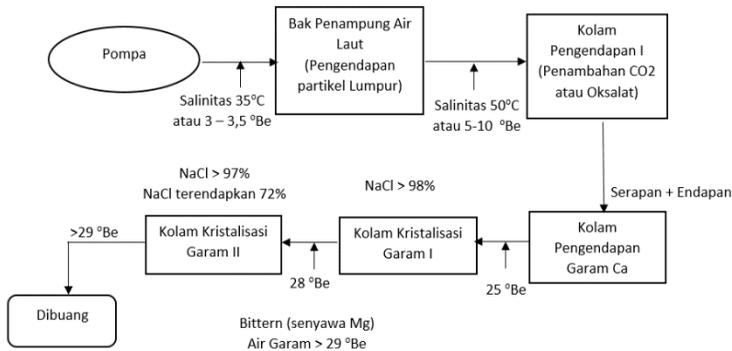
Potongan-potongan batuan garam yang telah hancur kemudian diangkut ke area penghancuran bawah tanah dan melewati kisi yang dikenal sebagai *grizzly*. *Grizzly* akan mengumpulkan potongan-potongan kecil berukuran sekitar 9 inci (23 cm). Potongan yang lebih besar akan hancur dalam silinder berputar di antara rahang dengan logam berduri. Garam tersebut kemudian diangkut ke luar tambang menuju ke area proses penghancuran sekunder

Pada proses penghancuran sekunder, *grizzly* yang lebih kecil dan *crusher* yang lebih kecil akan mengurangi ukuran partikel garam menjadi sekitar 3,2 inci (8 cm). Pada proses ini, benda asing seperti kotoran, akan dihilangkan dari garam. Proses penghilangan kotoran ini dikenal sebagai *picking*. Logam akan dihilangkan oleh

magnet dan bahan-bahan lain dengan tangan. Material batuan-batuan juga dapat dihilangkan dalam Penghancur *Bradford* yang merupakan *drum* metal yang berputar dengan lubang kecil di bagian bawah. Garam dimasukkan ke *drum*, lalu dipecah ketika bertubrukan di bagian bawah dan melewati lubang. Batuan-batuan umumnya lebih keras dari garam, sehingga tidak pecah dan tidak akan melewati alat tersebut. Garam yang lolos kemudian dipindahkan ke area penghancuran tersier.

Di dalam proses penghancuran tersier, *grizzly* paling kecil dan *crusher* akan menghasilkan ukuran partikel sekitar 1,0 inci (2,5 cm). Jika diinginkan partikel garam yang lebih kecil, maka garam akan dilewatkan melalui penggiling yang terdiri dari dua silinder logam yang bergulir terhadap satu sama lain. Jika diinginkan garam murni, maka garam dilarutkan dalam air untuk membentuk air garam untuk diproses lebih lanjut. Biasanya garam dihancurkan atau ditumbuk, lalu dilewatkan melalui penyaring untuk dipisahkan berdasarkan ukuran. Garam hasil tambang memiliki kemurnian yang berbeda-beda dalam komposisinya, bergantung pada lokasi, namun biasanya mengandung 95-99% yang masih sedikit lebih kecil daripada *Vacuum Pan*. Selanjutnya garam hasil ini dituangkan ke dalam *bag packing* dan dikirim ke konsumen. Sementara untuk instrumentasi dan lahan proses *Rock Salt Mining* tergolong mahal dan membutuhkan investasi yang besar karena terdapat alat *Mining* yang mahal dan lahan yang besar.

III.1.4 Proses Penguapan Air Laut (*Solar Evaporation*)



Gambar III.4 Diagram Alir Proses Penguapan Air Laut

Langkah-langkah yang diperlukan dalam pembuatan garam melalui *solar evaporation* antara lain:

a. Pengeringan Lahan

Tahapan pengeringan lahan untuk pembuatan garam secara *solar evaporation* meliputi:

1. Pengeringan Lahan Peminihan
2. Pengeringan Lahan Kristalisasi

Lahan pembuatan garam dibuat secara bertapak-petak dan bertingkat, sehingga dengan gaya gravitasi, air dapat mengalir ke hilir kapan dikehendaki. Kalsium dan magnesium sebagai unsur yang cukup banyak dikandung dalam air laut. Selain itu, NaCl juga perlu diendapkan agar didapatkan kadar NaCl yang lebih besar. Kalsium dan magnesium dapat terendapkan dalam bentuk garam sulfat, karbonat dan oksalat. Dalam proses pengendapan atau kristalisasi, garam karbonat dan oksalat akan mengendap terlebih dahulu, disusul dengan garam sulfat, dan yang terakhir adalah bentuk garam kloridanya.

b. Pengolahan Air Peminihan / Waduk

Pengolahan air peminihan atau waduk dibagi menjadi beberapa tahapan, antara lain:

1. Pemasukan air laut ke lahan peminihan

2. Pemasukan air laut ke lahan kristalisasi
 3. Pengaturan air di peminihan
 4. Pengeluaran air garam ke meja kristal dan dikeringkan selama satu minggu
 5. Pengeluaran *brine* dari peminihan tertua melalui *Brine Tank*
 6. Apabila air peminihan cukup untuk memenuhi meja kristal, selebihnya dipompa kembali ke waduk.
- c. Pengolahan Air dan Tanah
- Pengolahan air dan tanah terbagi menjadi beberapa proses, yaitu:
1. Proses Kristalisasi
Pada proses pengkristalan, bila seluruh zat yang terkandung dalam garam, termasuk zat selain natrium klorida yang terbentuk akan ikut terbawa (*impurities*). Proses kristalisasi yang demikian disebut dengan kristalisasi total.
 2. Proses Pungutan
 - Umur kristal garam 10 hari secara rutin (tergantung pada intensitas cahaya matahari)
 - Pengaisan garam dilakukan secara hati-hati dengan ketebalan air meja garam yang cukup (3-5 cm)
 - Pengangkutan garam dari meja ke timbangan membentuk profil (ditiriskan), kemudian diangkat ke gudang dan siap untuk dipasarkan.

Untuk proses *Solar Evaporation* kadar NaCl yang dihasilkan sebesar 90%, masih dibawah proses *Vacuum Pan*. Lalu untuk instrumentasi dan utilitas proses *Solar Evaporation* termasuk ekonomis dan murah.

III.1.5 Rekrystalisasi

Rekrystalisasi merupakan suatu pembentukan kristal kembali dari larutan atau leburan dari material yang ada. Sebenarnya rekrystalisasi hanyalah sebuah proses lanjut dari kristalisasi. Apabila kristalisasi (dalam hal ini hasil kristalisasi) memuaskan rekrystalisasi hanya bekerja apabila digunakan pada

pelarut pada suhu kamar, namun dapat lebih larut pada suhu yang lebih tinggi. Hal ini bertujuan supaya zat tidak murni dapat menerobos kertas saring dan yang tertinggal hanyalah kristal murni. (Fessenden, 1983).

Proses Kristalisasi terdiri dari beberapa tahapan umum seperti :

a) Pendinginan

Larutan yang akan dikristalkan didinginkan sampai terbentuk kristal pada larutan tersebut. Metode ini digunakan untuk zat yang kelarutan mengecil bila suhu diturunkan. Pendinginan dilakukan 2x yaitu pendinginan larutan panas sebelum penyaringan dan pendinginan sesudah penguapan.

b) Penguapan *Solvent*

Larutan yang dikristalkan merupakan senyawa campuran antara solven dan solut. Setelah dipanaskan maka solven menguap dan yang tertinggal hanya kristal. Metode ini digunakan bila penurunan suhu tidak begitu mempengaruhi kelarutan zat pada pelarutnya. Penguapan bertujuan untuk menghilangkan atau meminimalisir solvent atau zat pelarut sisa yang terdapat pada filtrat.

c) Evaporasi Adiabatis

Metode ini digunakan dalam ruang vakum, larutan dipanaskan, dimasukkan dalam tempat vakum yang mana tekanan total lebih rendah dari tekanan uap solvenya. Pada suhu saat larutan dimasukkan ke ruang vakum solven akan menguap dengan cepat dan penguapan itu akan menyebabkan pendinginan secara adiabatik.

d) *Salting Out*

Prinsipnya adalah menambah suatu zat untuk mengurangi zat yang akan dikristalkan. Pengeluaran garam dari larutan dengan zat baru ke dalam larutan bertujuan menurunkan daya larut solven terhadap suhu pada pengatur tersebut. Peningkatan harga k , jika kedalam suatu larutan ditambah dengan zat elektrolit. (Cahyono, 1998)

Faktor-faktor yang mempengaruhi kristalisasi adalah diantaranya :

a) Laju pembentukan inti (nukleous)

Laju pembentukan inti dinyatakan dengan jumlah inti yang terbentuk dalam satuan waktu. Jika laju pembentukan inti tinggi, maka banyak sekali kristal yang terbentuk, tetapi tak satupun akan tumbuh menjadi besar, jadi yang terbentuk berupa partikel-partikel koloid.

b) Laju pertumbuhan kristal

Merupakan faktor lain yang mempengaruhi ukuran kristal yang terbentuk selama pengendapan berlangsung. Jika laju tinggi kristal yang besar akan terbentuk, laju pertumbuhan kristal juga dipengaruhi derajat lewat jenuh.

Faktor-faktor yang mempengaruhi kecepatan pembentukan kristal adalah :

- Derajat lewat jenuh.
- Jumlah inti yang ada, atau luas permukaan total dari kristal yang ada.
- Pergerakan antara larutan dan kristal.
- Viskositas larutan.
- Jenis serta banyaknya pengotor. (Handoyo, 1995)

Proses rekristalisasi terdiri dari:

- Melarutkan zat tak murni dalam terlarut tertentu pada atau dekat titik leleh.
- Menyaring larutan panas dari partikel bahan tak larut
- Mendinginkan larutan panas sehingga zat terlarut menjadi kristal
- Memisahkan kristal – kristal dari larutan.

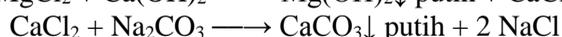
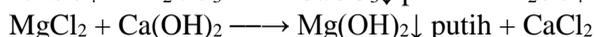
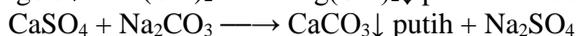
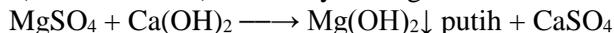
Memperoleh suatu senyawa kimia dengan kemurnian yang sangat tinggi merupakan hal yang sangat esensi bagi kepentingan kimiawi. Metode pemurnian suatu padatan yang umum yaitu rekristalisasi (pembentukan kristal berulang). Metode ini pada dasarnya mempertimbangkan perbedaan daya larut padatan yang akan dimurnikan dengan pengotornya dalam pelarut tertentu maupun jika mungkin dalam pelarut tambahan yang lain yang

hanya melarutkan zat-zat pengotor saja. Pemurnian demikian banyak dilakukan pada industri-industri (kimia) maupun laboratorium untuk meningkatkan kualitas zat yang bersangkutan.

Persyaratan suatu pelarut yang baik untuk dipakai dalam proses rekristalisasi, antara lain yaitu:

- 1) Memberikan perbedaan kelarutan yang cukup signifikan antara zat yang akan dimurnikan dengan pengotornya.
- 2) Kelarutan suatu zat dalam pelarut merupakan suatu fungsi temperatur, umumnya menurun dengan menurunnya temperatur
- 3) Mudah dipisahkan dari kristalnya
- 4) Tidak meninggalkan zat pengotor di dalam kristal zat yang dimurnikan
- 5) Bersifat inert terhadap zat yang dimurnikan.

Impurities pada garam meliputi senyawa yang bersifat higroskopis yaitu, $MgCl_2$, $CaCl_2$, $MgSO_4$, $CaSO_4$, dan beberapa zat yang bersifat reduktor, yaitu Fe, Cu, Zn dan senyawa-senyawa organik (Saksono, 2000). Reaksinya sebagai berikut:



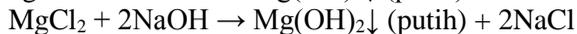
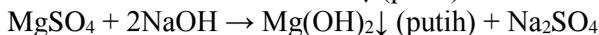
Untuk proses Rekristalisasi kadar NaCl yang dihasilkan sebesar 97-99%, masih sedikit lebih kecil daripada proses *Vacuum Pan*. Lalu untuk instrumentasi dan utilitas proses Rekristalisasi termasuk mahal.

III.1.6 Pencucian dengan *Brine* (*Washing*)

Proses pencucian garam yang baik pada dasarnya mampu meningkatkan kualitas garam, bukan hanya sekadar membersihkan garam dari kotoran lumpur atau tanah, tetapi juga mampu menghilangkan zat-zat pengotor (*impurities*) seperti senyawa-senyawa Mg, Ca dan kandungan zat pereduksi lainnya. Berikut beberapa uraian tentang proses pencucian:

1. Pencucian bertujuan untuk meningkatkan kandungan NaCl dan mengurangi unsur impuritis seperti Mg, Ca, SO₄ dan kotoran-kotoran lainnya,
2. Kandungan Mg ≤ 10gr/Liter.

Untuk mengurangi impuritis dalam garam, dapat dilakukan dengan kombinasi dari proses pencucian dan pelarutan cepat pada saat pembuatan garam. Sedangkan untuk penghilangan impuritis dari produk garam, dapat dilakukan dengan proses kimia, yaitu dengan mereaksiakannya dengan Na₂CO₃, NaOH, dan BaCl₂ sehingga terbentuk endapan CaCO₃, Mg(OH)₂, dan BaSO₄.



Pencucian garam dilakukan dengan menggunakan larutan garam jenuh (*brine*) yang digunakan berulang kali. Tujuannya adalah menghilangkan kotoran dari permukaan garam. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Nelson Saksono, menunjukkan bahwa zat yang bersifat pereduksi dan higroskopis pada garam adalah yang paling bertanggung jawab terhadap hilangnya Iodium pada garam melalui proses redoks dalam suasana asam karena zat tersebut terbentuk bersamaan dengan pembentukan garam. Kemurnian garam yang dibuat dengan proses pencucian biasanya lebih dari 94,7%, masih dibawah proses *Vacuum Pan*. Lalu untuk instrumentasi dan utilitas proses Pencucian termasuk ekonomis dan murah.

III.2 Pemilihan Proses

Berdasarkan uraian proses yang telah dijelaskan, maka dapat disimpulkan perbandingan dari masing-masing proses seperti pada tabel berikut:

Tabel III.1 Perbandingan Proses Pemurnian Garam

Parameter	Macam Proses		
	<i>Vacuum Pan</i>	<i>Open Pan</i>	<i>Rock Salt Mining</i>
Bahan Baku Utama	Garam rakyat/ <i>Brine</i>	Garam rakyat/ <i>Brine</i>	Batuan Garam
Bahan Baku Pembantu	Na ₂ CO ₃ , Air, NaOH	Air	-
Kadar NaCl	99-99,8%	98,5-99 %	95-99 %
Peralatan	Mahal	Mahal	Mahal
Utilitas	Mahal	Mahal	Ekonomis
Instrumentasi	Mahal	Mahal	Sederhana

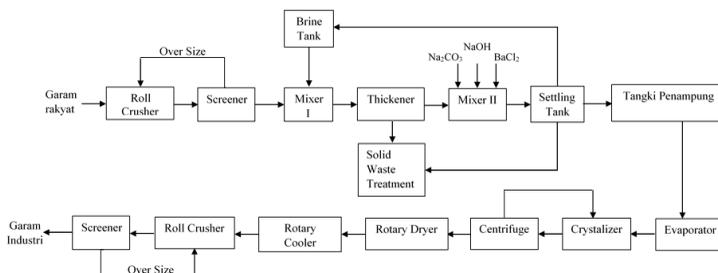
Lanjutan **Tabel III.1** Perbandingan Proses Pemurnian Garam

Parameter	Macam Proses		
	<i>Solar Evaporation</i>	Pencucian dengan <i>Brine</i>	Proses Rekrystalisasi
Bahan Baku Utama	Air Laut / <i>Brine</i>	Garam rakyat	Garam rakyat
Bahan Baku Pembantu	Air	<i>Brine</i> , Na ₂ CO ₃ , NaOH	Ca(OH) ₂ , Na ₂ CO ₃
Kadar NaCl	> 90 %	> 94,7 %	> 97-99 %
Peralatan	Murah	Murah	Mahal
Utilitas	Ekonomis	Ekonomis	Mahal
Instrumentasi	Sederhana	Sederhana	Mahal

Dari uraian diatas terlihat bahwa dengan proses *Vacuum Pan* lebih optimal yaitu menghasilkan *yield* produk mencapai 99,8% dibandingkan dengan proses *Open Pan*, *Rock Salt Mining*, *Solar Evaporation*, Pencucian dan Rekrystalisasi. Proses *Open Pan* memiliki kadar NaCl yang sedikit lebih kecil daripada *Vacuum Pan*, sementara proses *Rock Salt Mining* membutuhkan lahan yang

besar untuk penguapan dan hasil garam yang didapat mempunyai kadar yang bervariasi tergantung batuan dan lokasi pengambilan. Lalu untuk proses *Solar Evaporation* dan Pencucian garam yang dihasilkan masih memiliki *yield* produk yang kurang dari proses lainnya. Selanjutnya proses Rekrystalisasi membutuhkan biaya peralatan yang mahal dan juga kadar NaCl yang masih sedikit lebih kecil daripada *Vacuum Pan*. Dapat disimpulkan bahwa proses yang dipilih merupakan proses *Vacuum Pan*.

III.3 Uraian Proses



Gambar III.5 Blok Diagram Proses *Vacuum Pan*

Proses pembuatan garam industri dari garam rakyat ini dapat dibagi menjadi 4 tahapan, yaitu:

1. **Tahap *Pre-Treatment* Bahan Baku (Perlakuan awal)**
2. **Tahap *Washing and Filtration* (Pencucian dan Pemisahan)**
3. **Tahap *Evaporation and Crystallization* (Evaporasi dan Kristalisasi)**
4. **Tahap *Drying and Packing* Produk (Pengerangan dan Pengemasan)**

III.3.1 Tahap *Pre-Treatment* Bahan Baku

Tahap pertama, garam rakyat dari Gudang Bahan Baku dengan kadar NaCl 88,0% pada suhu 25-30°C diumpungkan menuju ke *Roll Crusher I* guna dilakukan proses *size reduction* (pengcilan ukuran). Penggunaan *Roll crusher* karena selain untuk melakukan

pengecilan ukuran juga untuk memecah inti kristal garam tersebut. Dari *Roll Crusher* garam rakyat di angkut menuju *Screener* untuk menyeragamkan ukuran bahan baku yang sudah terlebih dahulu dilakukan proses *size reduction* dengan ukuran *mesh* 65. Setelah dari *Screener* bahan baku disimpan dalam *Salt Silo* sebelum proses pencucian bertujuan agar ketika proses pencucian mengalami masalah atau *maintanance* maka Unit 1 tetap dapat melakukan proses produksi.

III.3.2 Tahap *Washing* dan *Separasi*

Garam Rakyat dari *Salt Bin* dialirkan secara gravitasi menuju *Mixer I* yang sebelumnya ditimbang dengan *Weighter* sehingga proses pencucian akan selalu dalam efisiensi maksimal. Garam yang masuk *Mixer I* kemudian ditambahkan larutan pencucinya yaitu berupa *air proses* yang dialirkan dari *Process Water*. Dimana *air proses* dan Garam masuk ke dalam *Mixer I* secara bersamaan dan berat garam yang masuk dikontrol oleh *Weighter* sehingga ion pengotor akan larut pada *air proses* secara maksimal. Setelah dilakukan proses pencucian, larutan garam dialirkan secara gravitasi menuju *Thickener* dimana dalam *Thickener* terjadi pemisahan awal larutan dan padatan garam dengan prinsip *Flotation*. Larutan garam dari *overflow* dialirkan menuju *Reaktor*, sedangkan padatan yang teresedimen di bagian bawah *Thickener* akan dialirkan ke *Solid Waste Treatment* dengan bantuan *Centrifugal Pump*. Dimana dalam *Reaktor* akan dilakukan penambahan larutan koagulan untuk mengendapkan ion pengotor sehingga *Brine* dapat di-*recycle* dan digunakan kembali. Koagulan yang digunakan berupa Na_2CO_3 , NaOH , dan BaCl_2 yang berasal dari Na_2CO_3 Tank, NaOH Tank dan BaCl_2 Tank dengan bantuan Na_2CO_3 , NaOH , dan BaCl_2 *dozing pump*. Setelah terbentuk flok-flok dari ion pengotor maka *Brine* tersebut akan dialirkan menuju *Gravity Settling Tank* dimana flok-flok yang terbentuk akan dipisahkan dari *Brine* dengan prinsip gravitasi. *Brine* setelah dari *Gravity Settling Tank* yang bebas dari ion pengotor akan menuju ke tangki penampung dan juga di-*recycle* kembali masuk ke *Brine*

Tank dengan bantuan *Centrifugal Pump*. Semua proses tersebut berlangsung pada suhu $\pm 30^{\circ}\text{C}$ dan tekanan 1 atm.

III.3.3 Tahap Evaporasi dan Kristalisasi

Produk larutan *brine* setelah melewati proses pemurnian kemudian lauran *brine* dari tangki penampung selanjutnya dialirkan ke *double-effect evaporator*. *Double-effect evaporator* dioperasikan pada kondisi vakum. *Evaporator* beroperasi pada tekanan 0.41 atm untuk *Effect I* dan tekanan 0.35 atm untuk *Effect II*. Vapor dari yang dihasilkan oleh evaporator akan dialirkan menuju *Baromatic Condenser* untuk mencairkan vapor dan dialirkan menuju *Crystalizer*, lalu setelah dari *Crystalizer* keluar sebagai kondensat dengan bantuan *Steam Jet Ejector*. Pada *Evaporator* terjadi penguapan air dan kristalisasi NaCl. Kristalisasi ini terjadi sebagai akibat adanya penguapan air yang menyebabkan konsentrasi NaCl dalam air naik melebihi *solubility*-nya, sehingga memungkinkan terjadinya kristalisasi. Produk dari *Evaporator* yang berupa *slurry* akan dialirkan menuju *Crystalizer* yang berfungsi untuk membentuk kristal NaCl. Kristal garam yang terbentuk selanjutnya dialirkan menuju *Centrifuge* untuk dilakukan proses pemisahan padatan kristal garam dengan larutan *brine*. *Centrifuge* sendiri merupakan alat pemisahan secara mekanis menggunakan prinsip sentrifugasi dimana padatan kristal garam akan berada di dinding-dinding *centrifuge* dan cairan akan langsung jatuh dari *centrifuge*. Padatan kristal garam selanjutnya menuju *Rotary Dryer* sementara larutan *brine* di-*recycle* ke *Crystalizer*.

III.3.4 Tahap Pengeringan dan Pengemasan Produk

Padatan (kristal garam) yang telah dipisahkan dari *brine* kemudian disalurkan menuju ke *Rotary Dryer* untuk dilakukan proses pengeringan. Pada *Rotary Dryer* terjadi proses pengeringan kristal garam pada suhu $\pm 80.45^{\circ}\text{C}$ dan tekanan 1 atm dengan bantuan udara panas yang masuk secara *counter current*. Udara Panas yang masuk dialirkan dari *Blower* yang terlebih dahulu

dilewatkan pada *Electric Heater* dengan suhu keluaran *Heater* diharapkan sekitar 110°C. Bahan yang keluar dari *Rotary Dryer* ini memiliki konsentrasi NaCl sebesar 97% dan air maks 0,5%. Udara yang keluar dari *Rotary Dryer* akan mengalami proses *treatment* terlebih dahulu sebelum dilepaskan ke udara bebas, dimana udara akan di-*suction* oleh *Exhaust Fan* untuk dipisahkan padatan garam yang terikat dengan menggunakan pemisah padat-gas berupa *Cyclone*. Produk Kristal garam yang keluar dari *Rotary Dryer* bersuhu ±80°C masih terlalu panas sehingga harus dilakukan pendinginan terlebih dahulu sebelum dilakukan pengemasan.

Pada *Rotary Cooler* terjadi proses pendinginan kristal garam dengan udara pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm dengan udara dari *Blower* yang masuk secara *co-current*. Bahan yang keluar dari *Rotary Cooler* ini memiliki konsentrasi NaCl sebesar 99%; air maks 0,5% dan suhu kristal garam sebesar ±50°C. Udara keluaran *cooler* juga tidak langsung dibuang melainkan dilakukan *treatment* terlebih dahulu dengan *cyclone* yang sama yang digunakan sebelumnya dengan pula bantuan dari *Exhaust Fan*.

Produk keluaran dari *Rotary Cooler* akan langsung menuju proses *packing*. Dimana produk keluaran *cooler* diangkut menuju *Roll Crusher* yang sebelumnya akan dilakukan *size reduction* kembali. Selain itu juga masuk padatan hasil pemisahan oleh *Cyclone*, padatan yang telah melewati proses *size reduction* akan masuk ke *Screener* untuk memastikan ukuran produk sudah sesuai dan seragam. Setelah itu masuk ke *Product Silo* untuk selanjutnya akan dilakukan proses *packing*. Produk kristal garam dengan konsentrasi NaCl sebesar 99% dan air maksimal ±0,5% sebagai produk akhir.

BAB IV PERHITUNGAN NERACA MASSA DAN NERACA ENERGI

IV.1 Perhitungan Neraca Massa

Kapasitas Produksi = 100000 ton/tahun
 = 312500 kg/hari
 = 13020,833 kg/jam

Ditetapkan
 1 Tahun = 320 hari
 Waktu Operasi = 24 jam/hari
 Bahan Baku = 25825,499 kg/jam

Tabel IV.1 Data Komposisi Garam Rakyat yang Digunakan

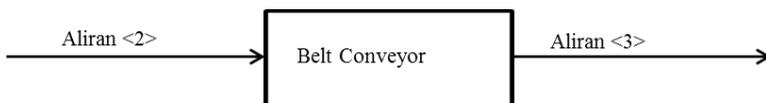
Komponen	% Berat
NaCl	88,000
CaSO ₄	1,650
MgCl ₂	1,720
MgSO ₄	1,770
SiO ₂	2,660
H ₂ O	4,200

(PT. Garam Persero)

1. Belt Conveyor (J-113)

Fungsi : Transportasi garam rakyat dari Gudang Bahan Baku ke Solar Salt Crusher (C-110)

Kondisi Operasi : Tekanan Operasi = 1 atm
 Suhu Operasi = 30 °C



Tabel IV.2 Neraca Massa Belt Conveyor (J-113)

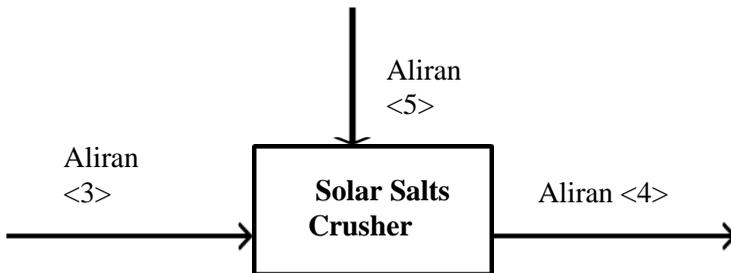
Komponen	Masuk		Keluar	
	Aliran <2>		Aliran <3>	
	Massa (kg/jam)	Fraksi Mass	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa
NaCl	22726,439	0,880	22726,439	0,880
CaSO4	426,121	0,017	426,121	0,017
MgCl2	444,199	0,017	444,199	0,017
MgSO4	457,111	0,018	457,111	0,018
SiO2	686,958	0,027	686,958	0,027
H2O	1084,671	0,042	1084,671	0,042
Total	25825,499	1,000	25825,49	1,000

2. Solar Salts Crusher (C-110)

Fungsi : Memecah kristal garam rakyat

Kondisi Operasi : Tekanan Operasi = 1 atm

Suhu Operasi = 30 °C



Tabel IV.3 Neraca Massa Solar Salts Crusher (C-110)

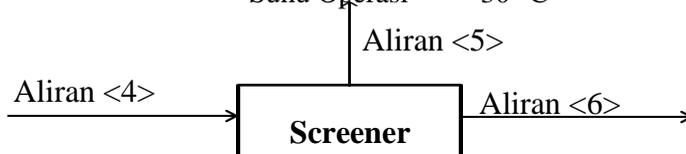
Neraca Massa					
Bahan Masuk			Bahan Keluar		
Dari Belt Conveyor			Ke Screener		
Aliran <3>	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa	Aliran <4>	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa
NaCl	22726,439	0,880	NaCl	25251,59	0,880
CaSO4	426,121	0,017	CaSO4	329,992	0,012
MgCl2	444,199	0,017	MgCl2	292,689	0,010
MgSO4	457,111	0,018	MgSO4	364,426	0,013
SiO2	686,958	0,027	SiO2	763,287	0,027
H2O	1084,671	0,042	H2O	1693,005	0,059
Subtotal	25825,499	1,000	Subtotal	28694,99	1,000
Dari Recycle					
Aliran <5>	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa			
NaCl	2525,160	0,880			
CaSO4	32,999	0,012			
MgCl2	29,269	0,010			
MgSO4	36,443	0,013			
SiO2	76,329	0,027			
H2O	169,300	0,059			
Subtotal	2869,500	1,000			
Total	28694,999		Total	28694,999	

3. Solar Salts Screener (H-120)

Fungsi :Memisahkan garam rakyat ukuran kecil dan besar

Kondisi Operasi : Tekanan Operasi = 1 atm

Suhu Operasi = 30 °C



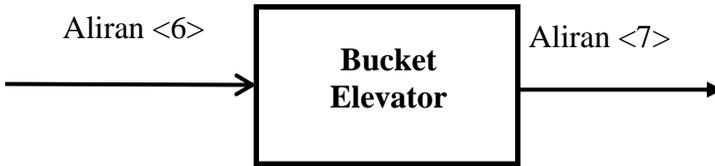
Tabel IV.4 Neraca Massa Solar Salts Crusher (H-120)

Neraca Massa					
Bahan Masuk			Bahan Keluar		
Dari Crusher			Recycle		
Aliran <4>	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa	Aliran <5>	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa
NaCl	2525,159	0,880	NaCl	2525,1599	0,880
CaSO4	329,992	0,012	CaSO4	32,9992	0,012
MgCl2	292,689	0,010	MgCl2	29,2689	0,010
MgSO4	364,426	0,013	MgSO4	36,4426	0,013
SiO2	763,287	0,027	SiO2	76,3287	0,027
H2O	1693,005	0,059	H2O	169,3005	0,059
Subtotal	28694,99	1,000	Subtotal	2869,500	1,000
			Ke Bucket Elevator		
			Aliran <6>	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa
			NaCl	22726,439	0,880
			CaSO4	296,9932	0,012
			MgCl2	263,4201	0,010
			MgSO4	327,9838	0,013
			SiO2	686,9583	0,027
			H2O	1523,7044	0,059
			Subtotal	25825,499	1,000
Total	28694,999		Total	28694,999	

4. Bucket Elevator (J-121)

Fungsi : Transportasi dari Screener (H-114) ke Solar Salt Bin (F-123 A/B)

Kondisi Operasi : Tekanan Operasi = 1 atm
 Suhu Operasi = 30 °C



Tabel IV.5 Neraca Massa Bucket Elevator (J-121)

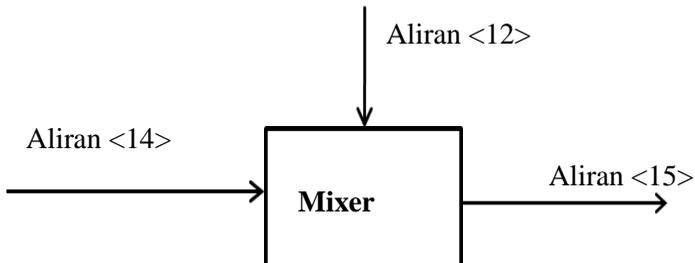
Komponen	Masuk		Keluar	
	Aliran <6>		Aliran <7>	
	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa
NaCl	22726,439	0,880	22726,439	0,880
CaSO ₄	296,993	0,012	296,993	0,012
MgCl ₂	263,420	0,010	263,420	0,010
MgSO ₄	327,984	0,013	327,984	0,013
SiO ₂	686,958	0,027	686,958	0,027
H ₂ O	1523,704	0,059	1523,704	0,059
Total	25825,499	1,000	25825,499	1,000

5. Mixer (M-210)

Fungsi : Melarutkan garam rakyat dengan penambahan air proses

Kondisi Operasi : Tekanan Operasi = 1 atm

Suhu Operasi = 30 °C



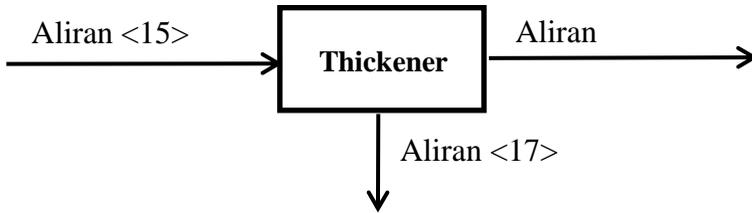
Tabel IV.6 Neraca Massa Mixer (M-210)

Neraca Massa					
Bahan Masuk			Bahan Keluar		
Dari Tangki Penampung			Ke Thickenner		
Aliran <12>	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa	Aliran <15>	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa
NaCl	22726,43	0,880	NaCl	22726,439	0,099
CaSO4	296,993	0,012	CaSO4	296,993	0,001
MgCl2	263,420	0,010	MgCl2	263,420	0,001
MgSO4	327,984	0,013	MgSO4	327,984	0,001
SiO2	686,958	0,027	SiO2	686,958	0,003
H2O	1523,704	0,059	H2O	205222,13	0,894
Subtotal	25825,49	1,000	Subtotal	229523,93	1,000
Dari Water Process					
Aliran <14>	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa			
H2O	203698,43	1,000			
Subtotal	203698,43	1,000			
Total	229523,931		Total	229523,931	

6. Thhickener (H-220)

Fungsi : Pemisahan awal larutan brine dengan padatan garam

Kondisi Operasi : Tekanan Operasi = 1 atm
 Suhu Operasi = 30 °C



Tabel IV.7 Neraca Massa Thickener (H-220)

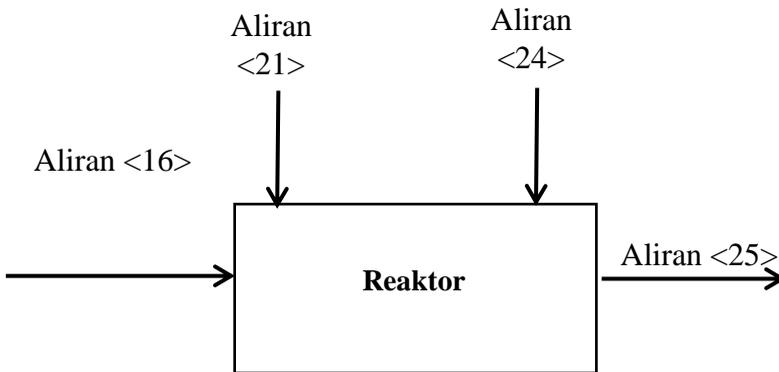
Neraca Massa					
Bahan Masuk			Bahan Keluar		
Dari Mixer			Ke Reaktor		
Aliran <15>	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa	Aliran <16>	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa
NaCl	22726,439	0,099	NaCl	20453,79	0,099
CaSO4	296,993	0,001	CaSO4	267,294	0,001
MgCl2	263,420	0,001	MgCl2	237,078	0,001
MgSO4	327,984	0,001	MgSO4	295,185	0,001
SiO2	686,958	0,003	SiO2	618,262	0,003
H2O	205222,13	0,894	H2O	184699,9	0,894
Subtotal	229523,93	1,000	Subtotal	206571,5	1,000
			Ke SWT		
			Aliran <17>	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa
			NaCl	3160,54	0,100
			CaSO4	40,520	0,001
			MgCl2	35,939	0,001
			MgSO4	44,748	0,001
			Impurities	93,724	0,003
			H2O	28164,1	0,893
Subtotal	31539,6	1,000			
Total	229523,931		Total	238111,181	

7. Reaktor (R-230)

Fungsi : Mereaksikan larutan brine dengan Na_2CO_3 , NaOH dan BaCl_2

Kondisi Operasi : Tekanan Operasi = 1 atm
 Suhu Operasi = 30 °C
 Waktu Reaksi = 1 jam

Reaksi yang terjadi :



Tabel IV.8 Neraca Massa Reaktor (R-230)

Neraca Massa					
Bahan Masuk			Bahan Keluar		
Dari Thickener			Ke Settling Tank		
Aliran <16>	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa	Aliran <25>	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa
NaCl	20453,79	0,099	NaCl	21260,96	0,102
CaSO4	267,294	0,001	BaSO4	601,180	0,003
MgCl2	237,078	0,001	NaOH	3,994	0,000
MgSO4	295,185	0,001	CaCO3	196,508	0,001

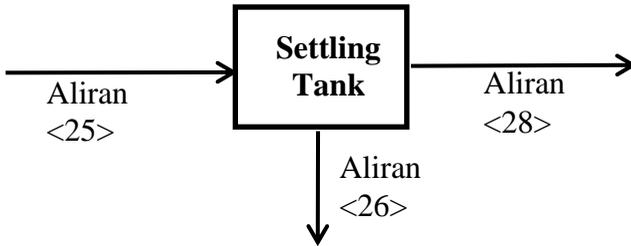
SiO ₂	618,262	0,003	Mg(O	288,250	0,001
H ₂ O	184699,9	0,894	SiO ₂	618,262	0,003
Subtotal	206571,5	1,000	H ₂ O	185464,0	0,890
Dari Storage Tank					
Aliran <21>	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa			
Na ₂ CO ₃	208,096	0,998			
H ₂ O	0,417	0,002			
Subtotal	208,513	1,000			
Dari Storage Tank					
Aliran <21>	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa			
NaOH	399,370	0,478			
H ₂ O	436,977	0,522			
Subtotal	836,348	1,000			
Dari Storage Tank					
Aliran <21>	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa			
BaCl ₂	490,076	0,600			
H ₂ O	326,717	0,400			
Subtotal	816,794	1,000			
Total	208433,192	Total	208433,19	1,000	

8. Settling Tank (H-240)

Fungsi : Tempat pemisahan brine dengan solid pengotor yang terendapkan

Kondisi Operasi : Tekanan Operasi = 1 atm

Suhu Operasi = 30 °C



Tabel IV.9 Neraca Massa Settling Tank (H-240)

Neraca Massa					
Bahan Masuk			Bahan Keluar		
Dari Reaktor			Ke SWT		
Aliran <25>	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa	Aliran <26>	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa
NaCl	21260,96	0,102	BaSO4	601,180	0,352
BaSO4	601,180	0,003	NaOH	3,994	0,002
NaOH	3,994	0,000	CaCO3	196,508	0,115
CaCO3	196,508	0,001	Mg(OH)	288,250	0,169
Mg(OH)2	288,250	0,001	SiO2	618,262	0,362
SiO2	618,262	0,003	Subtotal	1708,194	1,000
H2O	185464,0	0,890			
			Ke Tangki Penampung		
			Aliran <28>	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa
			NaCl	21260,96	0,103
			H2O	185464,0	0,897
			Subtotal	206724,9	1,000

Total	208433,192	1,000	Total	208433,192

9. Tangki Penampung (F-311)

Fungsi : Tempat Penampung brine sebelum masuk ke Evaporator

Kondisi Operasi : Tekanan Operasi = 1 atm

Suhu Operasi = 30 °C



Tabel IV.10 Neraca Massa Tangki Penampung (F-311)

Komponen	Masuk		Keluar	
	Aliran <28>		Aliran <29>	
	Brine		Brine	
	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa	Massa (kg/ja)	Fraksi Massa
NaCl	21260,963	0,103	21260,	0,103
H ₂ O	185464,03	0,897	18546	0,897
Total	206724,99	1,000	206724	1,000

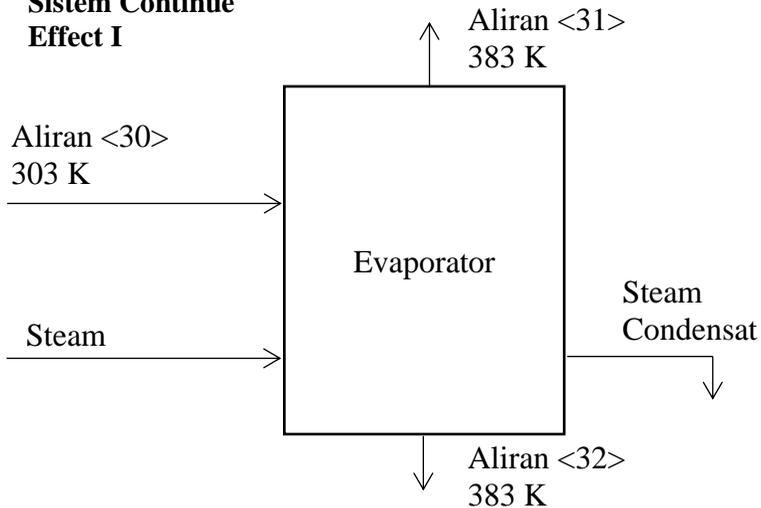
10. Evaporator (V-310)

Fungsi : Menguapkan air sehingga didapat larutan brine dengan konsentrasi 20%. Saturated brine tercapai jika konsentrasi NaCl sekitar 25-50% (Kauffman). Jadi dapat ditentukan konsentrasi brine keluar (XL) pada masing-masing effect :

Effect I = 0,150

Effect II = 0,275

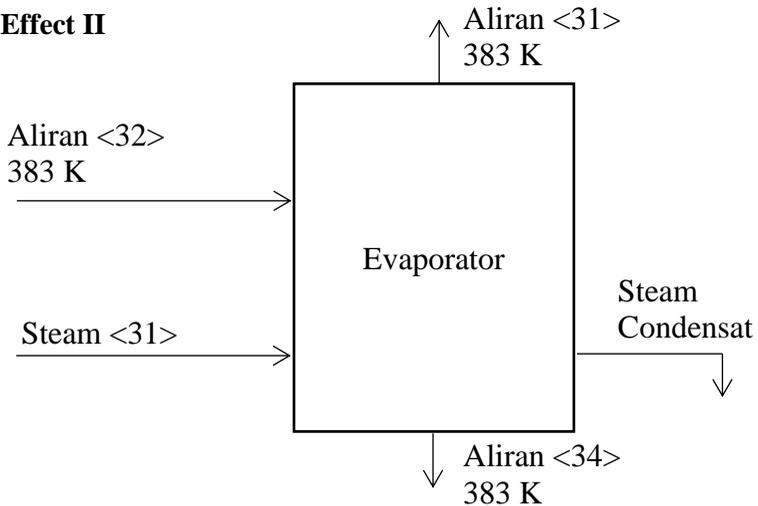
**Sistem Continue
Effect I**



Tabel IV.11 Neraca Massa Evaporator Effect I (V-310A)

Neraca Massa					
Bahan Masuk			Bahan Keluar		
Dari Tangki Penampung			Ke Evaporator Effect II		
Aliran <32>	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa	Aliran <34>	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa
NaCl	21260,963	0,103	NaCl	21260,963	0,150
H2O	185464,035	0,897	H2O	120757,832	0,850
			Subtotal	142018,795	1,000
			Vapor		
			Aliran <33>	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa
			Uap Air :		
			H2O	64706,203	1,000
			Subtotal	64706,203	1,000
Total	206724,998	1,000	Total	206724,998	

Effect II



Tabel IV.12 Neraca Massa Evaporator Effect II (V-310B)

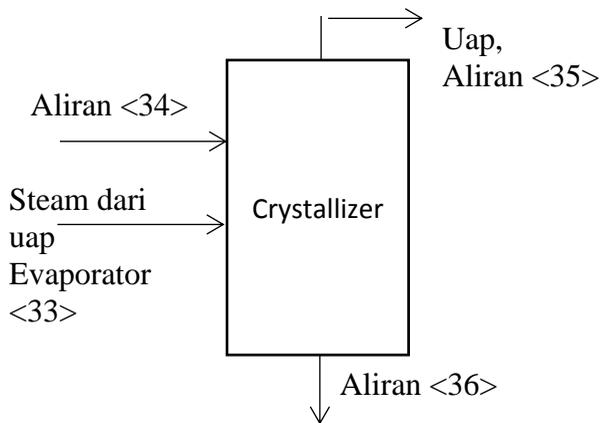
Neraca Massa					
Bahan Masuk			Bahan Keluar		
Dari Evaporator Effect I			Ke Crystallizer		
Aliran <32>	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa	Aliran <34>	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa
NaCl	21260,963	0,150	NaCl	21260,963	0,275
H ₂ O	120757,83	0,850	H ₂ O	56051,629	0,725
			Subtotal	77312,592	1,000
			Vapor Ke Crystallizer		
			Aliran <33>	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa
			Uap Air :		
			H ₂ O	64706,203	1,000
			Subtotal	64706,203	1,000
Total	142018,79	1,000	Total	142018,795	

11. Vacuum Pan Crystallizer (V-320)

Fungsi : Memanaskan brine hingga didapat larutan lewat jenuh dan membentuk kristal garam

Kondisi Operasi : Tekanan Operasi = 0,4 atm

Suhu Operasi = 90 °C



Tabel IV.13 Neraca Massa Vacuum Pan Crystallizer (V-320)

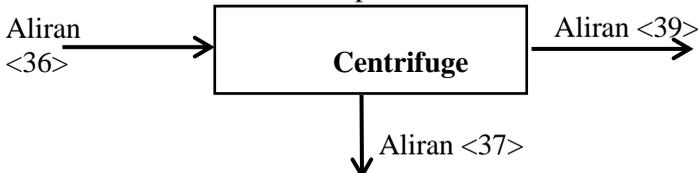
Neraca Massa					
Bahan Masuk			Bahan Keluar		
Dari Evaporator Effect II			Ke Centrifuge		
Aliran <34>	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa	Aliran <36>	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa
NaCl	21260,963	0,275	NaCl	21260,963	0,500
H ₂ O	56051,629	0,725	H ₂ O	21260,963	0,500
			Subtotal	42521,926	1,000
			Vapor		
			Aliran <35>	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa
			Uap Air :		
			H ₂ O	34790,666	1,000
			Subtotal	34790,666	1,000
Total	77312,592	1,000	Total	77312,592	

12. Centrifuge (E-330)

Fungsi : Memisahkan kristal garam dengan cairan

Kondisi Operasi : Tekanan Operasi = 1 atm

Suhu Operasi = 90 °C



Tabel IV.14 Neraca Massa Centrifuge (E-330)

Neraca Massa					
Bahan Masuk			Bahan Keluar		
Dari Crystallizer			Ke Crystallizer		
Aliran <36>	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa	Aliran <37>	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa
Liquid :			Liquid :		
NaCl	8291,775	0,195	NaCl	8291,775	0,289
H2O	21260,963	0,500	H2O	20431,785	0,711
			Subtotal	28723,561	1,000
Solid :			ke Rotary Dryer		
NaCl	12969,187	0,305	Aliran <39>	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa
			Solid :		
			NaCl	12969,187	0,940
			H2O	829,178	0,060
			Subtotal	13798,365	1,000
Total	42521,926	1,000	Total	42521,926	

13. Belt Conveyor (J-412)

Fungsi : Transportasi kristal garam dari Centrifuge (E-330) ke Dryer (B-410)

Kondisi Operasi : Tekanan Operasi = 1 atm

Suhu Operasi = 30 °C



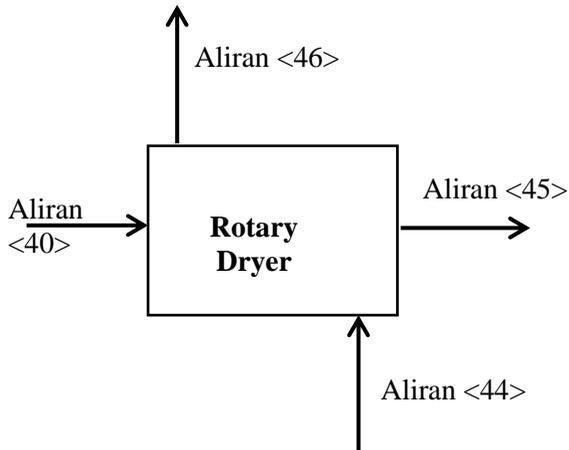
Tabel IV.15 Neraca Massa Belt Conveyor (J-412)

Komponen	Masuk		Keluar	
	Aliran <39>		Aliran <40>	
	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa
NaCl	12969,187	0,940	12969,18	0,940
H ₂ O	829,178	0,060	829,178	0,060
Total	13798,365	1,000	13798,36	1,000

14. Rotary Dryer (B-410)

Fungsi : Mengeringkan kristal garam dengan udara panas

Kondisi Operasi : Tekanan Operasi = 1 atm
Suhu Operasi = 100 °C



Tabel IV.16 Neraca Massa Rotary Dryer (B-410)

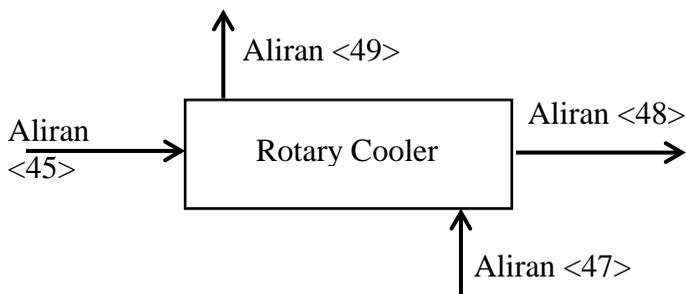
Neraca Massa					
Bahan Masuk			Bahan Keluar		
Dari Belt Conveyor			Ke Cyclone		
Aliran <40>	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa	Aliran <46>	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa
NaCl	12969,187	0,940	NaCl	129,692	0,141
H ₂ O	829,178	0,060	H ₂ O	787,719	0,859
			Subtotal	917,411	1,000
			Ke Rotary Cooler		
			Aliran <45>	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa
			NaCl	12839,495	0,997
			H ₂ O	41,459	0,003
			Subtotal	12880,954	1,000
Total	13798,365	1,000	Total	13798,365	

15. Rotary Cooler (E-420)

Fungsi : Menurunkan suhu kristal garam dengan udara kering

Kondisi Operasi : Tekanan Operasi = 1 atm

Suhu Operasi = 40 °C



Tabel IV.17 Neraca Massa Rotary Cooler (E-420)

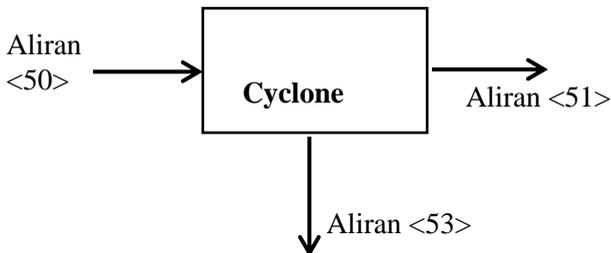
Neraca Massa					
Bahan Masuk			Bahan Keluar		
Dari Rotary Dryer			Ke Cyclone		
Aliran <45>	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa	Aliran <49>	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa
NaCl	12839,495	0,997	NaCl	128,395	0,997
H2O	41,459	0,003	H2O	0,415	0,003
			Subtotal	128,810	1,000
			Ke Crusher		
			Aliran <48>	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa
			NaCl	12711,100	0,997
			H2O	41,044	0,003
			Subtotal	12752,145	1,000
Total	12880,954	1,000	Total	12880,954	

16. Cyclone (H-422)

Fungsi : Menangkap debu-debu halus produk

Kondisi Operasi : Tekanan Operasi = 1 atm

Suhu Operasi = 40 °C



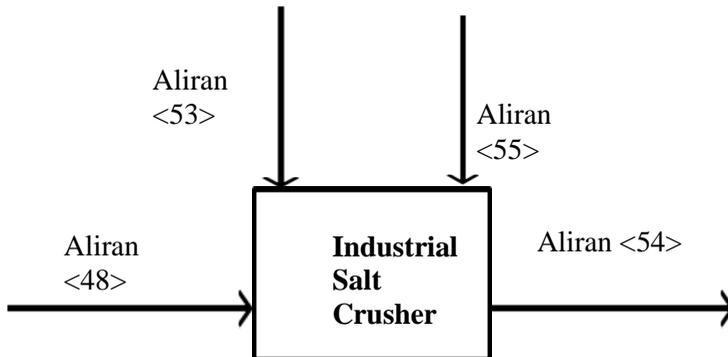
Tabel IV.18 Neraca Massa Cyclone (H-422)

Neraca Massa					
Bahan Masuk			Bahan Keluar		
Dari Rotary Dryer			Ke Fan (Atmosfer)		
Aliran <46>	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa	Aliran <51>	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa
NaCl	129,692	0,141	NaCl	5,162	0,007
H ₂ O	787,719	0,859	H ₂ O	772,371	0,993
Subtotal	917,411	1,000	Subtotal	777,532	1,000
Dari Rotary Cooler			Ke Crusher		
Aliran <49>	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa	Aliran <53>	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa
NaCl	128,395	0,997	NaCl	252,925	0,941
H ₂ O	0,415	0,003	H ₂ O	15,763	0,059
Subtotal	128,810	1,000	Subtotal	268,688	1,000
Total	1046,220		Total	1046,220	

17. Industrial Salts Crusher (C-430)

Fungsi : Menghancurkan kristal garam agar sesuai ukuran

Kondisi Operasi : Tekanan Operasi = 1 atm
Suhu Operasi = 30 °C



Tabel IV.19 Neraca Massa Industrial Salts Crusher (C-430)

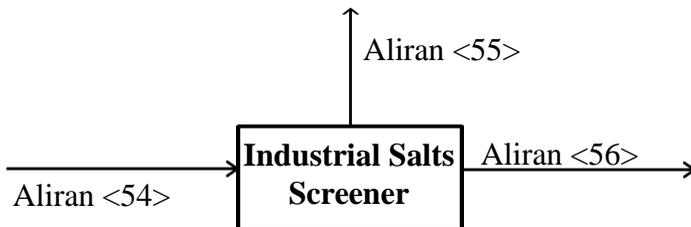
Neraca Massa					
Bahan Masuk			Bahan Keluar		
Dari Rotary Cooler			Ke Screener		
Aliran <48>	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa	Aliran <54>	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa
NaCl	12711,100	0,997	NaCl	13662,02	0,997
H ₂ O	41,044	0,003	H ₂ O	44,115	0,003
Subtotal	12.752,145	1,000			
Dari Cyclone					
Aliran <53>	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa			
NaCl	252,925	0,941			
H ₂ O	15,763	0,059			
Subtotal	268,688	1,000			
Dari Recycle Screener					
Aliran <53>	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa			
NaCl	683,101	0,997			
H ₂ O	2,206	0,003			
Subtotal	685,307	1,000			
Total	13706,139		Total	13706,139	1,000

18. Industrial Salts Screener (H-440)

Fungsi : Menyeragamkan ukuran kristal garam

Kondisi Operasi : Tekanan Operasi = 1 atm

Suhu Operasi = 30 °C



Tabel IV.20 Neraca Massa Industrial Salts Screener (H-440)

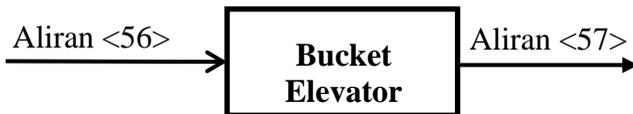
Neraca Massa					
Bahan Masuk			Bahan Keluar		
Dari Crusher			Recycle		
Aliran <54>	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa	Aliran <55>	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa
NaCl	13662,025	0,997	NaCl	683,101	0,997
H2O	44,115	0,003	H2O	2,206	0,003
			Subtotal	685,307	1,000
			Ke Product Silo		
			Aliran <56>	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa
			NaCl	12978,92	0,997
			H2O	41,909	0,003
			Subtotal	13020,83	1,000
Total	13706,139	1,000	Total	13706,139	

19. Bucket Elevator (J-441)

Fungsi : Transportasi dari Screener (H-440 ke Product Silo (F-442)

Kondisi Operasi : Tekanan Operasi = 1 atm

Suhu Operasi = 30 °C



Tabel IV.21 Neraca Massa Bucket Elevator (J-441)

Komponen	Masuk		Keluar	
	Aliran <56>		Aliran <57>	
	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa	Massa (kg/ja	Fraksi Massa
NaCl	12978,923	0,997	12978,923	0,997
H2O	41,909	0,003	41,909	0,003
Total	13020,832	1,000	13020,832	1,000

IV.2 Perhitungan Neraca Energi

Kapasitas Produksi	= 100.000 ton/tahun
	= 312.500 kg/hari
	= 13.020 kg/jam
Ditetapkan 1 tahun	= 320 hari
Satuan	= kg/jam
Bahan Baku yang Digunakan	= 24 kg/jam
Bahan Baku	= 35.235 kg/jam
Basis	= 1 kg/jam
Satuan Massa	= kg/jam
Satuan Energi	= kal (calori)

Tabel IV.22 Data Heat Capacities

Komponen	BM	Heat capacities (Cp)	Satuan
NaCl	58.5	10,79+0,00420T	kal/mol
CaSO ₄	136	18,52+0,0219T	kal/mol
MgCl ₂	95	17,3+0,00377T	kal/mol
MgSO ₄	120	26.7	kal/mol
SiO ₂	60	3,65+0,0240T	kal/mol
H ₂ O _(l)	18	0.99866	kal/g K
H ₂ O _(g)	18	8,22+0,00015T+0,00000134T ²	kal/mol
NaOH	40	0.46	kal/g K
Na ₂ CO ₃	106	28.9	kal/mol
Na ₂ SO ₄	142	32.8	kal/mol
HCl	36.5	0.615	kal/g K
CaCl ₂	110.99	17,5+0,00334T	kal/mol
CaCO ₃	100	19,68+0,01189T-307600/T ²	kal/mol
Mg(OH) ₂	58	18.2	kal/mol

(Perry, 7th edition, Table 3-174)

1. Mixer (M-110)

Fungsi : Melarutkan garam rakyat dengan penambahan air proses

Kondisi Operasi : Tekanan Operasi = 1 atm

Suhu Operasi = 30 °C

Garam Tref = 298 K

rakyat, 303 K



Tabel IV.23 Neraca Energi Mixer (M-110)

Masuk		Keluar	
Komponen	ΔH (kal)	Komponen	ΔH (kal)
Garam rakyat <16>		Aliran <17>	
NaCl	23,255.946	NaCl	29,647.283
MgCl ₂	255.688	MgCl ₂	325.958
MgSO ₄	364.882	MgSO ₄	465.161
CaSO ₄	274.672	CaSO ₄	350.159
SiO ₂	625.247	SiO ₂	797.080
H ₂ O	7,608,313.385	H ₂ O	1,306,359,639.002
Air proses <15>			
H ₂ O	1,017,127,382.6		
		ΔH solution	-281,630,752.218
Total	1,024,760,472	Total	1,024,760,472.425

2. Reaktor (R-230)

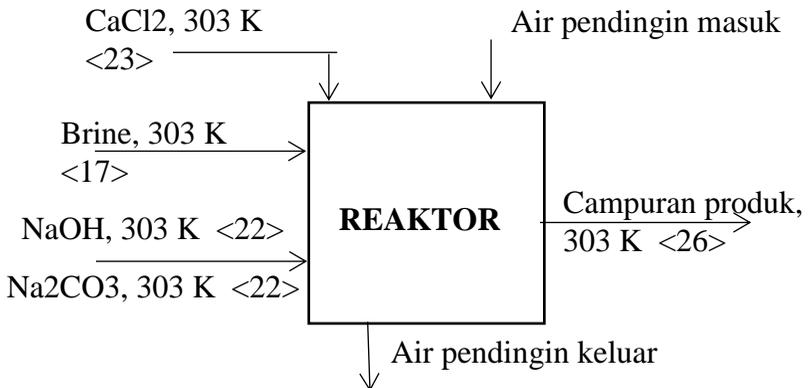
Fungsi : Mereaksikan larutan brine dengan Na₂CO₃, NaOH dan BaCl₂

Kondisi Operasi : Tekanan Operasi = 1 atm

Suhu Operasi = 30 °C

Waktu Reaksi = 1 jam

Reaksi yang terjadi :



Tabel IV.24 Data $\Delta H^{\circ}f$ Komponen

Komponen	$\Delta H^{\circ}f$ (kkal/mol)
CaSO_4	-338.730
Na_2CO_3	-269.460
Na_2SO_4	-330.500
CaCO_3	-289.500
MgCl_2	-153.220
NaOH	-101.960
NaCl	-98.321
$\text{Mg}(\text{OH})_2$	-221.900
MgSO_4	-304.940
CaCl_2	-205.250
CaSO_4	-338.730

(Perry, 5th edition, Table 3-135)

Tabel IV.25 Neraca Energi Reaktor (R-230)

Masuk		Keluar			
Komponen	ΔH (kal)	Komponen	ΔH (kal)		
Aliran <17>		Aliran <26>			
NaCl	23,255.946	NaCl	25,597.303		
MgCl ₂	255.688	CaSO ₄	642.223		
MgSO ₄	364.882	NaOH	55,283.599		
CaSO ₄	274.672	CaCO ₃	226.213		
SiO ₂	625.247	Mg(OH) ₂	30,298.514		
H ₂ O	1,024,735,695.9	SiO ₂	649.988		
Aliran <22>		H ₂ O	1,076,180,585.050		
NaOH	918.551				
H ₂ O	2,181,959.484				
Aliran <22>					
Na ₂ CO ₃	30,069.842				
H ₂ O	2,082.334				
Aliran <23>					
BaCl ₂	397.660				
H ₂ O	1,631,398.314			ΔH reaksi	-64,018,374.068
				Q serap	16,332,389.789
Total	1,028,607,298.6			Total	1,028,607,298.611

3. Double Effect Evaporator (V-310)

Fungsi : Melarutkan garam rakyat dengan penambahan air proses

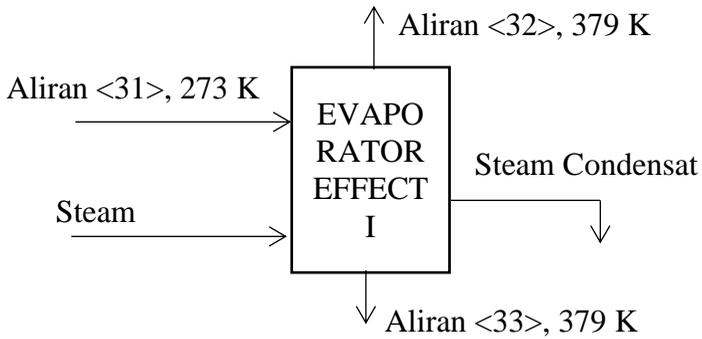
Effect I

Kondisi Operasi : Tekanan Operasi = 0,4 atm

Suhu Operasi = 379 K

Waktu Operasi = 1 jam

Tfeed = 273 K



Tabel IV.26 Neraca Energi Evaporator Effect I (V-310A)

Masuk		Keluar	
Aliran	kkal	Aliran	kkal
$\Delta H_F <30>$	1135994,773	$\Delta H_{L1} <32>$	3222513,167
$S \cdot \lambda_{s1}$	5555143,271	$V_1 \cdot H_1 <31>$	3468624,877
Total	6691138,043	Total	6691138,043

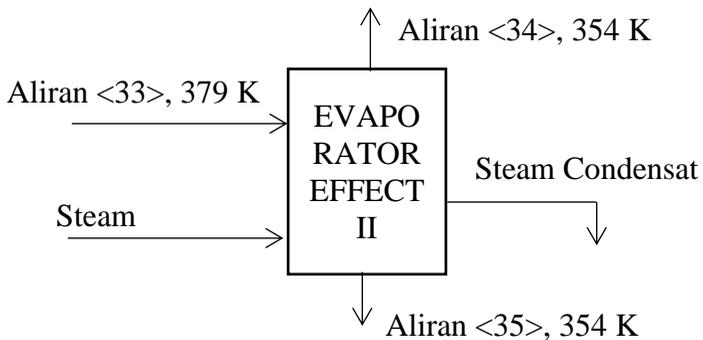
Effect II

Kondisi Operasi : Tekanan Operasi = 0,35 atm

Suhu Operasi = 380,50 K

Waktu Operasi = 1 jam

T_{feed} = 379,60 K



Tabel IV.27 Neraca Energi Evaporator Effect II (V-310B)

Masuk		Keluar	
Aliran	kcal	Aliran	kcal
$\Delta H_{L1} <32>$	3222513,167	$\Delta H_{L2} <34>$	1053377,724
$V_1 \cdot \lambda_{S2} <31>$	2859012,727	$V_2 \cdot H_2 <33>$	5028148,169
Total	6081525,893	Total	6081525,893

4. Vacuum Pan Crystallizer (V-320)

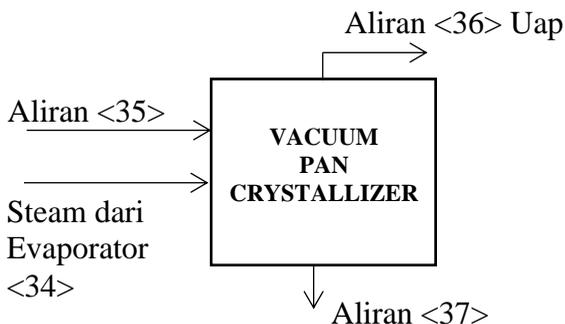
Fungsi : Pemanasan lebih lanjut sehingga didapat larutan brine lewat jenuh (saturated) membentuk kristal garam

Kondisi Operasi : Tekanan Operasi = 0,7 atm

Suhu Operasi = 363 K

Waktu Operasi = 1 jam

Suhu operasi diasumsikan suhu saturated steam pada tekanan 0,7 atm = 363 K



Tabel IV.28 Neraca Energi Vacuum Pan Crystallizer (V-320)

Masuk		Keluar	
Komponen	ΔH (kal)	Komponen	ΔH (kal)
Aliran <35>		Aliran <37>	
NaCl	355257,459	NaCl	290911,391
H ₂ O	4422145071,747	H ₂ O	1388872391,899
		Aliran <36>	
		H ₂ O (uap)	22104387955,006
Q supply	19071050929,09		
Total	23493551258,29	Total	23493551258,296

5. Barometric Condensor (E-321)

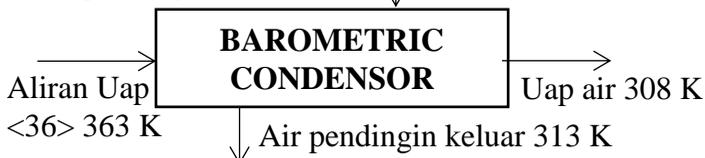
Fungsi : Mengkondensasi sebagian uap yang keluar dari kristalisator dan menjaga tekanan kristalisator

Kondisi Operasi : Tekanan Operasi = 0,7 atm

Suhu Operasi = 313 K

Waktu Operasi = Kontinyu

Air pendingin masuk 303 K ↓

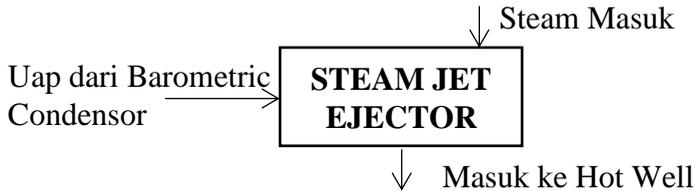


Tabel IV.29 Neraca Energi Barometric Condensor (E-321)

Masuk		Keluar	
Komponen	ΔH (kal)	Komponen	ΔH (kal)
Aliran <35>		Uap air ke G-232	
H ₂ O (uap)	20034057278,152	H ₂ O (uap air)	2024246590,666
		Kondensat ke F-323	
		H ₂ O	18218219315,993
		Q Serap	-208408628,507
Total	20034057278,152	Total	20034057278,152

6. Steam Jet Ejector (G-232)

Fungsi : Untuk memvakumkan Vacuum Pan Crystallizer



Tabel IV.30 Neraca Energi Steam Jet ejector (G-232)

Masuk		Keluar	
Komponen	ΔH (kal)	Komponen	ΔH (kal)
Uap dari E-222	2024246590,66	Kondensat ke F-224	2664508745,371
Steam	780499457,093	Q loss	140237302,388
Total	2804746047,75	Total	2804746047,759

7. Rotary Dryer (B-410)

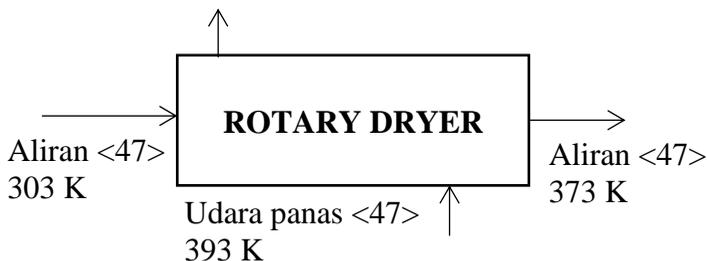
Fungsi : Mengeringkan garam dengan udara panas

Kondisi Operasi : Tekanan Operasi = 1 atm

Suhu Operasi = 373 K

Tref = 0,075 kg uap air/kg udara kering

Uap + padatan terikut <47> 353 K



Tabel IV.31 Neraca Energi Rotary Dryer (B-410)

Masuk		Keluar	
Komponen	ΔH (kal)	Komponen	ΔH (kal)
Aliran <41>		Aliran <46>	
NaCl	13371,121	NaCl	203400,652
H ₂ O	4140332,247	H ₂ O	3105249,186
		Aliran <47>	
		NaCl	1496,429
		H ₂ O	43266471,986
Udara Masuk	100754422,850	Udara Keluar	58331507,966
Total	104908126,219	Total	104908126,219

8. Electric Heater (E-415)

Fungsi : Memansakan udara sebelum masuk Dryer

Kondisi Operasi : Tin = 303,15 K

Tout = 273 K

Tref = 298 K



Tabel IV.32 Neraca Energi Electric Heater (E-415)

Masuk		H out (kal)	
Aliran [43]	kkal	Aliran [44]	kkal
Udara <28>	174,812	Udara kering	3316,177
Air (uap air)	42,286	Air (uap air)	810,981
Pemanas	3910,061		
Total	4127,158	Total	4127,158

9. Rotary Cooler (E-420)

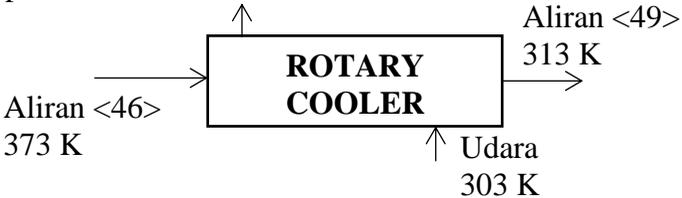
Fungsi : Mendinginkan produk garam

Kondisi Operasi : Tekanan Operasi = 1 atm

Suhu Operasi = 313 K

Tref = 0,075 kg uap air/kg udara kering

padatan terikut <50> 343 K



Tabel IV.33 Neraca Energi Rotary Cooler (E-420)

Masuk		Keluar	
Komponen	H (kal)	Komponen	ΔH (kal)
Aliran <46>		Aliran <49>	
NaCl	203400,652	NaCl	39590.176
H ₂ O	3105249,186	H ₂ O	123398.559
		Aliran <50>	
		NaCl	1481,566
		H ₂ O	4570,317
Udara masuk	385228,125	Udara keluar	3524837,345
Total	2897464.595	Total	3693877,963

BAB V DAFTAR DAN HARGA PERALATAN

Berikut adalah daftar dan harga alat pada Pabrik Garam Industri dari garam rakyat yang di sajikan pada Tabel V.1:

Tabel V.1 Perkiraan Harga Peralatan Proses

No	Kode	Nama Alat	Total	Harga US\$	CE Index	Harga Total US\$
				Per Unit		
1	C-110	Solar Salts Crusher	1	30.100	576	31.269
2	F-111	Solar Salts Storage	1	30.500	576	31.685
3	C-112	Solar Salts Hopper	1	6.000	576	6.233
4	J-113	Belt Conveyor I	1	11.800	576	12.258
5	H-120	Solar Salt Screener	1	40.000	576	41.554
6	J-121	Bucket Elevator I	1	11.100	576	11.531
7	F-123A	Solar Salt Bin A	1	12.800	576	13.297
8	F-123B	Solar Salt Bin B	1	12.800	576	13.297
9	M-210	Mixer	1	21.900	576	22.751
10	K-211	Solar Salt Weighter	1	2.800	576	2.909
11	H-220	Thickener	1	51.500	576	53.500
12	L-221	Slurry Pump	2	20.300	576	21.088
13	R-230	Reaktor	1	200.600	576	208.392
14	F-231	NaOH & Na ₂ CO ₃ Tank	1	41.700	576	43.320
15	L-232	Dozing Pump I	2	6.000	576	6.233
16	F-233	BaCl ₂ Tank	1	11.900	576	12.362
17	L-234	Dozing Pump II	2	4.400	576	4.571
18	H-240	Gravity Settling Tank	1	42.900	576	44.566
19	V310A	Evaporator Effect I	1	212.000	576	220.235
20	V310B	Evaporator Effect II	1	205.000	576	212.963
21	F-311	Tangki Penampung	3	62.800	576	130.479
22	L-312	Evaporator I Pump	2	17.900	576	18.595

23	L-313	Evaporator II Pump	2	11.400	576	11.843
24	L-314	Crystallizer Pump	2	10.100	576	10.492
25	V-320	Crystallizer	1	201.400	576	209.223
26	E-321	Barometric Condenser	1	1.100	576	1.143
27	G-322	Steam Jet Ejector	1	1.500	576	1.558
28	E-330	Centrifuge	1	53.800	576	55.890
29	L-331	Centrifuge Pump	2	11.400	576	11.843
30	B-410	Rotary Dryer	1	101.000	576	104.923
31	C-411	Purified Salt Feeder	1	6.000	576	6.233
32	J-412	Belt Conveyor II	1	11.800	576	12.258
33	G-414	Rotary Dryer Blower	1	5.200	576	5.402
34	E-415	Electric Heater	1	6.300	576	6.545
35	E-420	Rotary Cooler	1	20.800	576	21.608
36	G-421	Rotary Cooler Blower	1	5.200	576	5.402
37	H-422	Cyclone	1	300	576	312
38	G-423	Cyclone Blower	1	2.000	576	2.078
39	C-430	Industrial Salt Crusher	1	30.100	576	31.269
40	H-440	Industrial Salt Screener	1	40.000	576	41.554
41	J-441	Bucket Elevator II	1	11.100	576	11.531
42	F-442	Product Silo	1	20.500	576	21.296
Total Harga Peralatan, US\$					1.735.489,58	

Harga Tahun 2019 Solar Salt Crusher
 = $\frac{\text{Indeks Tahun 2019}}{\text{Indeks Tahun 2014}} \times \text{Harga Alat Tahun 2014}$
 = $\frac{598,48}{576} \times \text{US\$ } 30.100$
 = US\$ 31.269

BAB VI

ANALISA EKONOMI

Analisa ekonomi dapat dijadikan sebagai salah satu parameter apakah suatu pabrik tersebut layak didirikan atau tidak. Untuk menentukan kelayakan suatu pabrik secara ekonomi, diperlukan perhitungan bahan baku yang dibutuhkan dan produk yang dihasilkan menurut neraca massa yang telah tercantum pada appendix A. Harga peralatan untuk proses berdasarkan spesifikasi peralatan yang dibutuhkan seperti yang tercantum pada appendix C dihitung berdasarkan pada neraca massa dan neraca energi. Selain yang disebut di atas, juga diperlukan analisa biaya untuk operasi dan utilitas, jumlah dan gaji karyawan serta pengadaan lahan untuk pabrik.

VI.1 Pengelolaan Sumber Daya Manusia

VI.1.1 Bentuk Badan Perusahaan

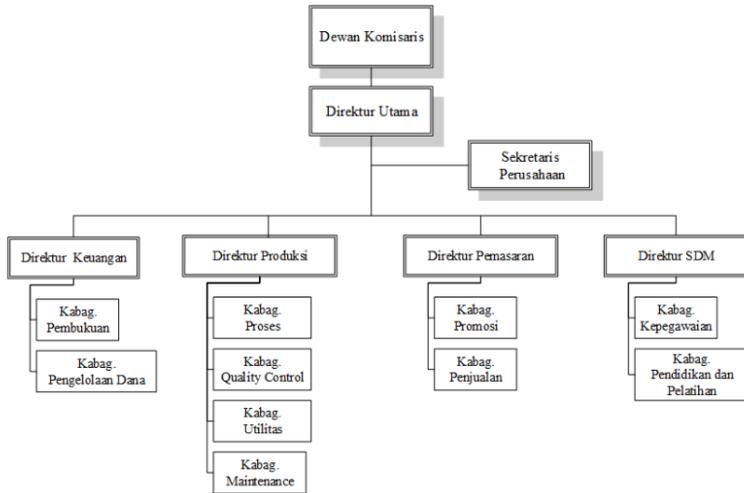
Bentuk badan perusahaan dalam Pabrik Garam Industri ini dipilih Perseroan Terbatas (PT). Perseroan Terbatas adalah organisasi usaha yang memiliki badan hukum resmi yang hanya berlaku pada perusahaan tanpa melibatkan harta pribadi atau perseorangan yang ada di dalamnya. Di dalam PT, pemilik modal tidak harus memimpin perusahaan, karena dapat merujuk orang lain di luar pemilik modal untuk menjadi pimpinan. Hal ini dipilih karena beberapa pertimbangan sebagai berikut:

1. Pemilik modal adalah pemegang saham sedangkan pelaksanaannya adalah dewan komisaris.
2. Tidak melibatkan harta pribadi pemegang saham.
3. Modal perusahaan dapat lebih mudah diperoleh yaitu dari penjualan saham maupun dari pinjaman.
4. Tanggung jawab pemegang saham terbatas, karena segala sesuatu yang menyangkut kelancaran produksi ditangani oleh pemimpin perusahaan

VI.1.2 Sistem Organisasi Perusahaan

Sistem organisasi perusahaan ini adalah garis dan staf. Organisasi garis dan staf adalah suatu bentuk organisasi dimana pelimpahan wewenang berlangsung secara vertikal dan sepenuhnya dari pucuk pimpinan ke kepala bagian dibawahnya serta masing-masing pejabat, manajer atau direktur ditempatkan satu atau lebih pejabat staf yang tidak mempunyai wewenang memerintah tapi hanya sebagai penasihat. Alasan pemakaian sistem ini adalah:

- a. Ada pembagian tugas yang jelas.
- b. Kerjasama dan koordinasi dapat dilaksanakan dengan jelas.
- c. Pengembangan bakat segenap anggota organisasi terjamin.
- d. Staffing dilaksanakan sesuai dengan prinsip *the right man on the right place*.
- e. Bentuk organisasi ini fleksibel untuk diterapkan.
- f. Biasa digunakan untuk organisasi yang cukup besar dengan produksi yang terus menerus.
- g. Terdapat kesatuan pimpinan dan perintah, sehingga disiplin kerja lebih baik. Masing-masing kepala bagian/direktur secara langsung bertanggung jawab atas aktivitas yang dilakukan untuk mencapai tujuan.



Gambar VI.1 Struktur Organisasi Perusahaan

Terdapat dua komponen utama dalam organisasi garis dan staf, yaitu:

1. Pimpinan

Tugas pimpinan secara garis besar adalah :

- a. Membuat rencana kerja yang terperinci dengan koordinasi para staf.
- b. Melakukan pengawasan pelaksanaan kerja dari berbagai bagian dalam pabrik.
- c. Meninjau secara teratur pelaksanaan pekerjaan di tiap-tiap bagian dan memberikan bimbingan serta petunjuk di dalam pelaksanaan pekerjaan.
- d. Melaporkan kepada direksi tentang hal-hal yang terkait dengan pengelolaan pabrik.
- e. Mewakili pabrik dalam perundingan dengan pihak lain.

2. Staf (Pembantu Pimpinan)
 - a. Terdiri dari para tenaga ahli yang membantu pemimpin dan yang menjalankan kebijaksanaan perusahaan.
 - b. Staf merupakan suatu tim yang utuh dan saling membantu dan saling membutuhkan, setiap permasalahan yang ada dipecahkan secara bersama.

Macam–macam staf antara lain :

- a. Staf koordinasi
Biasanya disebut staff umum, yaitu kelompok staf yang membantu pimpinan dalam perencanaan dan pengawasan, juga setiap saat memberikan nasehat kepada pimpinan baik diminta maupun tidak.
- b. Staf teknik
Biasanya disebut staf khusus, yaitu kelompok staf yang memberikan pelayanan jasa kepada komponen pelaksana untuk melancarkan tugas pabrik.
- c. Staf ahli
Staf ini terdiri dari para ahli dalam bidang yang diperlukan oleh pabrik untuk membantu direktur dalam penelitian.

VI.1.3 Struktur Organisasi Perusahaan

Pembagian kerja dalam organisasi ini adalah :

1. Dewan Komisaris
Dewan Komisaris bertindak untuk melakukan pengawasan secara umum serta memberi nasihat kepada Direksi.
Tugas dewan komisaris :
 - Mengawasi direktur dan berusaha agar tindakan direktur tidak merugikan perseroan.
 - Menetapkan kebijaksanaan perusahaan.
 - Mengadakan evaluasi/pengawasan tentang hasil yang diperoleh perusahaan.
 - Memberikan nasehat kepada direktur bila direktur ingin mengadakan perubahan dalam perusahaan.

2. Direktur Utama

Direktur adalah pemegang kepengurusan dalam perusahaan dan merupakan pimpinan tertinggi dan penanggung jawab utama dalam perusahaan secara keseluruhan.

Tugas direktur utama adalah :

- Menetapkan strategi perusahaan, merumuskan rencana-rencana dan cara melaksanakannya.
- Menetapkan sistem organisasi yang dianut dan menetapkan pembagian kerja, tugas dan tanggung jawab dalam perusahaan untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan.
- Mengadakan koordinasi yang tepat dari semua bagian.
- Memberikan instruksi dan kepada bawahannya untuk mengadakan tugas masing-masing.
- Mempertanggungjawabkan kepada dewan komisaris, segala pelaksanaan dari anggaran belanja dan pendapatan perusahaan.
- Menentukan kebijakan keuangan.
- Mengawasi jalannya perusahaan.

Selain tugas-tugas diatas, direktur berhak mewakili PT secara sah dan langsung disegala hal dan kejadian yang berhubungan dengan kepentingan perusahaan.

3. Direktur

Direktur bertanggung jawab ke direktur utama dalam pelaksanaan tugasnya, baik yang berhubungan dengan pemasaran, personalia, pembelian, produksi maupun pengawasan produksi.

Tugas Direktur :

- Membantu direktur utama dalam perencanaan maupun dalam penelaahan kebijaksanaan pokok dalam bidang masing-masing.
- Bertanggung jawab atas kelancaran, pengaturan, serta pemeliharaan pada bidang yang dibawahinya.

- Mengumpulkan fakta-fakta kemudian menggolongkannya dan mengevaluasinya.
4. Kepala Bagian Pembukuan
Kepala Bagian Pembukuan bertanggung jawab dengan segala bentuk pembukuan kegiatan yang telah dilakukan dan merencanakan kegiatan yang akan dilakukan.
 5. Kepala Bagian Pengelolaan Dana
Kepala Bagian ini bertugas untuk mengadakan kontak dengan pihak penjual bahan baku dan mempersiapkan *order-order* pembelian.
 6. Kepala Bagian *Quality Control*
Kepala Bagian ini bertanggung jawab langsung kepada Direktur Produksi. Bagian ini juga bertugas mengontrol kualitas produk.
 7. Kepala Bagian Proses
Kepala Bagian ini bertugas mengusahakan agar barang-barang produksi dengan teknik yang memudahkan karyawan sehingga diperoleh produk dengan biaya rendah, kualitas tinggi dan harga yang bersaing yang diinginkan dalam waktu yang sesingkat mungkin.
 8. Kepala Bagian Utilitas
Kepala Bagian utilitas bertugas mengurus bagian utilitas yang diperlukan pabrik seperti menyediakan air pendingin, air proses, *steam*, listrik, bahan bakar dan penanganan limbah. Bagian ini juga bertugas memproses alat utilitas yang sudah digunakan.
 9. Kepala Bagian *Maintenance*
Kepala Bagian ini bertugas mengurus semua masalah yang berhubungan dengan perbaikan dan perawatan seluruh alat-alat yang digunakan dalam pabrik.
 10. Kepala Bagian Promosi
Kepala Bagian Promosi bertanggung jawab atas kesuksesan pemasaran dengan melakukan berbagai promosi ke konsumen.
 11. Kepala Bagian Penjualan

Kepala Bagian ini bertugas mengusahakan agar hasil-hasil produksi dapat disalurkan dan didistribusikan secara tepat agar harga jual terjangkau dan mendapat keuntungan optimum.

12. Kepala Bagian Pendidikan dan Latihan
Kepala Bagian Pendidikan dan Latihan tugasnya mengurus penelitian dan pelatihan terhadap karyawan maupun pelajar yang akan melakukan kerja praktek.
13. Kepala Bagian Kepegawaian
Kepala Bagian kepegawaian bertugas mengurus kesejahteraan karyawan meliputi gaji, tunjangan dan penerimaan pegawai baru.

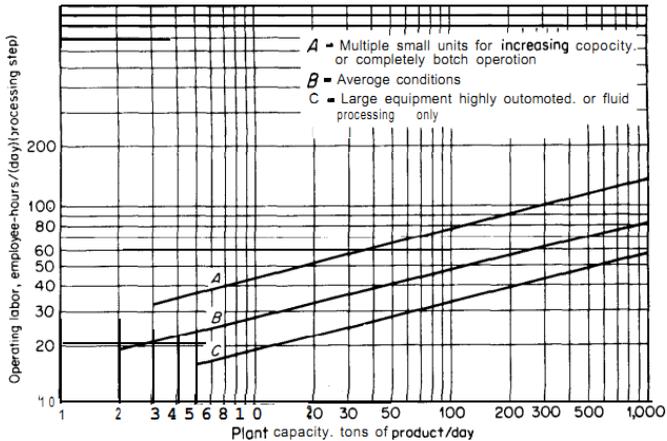
VI.1.4 Perincian Jumlah Tenaga Kerja

Jumlah karyawan yang dibutuhkan untuk proses produksi Pabrik Garam Industri diuraikan sebagai berikut :

1. Penentuan Jumlah Karyawan Operasional

Jumlah karyawan operasional yang dibutuhkan untuk proses produksi Pabrik Garam Industri sebagai berikut :

Kapasitas produksi Garam Industri = 313 ton/hari



Gambar VI.2 Kebutuhan Pekerja Operator Untuk Industri Kimia

Berdasarkan *figure 6-8 Timmerhaus 4th ed.*, hal. 198 untuk *average condition*, maka pada kapasitas 313 ton/hari diperoleh 60 orang.jam/(hari)(tahap proses), dimana dalam pabrik garam industri ini terdiri dari 4 tahapan proses sehingga jumlah karyawan proses yang terkena shift sebanyak 240 orang.jam/hari. Karyawan proses dibagi dalam 3 *shift* kerja dengan 1 *shift* kerja selama 8 jam/hari, jadi jumlah karyawan proses/*shift* adalah 10 orang/*shift*. Satu *shift* terdiri dari 4 grup sehingga jumlah operator total adalah 40 orang.

2. Jadwal Jam Kerja

Dalam menjalankan kegiatan sehari-harinya, pembagian jam kerja berdasarkan status karyawan, yaitu karyawan *day shift* dan karyawan *shift*.

a. Karyawan *Day Shift*

Karyawan ini tidak berhubungan langsung dengan proses produksi. Karyawan *day shift* diantaranya adalah karyawan administrasi, sekretariat, perbekalan, gudang, dan lain-lain.

Jam kerja karyawan diatur sebagai berikut :

Senin – Jumat : 07.00 – 16.00

Istirahat

Senin – kamis : 12.00 – 13.00

Jum'at : 11.30 – 13.00

Untuk hari Sabtu, Minggu dan hari besar merupakan hari libur.

b. Karyawan *Shift*

Karyawan *shift* berhubungan langsung dengan proses produksi. Yang termasuk karyawan *shift* adalah pekerja supervisor, operator dan *security*. Karyawan *shift* ini dibagi menjadi 4 group, yaitu A, B, C, D. Jam kerja karyawan diatur sebagai berikut :

Untuk pekerja operasi:

Shift pagi : 08.00 - 16.00

Shift sore : 16.00 - 24.00

Shift malam : 00.00 - 08.00

Untuk pekerja *security* :

Shift pagi : 06.00 – 14.00

Shift sore : 14.00 – 22.00

Shift malam : 22.00 – 06.00

VI.1.5 Status Karyawan dan Pengupahan

a. Karyawan Tetap

Karyawan tetap adalah karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan surat keputusan (SK) direksi dan mendapat gaji bulanan berdasarkan kedudukan, keahlian dan masa kerja.

b. Karyawan Harian

Karyawan yang diangkat dan diberhentikan oleh direksi tanpa SK dari direksi dan mendapat upah harian yang dibayar setiap akhir pekan.

c. Pekerja Borongan

Pekerja borongan adalah tenaga yang diperlukan oleh pabrik bila diperlukan pada saat tertentu saja, misalnya : tenaga *shut down*, bongkar muat bahan baku. Pekerja borongan menerima upah borongan untuk suatu pekerjaan tertentu.

Tabel VI.1. Perincian Jumlah Karyawan

No	Jabatan	Ijazah	Jumlah
1	Direktur Utama	S1	1
2	Sekretaris Perusahaan	S1	1
3	Direktur SDM	S1	1
4	Direktur Pemasaran	S1	1
5	Direktur Proses	S1	1
6	Direktur Keuangan	S1	1
7	Kabag Kepegawaian	S1	1
8	Kabag Pendidikan dan Latihan	S1	1
9	Kabag Promosi	S1	1
10	Kabag Penjualan	S1	1
11	Kabag Proses	S1	1
12	Kabag <i>Quality Control</i>	S1	1
13	Kabag Utilitas	S1	1
14	Kabag <i>Maintenance</i>	S1	1
15	Kabag Pembukuan	S1	1
16	Kabag Pengelolaan Dana	S1	1
17	Karyawan Kepegawaian	S1	2
18	Karyawan Kepegawaian	D3	3
19	Karyawan Pendidikan dan Latihan	S1	3
20	Karyawan Promosi	S1	1
21	Karyawan Promosi	D3	3
22	Karyawan Penjualan	S1	2
23	Karyawan Penjualan	D3	3
24	Karyawan Proses	S1	5
25	Karyawan Proses	D3	15
26	Karyawan <i>Quality Control</i>	S1	3
27	Karyawan <i>Quality Control</i>	D3	8
28	Karyawan Utilitas	S1	3
29	Karyawan Utilitas	D3	8
30	Karyawan <i>Maintenance</i>	S1	5

31	Karyawan <i>Maintenance</i>	D3	6
32	Karyawan Pembukuan	S1	2
33	Karyawan Pembukuan	D3	3
34	Karyawan Pengelolaan Dana	S1	2
35	Karyawan Pengelolaan Dana	D3	3
36	Dokter	S1	1
37	Perawat	D3	2
38	Satpam	SMA	5
39	<i>Office Boy</i>	SMA	4
40	Supir	SMA	2
41	IT	S1	2
Total			112

VI.2 Utilitas

Utilitas merupakan sarana penunjang suatu industri, karena utilitas merupakan penunjang proses utama dan memegang peranan penting dalam pelaksanaan operasi dan proses. Sarana utilitas pada Pabrik Garam Industri ini meliputi :

1. Air

Air pada pabrik ini berfungsi sebagai sanitasi, pelarut, dan air minum.

2. Listrik

Berfungsi sebagai tenaga penggerak dari peralatan proses maupun penerangan. Kebutuhan listrik untuk proses pabrik ini berasal dari kebutuhan listrik peralatan (heater, pompa). Pemenuhan kebutuhan listrik melalui Sistem Pembangkit Tenaga Surya dan perusahaan listrik negara (PLN).

3. Penanganan limbah

Penangan limbah digunakan untuk mencegah dan menanggulangi pencemaran di dalam dan sekitar pabrik.

Maka untuk memenuhi kebutuhan utilitas pabrik diatas, diperlukan unit-unit sebagai penghasil sarana utilitas, yaitu :

VI.2.1 Unit Pengolahan Air

Kebutuhan air untuk pabrik diambil dari air laut, dimana sebelum digunakan air laut perlu diolah lebih dulu, agar tidak mengandung zat-zat pengotor, dan zat-zat lainnya yang tidak layak untuk kelancaran operasi. Air pada pabrik Garam Industri ini digunakan untuk kepentingan :

1. Air sanitasi, meliputi air untuk laboratorium dan karyawan. Air sanitasi digunakan untuk keperluan para karyawan di lingkungan pabrik. Penggunaannya antara lain untuk konsumsi, mencuci, mandi, memasak, laboratorium, perkantoran dan lain-lain. Untuk unit penghasil air sanitasi diperlukan peralatan sebagai berikut : pompa air sungai, bak pra sedimentasi, bak koagulasi, dan flokulasi, tangki tawas, tangki $\text{Ca}(\text{OH})_2$, bak pengendap, bak penampung, pompa *sand filter*, tangki sand filter, bak penampung air bersih, bak penampung air sanitasi, tangki desinfektan, dan pompa air untuk sanitasi. Adapun syarat air sanitasi, meliputi :
 - a. Syarat fisik :
 - Suhu di bawah suhu udara
 - Warna jernih
 - Tidak berasa
 - Tidak berbau
 - Kekeruhan SiO_2 tidak lebih dari 1 mg / liter
 - b. Syarat kimia :
 - pH = 6,5 - 8,5
 - Tidak mengandung zat terlarut yang berupa zat organik dan anorganik seperti PO_4 , Hg, Cu dan sebagainya
 - c. Syarat bakteriologi :
 - Tidak mengandung kuman atau bakteri, terutama bakteri patogen
 - Bakteri E. coli kurang dari 1/ 100 ml
2. Air proses, meliputi : air proses, air pendingin, dan air umpan boiler

Pada unit pengolahan air ini, peralatan yang digunakan meliputi : pompa air boiler, bak pendingin, kation-anion *exchanger*.

VI.2.2 Unit Pembangkit Tenaga Listrik

Kebutuhan listrik yang diperlukan untuk pabrik Garam Industri ini diambil dari PLN dan generator sebagai penghasil tenaga listrik, dengan distribusi sebagai berikut :

- Untuk proses produksi diambil dari PLN dan generator jika sewaktu-waktu ada gangguan listrik dari PLN.
- Untuk penerangan pabrik dan kantor, diambil dari PLN.

VI.2.3 Unit Penanganan Limbah

Bagian ini mempunyai tugas antara lain mencegah dan menanggulangi pencemaran di dalam dan di sekitar area pabrik. Pengelolaan dan pemantauan kualitas lingkungan sesuai dengan standar dan ketentuan perundangan yang berlaku. Pengelolaan bahan berbahaya dan beracun, mencakup: pengangkutan, penyimpanan, pengoperasian, dan pemusnahan. Pengelolaan *house keeping* dan penghijauan di dalam dan sekitar area pabrik.

VI.3 Analisa Ekonomi

VI.3.1 Asumsi Perhitungan

Dalam melakukan analisa keuangan pabrik garam industri ini, digunakan beberapa asumsi, antara lain sebagai berikut :

- Modal kerja sebesar 6 bulan biaya pengeluaran, yaitu biaya bahan baku ditambah dengan biaya operasi;
- Eskalasi harga bahan baku sebesar nilai inflasi 4 % setiap tahun;
- Eskalasi biaya operasi yang meliputi biaya bahan tambahan, biaya utilitas dan biaya tetap sebesar nilai inflasi 4 % setiap tahun;
- Sumber dana investasi berasal dari modal sendiri sebesar 40 % biaya investasi dan pinjaman jangka pendek sebesar

- 60 % biaya investasi dengan bunga sebesar 12% per tahun yang akan dibayar dalam jangka waktu 48 bulan (4 tahun);
- Penyusutan investasi alat & bangunan terjadi dalam waktu 10 tahun secara *straight line*.

VI.3.2 Analisa Keuangan

Analisa keuangan yang digunakan pada pabrik garam industri ini adalah dengan menggunakan metode *discounted cash flow*. Analisa keuangan untuk pabrik garam industri terdiri dari perhitungan biaya produksi dan aliran kas /kinerja keuangan. Detail perhitungan dapat dilihat pada Appendix D. Tabel VI.2 berikut ini adalah ketentuan maupun parameter yang digunakan untuk perhitungan ekonomi.

Tabel VI.2 Parameter Perhitungan Ekonomi

PARAMETER	Nilai	Keterangan
Investasi Total	135.410.719.455	Rupiah
Umur Pabrik	10	Tahun
Pajak pendapatan	30%	/tahun
Inflasi	4%	/tahun
Depresiasi	10%	/tahun
IRR	39,58%	/tahun
Nama Bahan	Harga (Rp)	Keterangan
Garam Industri	3.000.000	/ton
OPERASI		
Garam Industri	9,8	ton/jam
Hari Operasi	320	Hari
Modal Sendiri (40 %)	46.132.743.826	Rupiah
Modal Pinjam (60 %)	69.199.115.740	Rupiah

VI.3.3 Analisa Laju Pengembalian Modal (*Internal Rate of Return / IRR*)

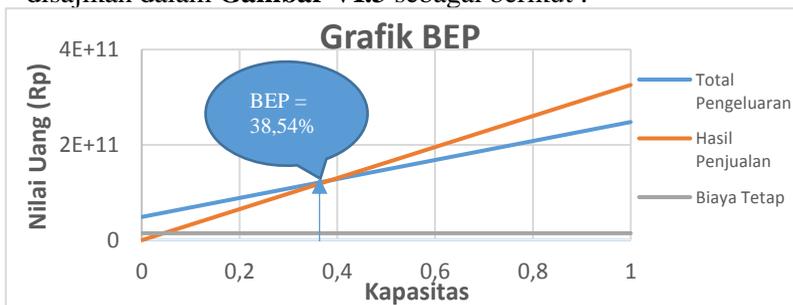
Dari hasil perhitungan pada Appendiks D, didapatkan harga $i = 39,58\%$. Harga i yang diperoleh lebih besar dari harga i untuk bunga pinjaman yaitu 12% per tahun. Dengan harga $i = 39,58\%$ yang didapatkan dari perhitungan menunjukkan bahwa pabrik ini layak didirikan dengan kondisi tingkat bunga pinjaman 12% per tahun.

VI.3.4 Analisa Waktu Pengembalian Modal (*Payout Period / POP*)

Dari perhitungan yang dilakukan pada Appendiks D didapatkan bahwa waktu pengembalian modal minimum adalah $5,34$ tahun dengan perkiraan usia pabrik 10 tahun. Hal ini menunjukkan bahwa pabrik ini layak untuk didirikan karena POT yang didapatkan lebih kecil dari perkiraan usia pabrik.

VI.3.5 Analisa Titik Impas (*Break Even Point / BEP*)

Analisa titik impas digunakan untuk mengetahui besarnya kapasitas produksi dimana biaya produksi total sama dengan hasil penjualan. Biaya tetap (FC), Biaya variabel (VC) dan Biaya semi variabel (SVC), untuk biaya tetap tidak dipengaruhi oleh kapasitas produksi. Dari perhitungan yang dilakukan pada Appendiks D didapatkan bahwa Titik Impas (BEP) = $38,54\%$ seperti yang disajikan dalam **Gambar VI.3** sebagai berikut :



Gambar VI.3 Grafik *Break Even Point*

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB VII KESIMPULAN

Pabrik garam industri dari garam rakyat ini didirikan untuk memenuhi kebutuhan garam industri dalam negeri sehingga dapat mengurangi beban impor yang terjadi selama ini. Untuk mengetahui kelayakan dari Pra Desain Pabrik Garam Industri dari Garam Rakyat ini dilakukan diskusi dari segi teknis dan ekonomis.

VII.1 Segi Teknis

Dalam Pra Desain Pabrik Garam Industri dari Garam Rakyat dengan beberapa penyesuaian sesuai dengan hasil seleksi dari beberapa proses yang ada. Secara teknis pabrik garam industri ini mempunyai syarat kelayakan karena:

1. Proses ini digunakan secara luas di dunia. Banyak pabrik garam industri menggunakan proses ini. Sebagai contoh PT Garam.
2. Memiliki efisiensi operasi yang baik serta hemat biaya dengan peralatan proses yang telah dikembangkan dan terus ditingkatkan.
3. Kontrol yang baik dari proses ini secara keseluruhan akan menghasilkan mutu yang terjaga baik.

VII.2 Segi Ekonomis

Untuk mengetahui kelayakan Pra Desain Pabrik ini dari segi ekonomi telah dilakukan analisa ekonomi yang meliputi perhitungan *Net Present Value* (NPV), *Internal Rate of Return* (IRR), *Pay Out Time* (POT), *Break Even Point* (BEP), dan Analisa Kepekaan. *Internal Rate of Return* (IRR) pabrik ini adalah 39,58% Angka ini lebih besar dari bunga bank yaitu 12%. Modal pabrik akan kembali setelah pabrik beroperasi selama 5,34 tahun. Waktu ini masih relatif jika dibandingkan dengan perkiraan umur pabrik 10 tahun. *Break Even Point* yang didapat sebesar 38,54%. Selain itu, dari ketiga parameter sensitifitas yaitu fluktuasi biaya investasi, harga bahan baku, dan harga jual dari produk, terlihat bahwa

ketiganya tidak memberikan pengaruh yang cukup signifikan terhadap kenaikan atau penurunan nilai IRR pabrik sehingga pabrik Garam Industri dari Garam Rakyat ini layak untuk didirikan.

VII.3 Kesimpulan

Dari hasil-hasil yang telah diuraikan dalam bab-bab sebelumnya, maka disimpulkan

1. Perencanaan Operasi : kontinyu, 24 jam/hari, 320 hari/tahun
2. Kapasitas Produksi : 100.000 ton/tahun
3. Kebutuhan Bahan Baku
 - Garam Rakyat : 198339,83 ton/tahun
 - NaOH : 3067,16 ton/tahun
 - Na₂CO₃ : 1598,18 ton/tahun
 - BaCl₂ : 3763,78 ton/tahun
4. Umur Pabrik : 10 tahun
5. Masa Konstruksi : 24 bulan
6. Analisa
 - a. Pembiayaan :
 - Struktur Permodalan : 40% modal sendiri dan 60% pinjaman bank
 - Bunga Bank : 12% per tahun
 - Total Investasi (TCI) : Rp. 135.410.719.455
 - *Total Production Cost* (TPC) :
Rp. 256.126.782.649
 - b. Penerimaan :
 - Hasil Penjualan (kapasitas 100%) :
Rp. 325.663.000.000
 - c. Rehabilitasi Perusahaan
 - Laju Pengembalian Modal (IRR) : 39,58%
 - Waktu Pengembalian Modal (POT) : 5,34 tahun
 - Titik Impas (BEP) : 38,54%

7. Bentuk Perusahaan : Perseroan Terbatas
8. Struktur Organisasi : Garis dan staf
9. Lokasi : Kecamatan Kapetakan,
Kabupaten Cirebon, Jawa Barat.

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

- Badger WL. 1955. *Introduction to Chemical Engineering*. New York :McGraw – Hill
- Bhavan, Manak, dkk. 1983. *Indian Standard : Specification for Common Salt for Chemical Industries*. India : Bureau of Indian Standards.
- Brown, G. (1995). *Unit Operation*. New Delhi: CBS publisher.
- Brownell, Young. 1959. *Process Equipment Design*. New York: John Wiley and Sons.
- Couper, J., Walas, S., & et, a. (2012). *Chemical Process Equipment Third Edition*. London: Elsevier.
- CRC Press. (2003). *Handbook of Chemistry and Physics*. New York: CRC Press
- Geankoplis, C. 1993. *Transport Processes and Unit Opration 3rd Edition*. New Jersey: Prentice Hall.
- Himmelblau, D.M . 1989 . *Basic Principles and Calculations in Chemical Engineering, 5^{ed}*. Singapore: Prentice-Hall International ,
- Hugot, E. 1986. *Handbook of Cane Sugar Engineering*. USA : Elsevier Science Publisher
- Jordan, K. (1984). *Design of Direct Heated Rotary Dryer*
- Kestin, J., Khalifa, H., & Correia, R. (1981). *Tables of Dynamic and Kinematic Viscosity of NaCl Solution*
- Kauffman, Dale. 1960. *The Production and Properties of Salt and Brine*. New York : Hafner Publishing Company.
- Kirk, R., & Othmer, D. (2005). *Encyclopedia of Chemical Technology volume 23*. New York: Wiley
- McCabe, Warren L., Smith, Julian C., Harriot, Peter. 2001. *Unit Operation of Chemical Engineering 6th Edition*. New York: McGraw-Hill Book.
- Perry, RH. 1997. *Chemical Engineer's Handbook 7th Edition International Edition*. Singapore: Mc. Graw-Hill.

- Peters, Max S., Timmerhaus, Klaus D., West, Ronald E. 2003. *Plant Design and Economics for Chemical Engineers 5th Edition*. Singapore: Mc. Graw-Hill.
- Smith, Ness, V., & Abbot. (2001). *Introduction of Chemical Engineering Thermodynamics*. New York: Mc-Graw Hill.
- Spivakovsky, A., & Dyachkov, V. (1996). *Conveyors and Related Equipment*. Hardcover: Central Books Ltd.
- Ulrich, GD. 1984. *A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economic*. New York: John Wiley and Sons.
- Wallas, SM. 1998. *Chemical Process Equipment : Selection and Design*. USA: Butterworth-Heinemann.
- Widayat. 2009. *Production of Industry Salt with Sedimentation and Filtration*. Universitas Diponegoro.

RIWAYAT HIDUP PENULIS



Arianto Setia Budi, akrab dipanggil Anto lahir di Gresik, 29 Mei 1996. Merupakan anak ketiga dari tiga bersaudara. Penulis menempuh pendidikan formal yang dimulai dari SDN Petrokimia Gresik (2002-2008) dilanjutkan dengan SMPN 2 Kebomas Gresik (2008-2011), lalu dilanjutkan di SMA Semen Gresik (2011- 2014). Penulis melanjutkan pendidikan jenjang perguruan tinggi D3 di Teknik Kimia ITS Surabaya (2014-2017), dan menempuh pendidikan jenjang perguruan tinggi S1 di Teknik Kimia Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Penulis telah menyelesaikan tugas akhir pra desain pabrik dan tugas penelitian di laboratorium penelitian Teknik Reaksi Kimia bersama partner dan di bawah bimbingan Prof. Dr. Ir. Achmad Roesyadi, DEA dan Hikmatun Ni'mah, S.T., M.Sc., Ph.D. Tugas akhir pra desain pabrik yang telah diselesaikan oleh penulis berjudul “Pra Desain Pabrik Garam Industri Dari Garam Rakyat”.

E-mail: setiabudiariantoo@gmail.com

RIWAYAT HIDUP PENULIS



Fahmi Dinar Rahadhian, akrab dipanggil Fahmi lahir di Tuban, 20 Juli 1996. Merupakan anak ketiga dari tiga bersaudara. Penulis menempuh pendidikan formal yang dimulai dari SDN IV Sidotopo Wetan Surabaya (2002-2008), dilanjutkan dengan SMP Wachid Hayim 1 Surabaya (2008-2011), lalu dilanjutkan di SMAN Trimurti Surabaya (2011-2014). Penulis

melanjutkan pendidikan jenjang perguruan tinggi D3 di Teknik Kimia ITS Surabaya (2014-2017), dan menempuh pendidikan jenjang perguruan tinggi S1 di Teknik Kimia Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Penulis telah menyelesaikan tugas akhir pra desain pabrik dan tugas penelitian di laboratorium penelitian Teknik Reaksi Kimia bersama partner dan di bawah bimbingan Prof. Dr. Ir. Achmad Roesyadi, DEA dan Hikmatun Ni'mah, S.T., M.Sc., Ph.D. Tugas akhir pra desain pabrik yang telah diselesaikan oleh penulis berjudul "Pra Desain Pabrik Garam Industri Dari Garam Rakyat". Moto Hidup saya adalah jangan jadi pengecut karena terlalu takut, Semua keberanian berawal dari rasa takut yang sudah dilawan.

E-mail: fahmi.dinar.its@gmail.com