



Tugas Desain Pabrik Kimia – TK184803

**PABRIK GARAM INDUSTRI DARI GARAM RAKYAT
DENGAN PROSES PENCUCIAN**

Oleh :

Tedy Krisna Arimukti

NRP. 0221174600010

Widyastuti Ramadhani

NRP. 0221174600005

Dosen Pembimbing 1:

Prof. Dr. Ir. Ali Altway, MSc.

NIP. 1951 0804 1974 12 1001

Dosen Pembimbing 2:

Siti Nurkhamidah, ST., MS., Ph.D

NIP. 1984 0508 2009 12 2004

**DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019**



Plant Design Project – TK184803

**PLANT DESIGN INDUSTRIAL SALT FROM PUBLIC
SALT BY WASHING PROCESS**

Oleh :

**Tedy Krisna Arimukti
NRP. 0221174600010
Widyastuti Ramadhani
NRP. 0221174600005**

Advisor 1:

**Prof. Dr. Ir. Ali Altway, MSc.
NIP. 1951 0804 1974 12 1001**

Advisor 2:

**Siti Nurkhamidah, ST., MS., Ph.D
NIP. 1984 0508 2009 12 2004**

**DEPARTEMENT OF CHEMICAL ENGINEERING
FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019**

LEMBAR PENGESAHAN

Laporan Tugas Desain Pabrik Kimia dengan Judul :

Pra-Desain Pabrik

“GARAM INDUSTRI DARI GARAM RAKYAT DENGAN PROSES PENCUCIAN”

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

Oleh :

Tedy Krisna Arimukti
Widyastuti Ramadhani

NRP. 02211746000010
NRP. 02211746000005

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Desain Pabrik Kimia :

1. Prof. Dr. Ir. Ali Altway, M.Sc (Pembimbing I)
2. Siti Nurkhamidah, S.T.,M.S.,Ph.D (Pembimbing II)
3. Dr. Yeni Rahmawati, S.T., M.T. (Penguji I)
4. Suci Madhania, S.T., M.T. (Penguji II)
5. Ir. Ignatius Gunardi, M.T (Penguji III)



Surabaya, Agustus 2019

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 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 per/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 Bulu, Rembang. Dengan penentuan lokasi pendirian pabrik yang didasarkan pada beberapa alasan, yaitu dekat dengan bahan baku (garam rakyat melimpah), ketersediaan sumber air (dekat dengan laut), ketersediaan power (PLN), 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 dengan brine dipilih karena menghasilkan

produk yang baik (kadar NaCl >94,7%), dengan peralatan yang relatif murah dan sederhana dibanding proses lain.

Secara umum proses pembuatan dengan proses terpilih dibagi menjadi 3 tahapan proses, yaitu tahap *Pre Treatment* bahan baku, tahap pencucian dan pemisahan, dan tahap pengeringan dan pengemasan produk. Proses pertama, bahan baku berupa garam rakyat dengan kandungan NaCl sebesar 80,75% dari gudang penyimpanan (F-111) 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 *brine* pada *Mixer Tank I (M-210)* sehingga diharapkan pengotor akan larut dalam *brine*. Produk garam industri dan *brine* kotor akan dipisahkan dengan *Thickener (H-228)* untuk kemudian sisa *brine* kotor yang masih ada pada produk dipisahkan lagi dengan *Centrifuge (H-220)*.

Proses ketiga pengeringan dan pengemasan. Produk garam industri akan dikeringkan dengan *Rotary Dryer (B-310)* untuk menghilangkan sisa air yang masih ada untuk kemudian didinginkan dengan *Rotary Cooler (B-320)* dan dilakukan pengemasan.

Berdasarkan perhitungan neraca massa, untuk memenuhi kapasitas produksi sebanyak 100.000 ton/tahun dibutuhkan bahan baku garam rakyat sebanyak 134.738,347 ton/tahun. Proses produksi juga didukung oleh tersebut dilaksanakan dengan 320 hari per tahunnya.

Pabrik garam industri ini merupakan perusahaan yang berbadan hukum Untuk dapat mendirikan pabrik dengan kapasitas 100.000 ton/tahun diperlukan total modal investasi sebesar Rp 249.737.412.461,- dan total biaya produksi sebesar Rp 336.998.106.269,96,- dengan estimasi hasil penjualan Rp 466.587.000.000,- per tahun. Dengan estimasi umur pabrik 10 tahun, dapat diketahui *internal rate of return (IRR)* sebesar 29,81%, *pay out time (POT)* 3,24 Tahun dan *break even point (BEP)* sebesar 45,3%.

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan kekuatan sehingga kami dapat melaksanakan Tugas Pra Desain Pabrik yang berjudul *Pabrik Garam Industri dari Garam Rakyat dengan Proses Pencucian* dan menyelesaikan laporan ini tepat pada waktunya. Tugas Akhir ini merupakan syarat kelulusan bagi mahasiswa tahap sarjana di Departemen Teknik Kimia FTI-ITS Surabaya.

Selama penyusunan laporan ini, kami banyak sekali mendapat bimbingan, dorongan, serta bantuan dari banyak pihak. Untuk itu, kami ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Orang tua, saudara, sahabat seperjuangan Castarica atas doa, bimbingan, perhatian, dan kasih sayang yang selalu tercurah selama ini.
2. Dr. Widiyastuti, S.T., M.T.; selaku Ketua Departemen Teknik Kimia FTI - ITS.
3. Prof. Dr. Ir. Ali Altway, M.Sc. selaku Kepala Laboratorium Perpindahan Massa dan Panas dan Dosen Pembimbing, atas bimbingan dan saran yang diberikan.
4. Siti Nurkhamidah, S.T., M.Sc., Ph.D selaku Dosen Pembimbing atas bimbingan dan saran yang diberikan.
5. Bapak dan Ibu Dosen Departemen Teknik Kimia FTI – ITS yang telah memberikan ilmunya kepada penulis serta seluruh karyawan Departemen Teknik Kimia.
6. Teman-teman di Laboratorium Perpindahan Massa dan Panas, serta teman-teman Departemen Teknik Kimia.

Kami menyadari masih banyak kekurangan dalam penulisan laporan ini, yang membutuhkan saran yang konstruktif demi penyempurnaannya.

Surabaya, 10 Juli 2019

Penyusun

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	
INTISARI.....	i
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR TABEL.....	vii
BAB I PENDAHULUAN	
I.1. Latar Belakang.....	I-1
BAB II SELEKSI DAN URAIAN PROSES	
II.1. Kapasitas.....	II-1
II.2. Lokasi Pabrik.....	II-5
II.2.1. Faktor Utama Dalam Pemilihan Lokasi Pabrik.....	II-6
II.2.1. Faktor Pendukung Dalam Pemilihan Lokasi Pabrik.....	II-8
II.3. Kualitas Bahan Baku dan Produk.....	II-10
II.3.1. Potensi Bahan Baku.....	II-10
II.3.2. Kualitas Bahan Baku.....	II-10
II.3.3. Kualitas Produk.....	II-13
BAB III SELEKSI DAN URAIAN PROSES	
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-3
III.1.3. Proses Penambangan Garam.....	III-4
III.1.4. Proses Penguapan Air Laut.....	III-6
III.1.5. Proses Rekrystalisasi.....	III-8
III.1.6. Proses Pencucian dengan Brine.....	III-9
III.2. Pemilihan Proses.....	III-10
III.3. Uraian Proses.....	III-11
BAB IV NERACA MASSA DAN ENERGI.....	IV-1
BAB V DAFTAR DAN HARGA PERALATAN.....	V-1
BAB VI ANALISA EKONOMI	

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 Perincian Jumlah Tenaga Kerja	VI-8
VI.1.4 Status Karyawan dan Pengupahan	VI-10
VI.2. Utilitas	VI-11
VI.2.1 Unit Pengolahan Air.....	VI-11
VI.2.2 Unit Pembangkit Tenaga Listrik	VI-12
VI.2.3 Unit Penanganan Limbah.....	VI-13
VI.3 Analisa Ekonomi	VI-13
VI.3.1 Asumsi Perhitungan	VI-13
VI.3.2 Analisa Keuangan	VI-14
VI.3.3 Analisa Laju Pengembalian Modal (<i>IRR</i>)	VI-15
VI.3.4 Analisa Waktu Pengembalian Modal	
(<i>POP</i>)	VI-15
VI.3.5 Analisa Titik Impas (<i>BEP</i>).....	VI-16
BAB VII KESIMPULAN	VII-1
VII.1. Segi Teknis.....	VII-1
VII.2. Segi Ekonomis	VII-1
VII.3. Kesimpulan	VII-2
DAFTAR PUSTAKA.....	x

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Peta Persebaran Sentra Produksi Garam Indonesia	I-2
Gambar 1.2	Kebutuhan dan Impor Garam Industri di Indonesia	I-4
Gambar 1.3	Petak Lahan Evaporasi Garam Rakyat	I-4
Gambar 1.4	Proses Pembuatan Garam Rakyat	I-5
Gambar 2.1	Peta Kabupaten Rembang	II-5
Gambar 3.1	Diagram Proses <i>Vacuum Pan</i>	III-1
Gambar 3.2	Diagram Proses <i>Open Pan</i>	III-3
Gambar 3.3	Diagram Proses Penambangan Garam	III-4
Gambar 3.4	Diagram Proses Penguapan Air Laut	III-6
Gambar 3.5	Diagram Proses Rekrystalisasi	III-8
Gambar 3.6	Blok Diagram Proses Terpilih	III-11
Gambar 6.1	Struktur Organisasi Perusahaan	VI-2
Gambar 6.2	Grafik <i>Break Even Point</i>	VI-15

DAFTAR TABEL

Tabel I.1	Sentra Produksi dan Luas Lahan Garam Nasional.....	I-3
Tabel I.2	Impor Komoditas Garam.....	I-6
Tabel 1.3	Kebutuhan, Produksi, Impor, Ekspor,Produksi Garam Rakyat.....	I-6
Tabel II.1	SNI Garam Konsumsi	II-1
Tabel II.2	SNI Garam Industri	II-2
Tabel II.3	Data Konsumsi,Produksi Impor & Ekspor	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-4
Tabel II.6	Target Pemasaran Industri Tahun 2015.....	II-7
Tabel II.7	Jumlah Penduduk dan Kepadatannya di Kabupaten Rembang	II-9
Tabel II.8	Kualitas Bahan Baku Garam Rakyat.....	II-11
Tabel II.9	Standar kualitas garam industry perminyakan	II-13
Tabel II.10	<i>Indian Standard Specification common salt for chemical industries.....</i>	II-14
Tabel III.1	Perbandingan Proses Pemurnian Garam	III-10
Tabel IV.1	Neraca Massa Total Belt Conveyor I	IV-2
Tabel IV.2	Neraca Massa Total Sollar Salts Crusher	IV-3
Tabel IV.3	Neraca Massa Total Solar Salts Screener	IV-4
Tabel IV.4	Neraca Massa Total Bucket Elevator I.....	IV-5
Tabel IV.5	Neraca Massa Total Mixer	IV-6
Tabel IV.6	Neraca Massa Total Thickner	IV-7
Tabel IV.7	Neraca Massa Total Centrifuge	IV-9
Tabel IV.8	Neraca Massa Total Mixer 2	IV-11
Tabel IV.9	Neraca Massa Total Gravity Settling Tank	IV-13
Tabel IV.10	Neraca Massa Total Purrified Salts Conveyor	IV-15
Tabel IV.11	Neraca Massa Total Rotary Dryer	IV-16

Tabel IV.12	Neraca Massa Total Rotary Cooler	IV-17
Tabel IV.13	Neraca Massa Total Cyclone.....	IV-19
Tabel IV.14	Neraca Massa Total Bag Filter	IV-20
Tabel IV.15	Neraca Massa Total Industrial Salts Crusher ..	IV-22
Tabel IV.16	Neraca Massa Total Industrial Salts Screener .	IV-23
Tabel IV.17	Neraca Massa Bucket Elevator II.....	IV-24
Tabel IV.2.1	Neraca Panas Total Rotary Dryer.....	IV-26
Tabel IV.2.2	Neraca Panas Total Rotary Cooler	IV-27
Tabel V.1	Spesifikasi Sollar Salts Storage.....	V-1
Tabel V.2	Spesifikasi Sollar Salts Hopper	V-1
Tabel V.3	Spesifikasi Belt Conveyor I.....	V-2
Tabel V.4	Spesifikasi Solar Salts Crusher	V-2
Tabel V.5	Spesifikasi Solar Salts Screener	V-3
Tabel V.6	Spesifikasi Bucket Elevator I	V-3
Tabel V.7	Spesifikasi Salt Bin	V-4
Tabel V.8	Spesifikasi Brine Tank	V-5
Tabel V.9	Spesifikasi Brine Pump	V-6
Tabel V.10	Spesifikasi Sollar Salts Weighter	V-7
Tabel V.11	Spesifikasi Mixer I	V-8
Tabel V.12	Spesifikasi Thickener	V-9
Tabel V.13	Spesifikasi Mixer II.....	V-10
Tabel V.14	Spesifikasi Gravity Settling Tank.....	V-11
Tabel V.15	Spesifikasi Recycle Brine Pump	V-11
Tabel V.16	Spesifikasi NaOH dan Na ₂ CO ₃ Tank	V-12
Tabel V.17	Spesifikasi Dozzing Pump I.....	V-13
Tabel V.18	Spesifikasi BaCl ₂ Tank.....	V-14
Tabel V.19	Spesifikasi Dozzing Pump II.....	V-15
Tabel V.20	Spesifikasi Slurry Pump	V-16
Tabel V.21	Spesifikasi Centrifuge	V-16

Tabel V.22	Spesifikasi Purified Salts Feeder.....	V-17
Tabel V.23	Spesifikasi Purified Salts Conveyor.....	V-17
Tabel V.24	Spesifikasi Rotary Dryer Blower	V-18
Tabel V.25	Spesifikasi Rotary Cooler Blower	V-18
Tabel V.26	Spesifikasi Air Heater	V-19
Tabel V.27	Spesifikasi Rotary Dryer	V-19
Tabel V.28	Spesifikasi Rotary Cooler.....	V-20
Tabel V.29	Spesifikasi Cyclone.....	V-20
Tabel V.30	Spesifikasi Industrial Salts Crusher.....	V-21
Tabel V.31	Spesifikasi Industrial Salts Screener	V-21
Tabel V.32	Spesifikasi Bucket Elevator II.....	V-22
Tabel V.33	Spesifikasi Bag Filter Blower	V-22
Tabel V.34	Spesifikasi Bag Produk Silo.....	V-23
Tabel V.35	Harga Peralatan	V-24
Tabel VI.1	Daftar Kebutuhan Karyawan Pabrik Garam Industri	VI-8
Tabel VI.2	Jadwal Shift dengan Sistem 2-2-2	VI-10
Tabel VI.3	Parameter Perhitungan Ekonomi.....	VI-14

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

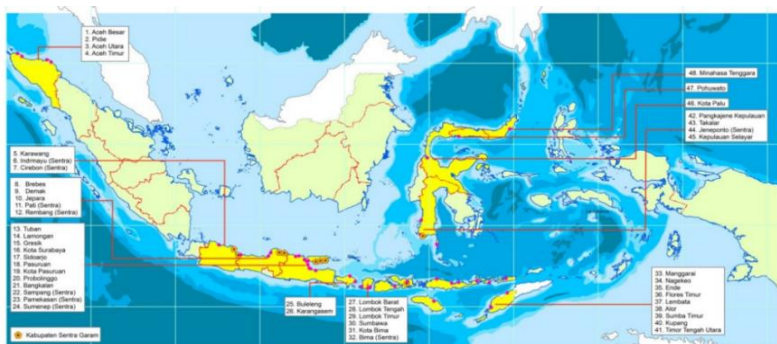
Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia. Menurut Kepala Badan Informasi Geospasial (BIG), Priyo Kardono, jumlah pulau Indonesia mencapai sekitar 17.000 pulau dengan sekitar 3000 pulau diantaranya belum bernama atau direkam data koordinatnya. Data dari BIG menunjukkan bahwa selain menjadi negara kepulauan terbesar, Indonesia juga memiliki garis pantai terpanjang kedua di dunia setelah Kanada dengan panjang garis pantai mencapai 99.093 km. Dengan garis pantai terpanjang kedua di dunia serta luas wilayah laut mencapai 5,9 km². Indonesia memiliki potensi sumber daya alam perairan yang sangat besar. Potensi perairan ini dapat dimanfaatkan salah satunya sebagai bahan dasar produksi komoditi garam (NaCl).

Garam merupakan benda kristal padat berwarna putih dengan komponen utama penyusunnya adalah Natrium Klorida (NaCl) dan mengandung beberapa pengotor seperti Magnesium Sulfat (MgSO₄), Kalsium Sulfat (CaSO₄), Magnesium Klorida (MgCl₂), Kalsium Klorida (CaCl₂) dan lain-lain. Garam dapat diproduksi dari bahan baku seperti air laut, danau air asin, deposit garam dalam tanah, serta sumur garam.

Di Indonesia, air laut digunakan sebagai bahan baku utama pembuatan garam. Menurut fungsinya, garam terbagi atas 2 jenis, yaitu garam konsumsi dan garam industri. Menurut Permendag No. 58 tahun 2012, garam konsumsi adalah garam dengan kadar NaCl paling sedikit 94,7% (*dry basis*), sedangkan garam industri merupakan garam dengan kadar NaCl paling sedikit 97% (*dry basis*). Garam konsumsi dipergunakan sebagai penambah rasa asin pada makanan, sedangkan garam industri diperuntukkan sebagai bahan baku maupun bahan tambahan bagi keperluan industri lain, seperti industri Chlor-Alkali, industri tekstil, farmasi, dan sebagainya. Garam industri memiliki spesifikasi kandungan NaCl lebih tinggi dari garam konsumsi dan

memerlukan proses pembuatan yang lebih kompleks.

Proses pembuatan garam di Indonesia sebagian besar masih menggunakan teknologi konvensional yang memanfaatkan tenaga panas matahari. Proses ini memakan waktu lama dan menghasilkan garam dengan kualitas yang masih rendah dengan kandungan NaCl sekitar 80%. Garam jenis ini disebut sebagai garam rakyat dan memerlukan pengolahan lebih lanjut untuk dapat memenuhi standar sebagai garam konsumsi maupun garam industri.



Gambar 1.1 Peta Persebaran Sentra Produksi Garam Indonesia

Sentra produksi garam di Indonesia tersebar di seluruh wilayah seperti yang ditunjukkan oleh **Gambar 1.1** diatas. Kabupaten dengan produksi garam terbesar adalah Kabupaten Cirebon dengan produksi sebesar 435.439 Ton, sedangkan kabupaten dengan produksi garam terendah adalah Kabupaten Alor dengan total produksi 315,1 Ton. Data lengkap produksi garam nasional dapat dilihat pada **Tabel I.1**.

Tabel I.1 Produksi, Luas Lahan, dan Produktivitas Garam Rakyat menurut Kabupaten/Kota tahun 2015

No	Kabupaten/ Kota	Produksi (Ton)	Luas Lahan (Ha)	Produktivi tas (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

Lanjutan **Tabel I.1** Produksi, Luas Lahan, dan Produktivitas Garam Rakyat menurut Kabupaten/Kota tahun 2015

No.	Kabupaten/ Kota	Produksi (Ton)	Luas Lahan (Ha)	Produktivi tas (Ton/Ha/m usim)
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.	Kota 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
44.	Kep, Selayar	331,65	15,00	22,11

Sumber : Ditjen PRL, 2015

Indonesia sampai saat ini belum mampu memproduksi garam industri sehingga kebutuhan akan garam industri masih mengandalkan impor dari Australia, India, China, New Zealand, dan negara lainnya. Data impor komoditas garam Indonesia dapat dilihat pada **Tabel 1.2**. Sedangkan data produksi, konsumsi impor dan ekspor garam nasional dapat dilihat pada **Tabel 1.3**.

Tabel I.2 Impor Komoditas Garam Berdasarkan Negara Asal
Tahun 2015-2017

No.	Negara Asal	Tahun (kg)		
		2015	2016	2017
1	Australia	1.489.582,0	1.753.934,2	2.296.681,3
2	India	333.731,2	380.505,4	251.590,1
3	Tiongkok	37.404,1	4.630,1	269,2
4	New Zealand	2.248,0	2.926,1	2.669,5
5	Singapura	30,4	91,2	121,5
6	Jerman	237,0	369,9	300,1
7	Denmark	343	367,5	486,8
8	Lainnya	473,6	918,6	704,7
	Total	1.864.049,3	2.143.743,0	2.552.823,2

Sumber: BPS, 2019

Tabel I.3 Kebutuhan, Produksi, Impor, Ekspor Garam 2011-2015

No.	Uraian	Tahun				
		2011	2012	2013	2014	2015
A	Kebutuhan	(Ton/tahun)				
	Garam Konsumsi	1.426.000	1.466.336	1.546.454	1.281.494	1.303.095
	Garam Industri	1.802.750	1.803.750	2.027.500	2.251.225	2.447.189
	Total Kebutuhan	3.228.750	3.270.086	3.573.954	3.532.719	3.750.284
B	Produksi					
	Garam Konsumsi	956.405	1.764.253	930.886	1.875.000	2.495.000
	Garam Industri	156.713	307.348	156.829	315.000	345.000

Total Produksi		1.113. 118	2.071. 601	1.087. 715	2.190.0 00	2.840.0 00
C	Impor	2.835. 755	2.212. 507	1.922. 269	2.267.0 95	1.861.8 50
D	Ekspor	1.917	2.638	2.849	2.546	1.705

Dari Tabel 1.2 dan Tabel 1.3 tersebut, diketahui bahwa impor garam Indonesia semakin naik dari tahun ke tahun. Jenis garam yang diimpor adalah garam industri. 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. 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 (MgSO₄), Kalsium Sulfat (CaSO₄), Magnesium Klorida (MgCl₂), Kalsium Klorida (CaCl₂) dan lain-lain. Garam mempunyai sifat karakteristik hidrokopis yang berarti mudah menyerap air, mempunyai titik lebur yang tinggi, mempunyai pH netral, dan dapat menghantar listrik. Garam terbagi atas garam konsumsi dan garam industri. Perbedaan keduanya terletak pada kadar NaCl-nya dan spesifikasi mutu. 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 Garam Konsumsi

Parameter	SNI (%)
NaCl, min	94,7
H ₂ O, max	5,0
Ca, max	2,0
Mg, max	2,0
Fe, max	2,0

b. Garam Industri

Tabel II.2 SNI Garam Industri Perminyakan

Parameter	SNI (%)
NaCl, min	95,0
H ₂ O	3-5
Ca, max	0,2
Mg, max	0,3
SO ₄ , max	0,5

Tabel II.3 Data Konsumsi, Produksi Impor dan Ekspor Garam Tahun 2011-2015

Uraian	Tahun (Satuan Ton)				
	2011	2012	2013	2014	2015
Kebutuhan Garam Industri	1.802.750	1.803.750	2.027.500	2.251.225	2.447.189
Produksi Garam Rakyat	156.713	307.348	156.829	315.000	345.000
Impor Garam Industri	2.835.755	2.212.507	1.922.269	2.267.095	1.861.850
Ekspor Garam Industri	1.917	2.638	2.849	2.546	1.705

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

Tahun	Produksi	Konsumsi	Impor	Ekspor
	(%)	(%)	(%)	(%)
2011-2012	0.961	0.001	-0.220	0.376
2012-2013	-0.490	0.124	-0.131	0.080
2013-2014	1.009	0.110	0.179	-0.106
2014-2015	0.095	0.087	-0.179	-0.330
Jumlah	1.55	0.322	-0.350	0.019
Rata-rata	0.394	0.080	-0.088	0.005

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. Volume konsumsi garam industri pada tahun 2011-2012 ; 2012-2013 ; 2013-2014 , 2014-2015 secara berturut-turut sebesar 0.001% ; 0.124% ; 0.110% dan 0.087%. Sehingga dari data konsumsi garam industri tahun 2011 sehingga 2015 mengambil rata-rata pertumbuhan sebesar 0.080%.

Perancangan pra desain pabrik garam industri didasarkan pada data statistik kebutuhan garam tahun 2011 hingga 2015. Dari data diatas dapat dilakukan perhitungan untuk memprediksi nilai kebutuhan garam industri pada tahun 2022. 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 Tahun 2022

Proyeksi	Berat (Ton)
Produksi	3.525.850
Konsumsi	4.207.627,212
Ekspor	1.763,7896
Impor	980.169

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

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan garam} &= [\text{F(konsumsi)} + \text{F(ekspor)}] - [\text{F(produksi)} \\ &+ \text{F(impor)}] \\ &= [4.207.627,212 + 1.763,7896] - \\ &[3.525.850 + 980.169] \\ &= 1.660.183 \text{ Ton/Tahun}\end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan maka kebutuhan garam industri pada tahun 2022 akan mencapai 1.660.183 Ton/Tahun. Dikarenakan selama ini kebutuhan garam industri dipenuhi dari impor, sehingga diputuskan kapasitas produksi sebesar 99.610,968 ton/tahun untuk memenuhi sekitar 6% 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 Bulu, Kabupaten Rembang, Jawa Tengah.



Gambar 2.1 Peta Kabupaten Rembang

II.2.I 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 terbesar yaitu Kabupaten Timor Tengah Utara, Rembang, dan Takalar. Namun, di Kabupaten Timor Tengah Utara mempunyai jumlah produksi sebesar 1.100,7 ton yang relatif kecil apabila dibandingkan dengan Kabupaten Rembang yang mempunyai jumlah produksi sebesar 218.492 ton. Sehingga pemilihan lokasi pabrik direncanakan di Kabupaten Rembang, Jawa Tengah.

2. Transportasi

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

1. Jalan Pantura dan jalan bebas hambatan yang menghubungkan kabupaten rembang ibukota Provinsi Jawa Tengah dan Provinsi Jawa Timur sehingga memudahkan pendistribusian ke pusat Ibukota.
2. Terminal barang dan angkut.

3. Pemasaran

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

pengonsumsi garam industri seperti ditunjukkan oleh **Tabel II.6 :**

Tabel II.6 Target Pasar Garam Industri pada Tahun 2015

Nama Perusahaan	Jenis Industri	Kapasitas Produksi (ton/tahun)	Lokasi Perusahaan
PT. Garindo Sejahtera Abadi	Perminyakan	509.571	Gresik
PT. Sumatraco Langgeng Makmur		140.000	Surabaya

Sumber : Neraca Garam Nasion KKP, Kemenperin & Kemendag, 2015

3. 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) Rembang, pada tahun 2017 angka pengangguran mencapai 11.052 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 Rembang sendiri terletak di tengah-tengah antara Kota Surabaya dan Kota Semarang, dimana banyak Institusi Perguruan Tinggi berkualitas seperti : Institut Teknologi Sepuluh Nopember dan Universitas Airlangga di Surabaya dan Universitas Diponegoro dan Universitas Negeri Semarang di Semarang.

4. 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) Rembang dengan kapasitas 2 x 315 MW. Untuk sarana penyediaan air berupa *raw water* yang diperoleh dari sungai yang ada di sekitar Kabupaten Rembang yaitu Sungai Bagan, Sungai Kalipan, Sungai Kragan dan Sungai Randugunting. Sedangkan bahan bakar industri berupa minyak bumi, dapat diperoleh dari PT Pertamina Persero.

5. 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 Tengah 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 = 60 – 81%
 - Suhu udara rata-rata = 25 – 35°C
 - Curah hujan rata-rata = hujan ringan
 - Gempa = tidak ada data
 - Kecepatan angin rata-rata = 20 km/jam
 - Arah angin = Timur

II.2.II Faktor Pendukung dalam Pemilihan Lokasi Pabrik

1. Harga Tanah dan Gedung
Daerah Kabupaten Rembang terutama Kecamatan Bulu bukan daerah metropolis sehingga harga tanah dan bangunan masih terjangkau.

2. Kemungkinan Perluasan Pabrik
 Bulu 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.7 Jumlah Penduduk dan Kepadatannya di Kabupaten Rembang

No.	Kecamatan	Luas Wilayah (Km ²)	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Kepadatan (Jiwa/Km ²)
1	Sumber	76,73	36.338	473,583
2	Bulu	102,40	27.848	271,953
3	Gunem	80,20	23.876	297,706
4	Sale	107,14	39.127	365,195
5	Sarang	91,33	60.658	664,163
6	Sedan	79,64	53.556	672,476
7	Pamotan	81,56	48.788	598,185
8	Sulang	84,54	38.737	458,209
9	Kaliori	61,50	41.726	678,472
10	Rembang	58,81	89.159	1.516,052
11	Pancur	45,94	30.134	655,943
12	Kragan	61,66	63.880	1.036,004

13	Sluke	37,59	29.558	786,326
14	Lasem	45,04	50.044	1.111,101
Total		1.014,08	638.429	7.871,94

Sumber : UPPD Kabupaten Rembang, 2015

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 areal 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

Kualitas bahan baku yang digunakan pada pembuatan garam industri dari garam rakyat ditunjukkan pada **Tabel II.8**

Tabel II.8 Kualitas Bahan Baku Garam Rakyat (solar salts)

No.	Komponen	Wet basis (% berat)	Dry basis (%berat)
1.	NaCl	80,75	87,86
2.	CaSO ₄	1,05	1,14
3.	CaCl ₂	2,80	3,05
4.	MgSO ₄	2,20	2,39
5.	MgCl ₂	4,68	5,09
6.	SiO ₂	0,43	0,47
7.	H ₂ O	8,09	-
Total		100	

(Kaufmann, 1996)

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
- Titik lebur : 801 °C
- Warna : putih
- Bau : tidak berbau
- Kelarutan dalam air : 35,9 mg/100mL (25°C)
- Bentuk : kristal
- Spesific Gravity: 2,163
- Melting Point : 800,4°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 (26% solution)
 - Berat molekul : 48,7 g/mol
 - Titik beku : 1,33°C
 - Titik didih : 108,88°C
 - Specific Gravity: 1,201 kg/m³
 - 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
 - Titik beku : 318.4°C
 - Titik didih : 1390°C
 - Specific Gravity: 2,130 kg/m³
 - 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 : 106 g/mol
 - 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

- Rumus Molekul : BaCl_2
- 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
- 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 garam industri perminyakan yang ditunjukkan pada **Tabel II.9**

Tabel II.9 Standar kualitas garam industri perminyakan

Parameter	SNI (%)
NaCl, min	95,0
H ₂ O	3-5
Ca, max	0,2
Mg, max	0,3
SO ₄ , max	0,5

Sebagai pembanding, terdapat standar garam industri dari India di **Tabel II.10**

Tabel II.10 *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 %

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:

- **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 (SO₄) maks. 0,5%, Calcium (Ca) maks. 0,2% dan magnesium (Mg) maks. 0,3% dengan kadar air 3-5%.

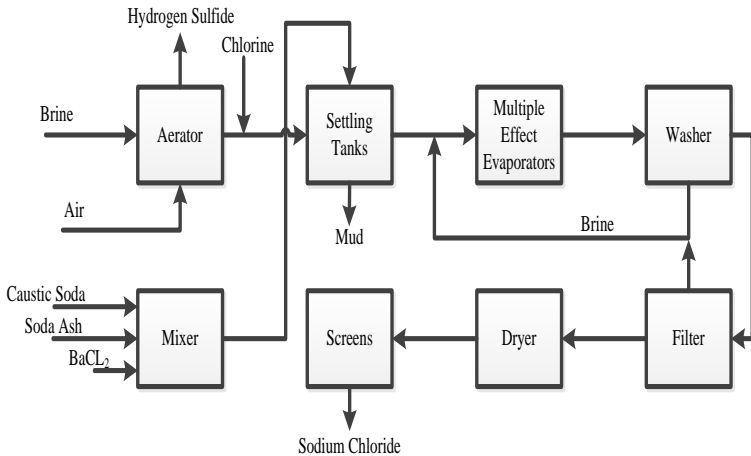
BAB III SELEKSI DAN URAIAN PROSES

III.1 Macam-macam Proses Pembuatan dan Pemurnian Garam

Ada beberapa macam proses pembuatan dan pemurnian garam (*sodium chloride*) dengan bahan baku *brine* (*saturated sea water*) maupun dari garam kasar (garam rakyat). Metode-metode yang dimaksud antara lain:

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

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



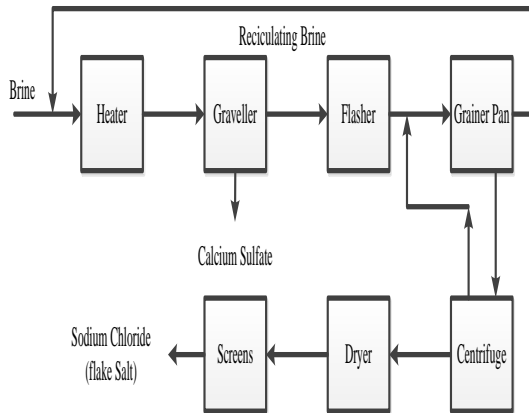
Gambar 3.1 Diagram Proses *Vacuum Pan (Multiple Effect Evaporator)*

Pada proses *vacuum pan* 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 yang sudah tidak mengandung impuritas. Setelah proses pengendapan, kemudian larutan garam dipisahkan 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.

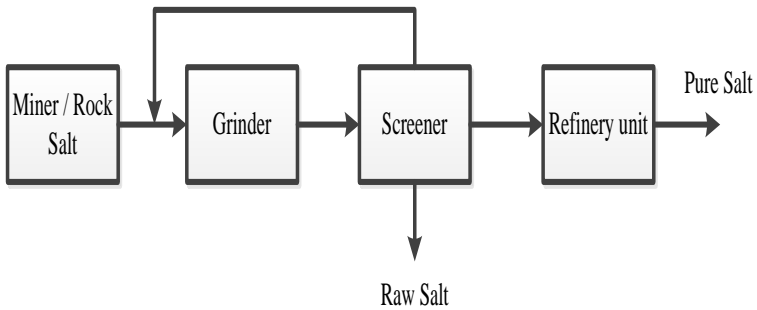
III.1.2 Proses *Open Pan* (*The Grainer Process*)



Gambar 3.2 Diagram Proses *Open Pan* (*The Grainer Process*)

Pembuatan garam dengan proses *open pan* menggunakan bahan baku *brine* yang berasal dari proses pemanasan air laut. Proses ini disebut juga proses *Grainer*, dimana air laut diuapkan dengan cara memanaskan pada *heater* pada suhu 230°F (110°C). Larutan *brine* panas kemudian diuapkan pada *graveller* 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 diuapkan ke *open pan* yang berfungsi untuk menguapkan air dengan suhu operasi 205°F (96°C) sehingga dihasilkan kristal garam yang kemudian dipisahkan dari *mother liquor* pada *centrifuge*. *Mother liquor* kemudian direcycle kembali pada *open pan*, 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.

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



Gambar 3.3 Diagram Proses Penambangan Garam (*Rock Salt Mining*)

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.

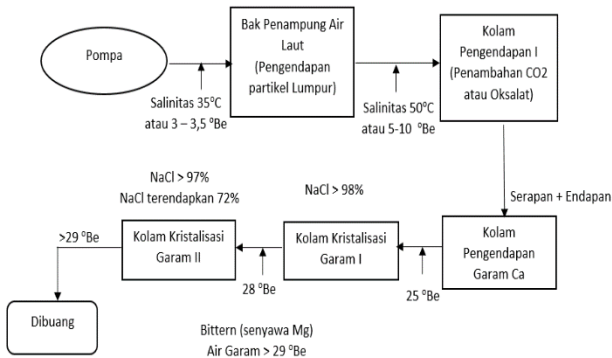
Potongan-potongan batuan garam yang telah hancur kemudian diangkut ke area penghancuran bawah tanah dan melewati kisi yang dikenal sebagai *grizzly*. *Grizzly* akan mengumpulkan potongan-potongan kecil berukuran sekitar 9 inci (23 cm). Potongan yang lebih besar akan hancur dalam silinder berputar di 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 95-99,5%. Selanjutnya garam hasil ini dituangkan ke dalam bag packing dan dikirim ke konsumen.

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



Gambar 3.4 Diagram Proses Penguapan Air Laut (*Solar Evaporation*)

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

a. Pengerinan Lahan

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

1. Pengerinan Lahan Peminihan dan
2. Pengerinan Lahan Kristalisasi.

Lahan pembuatan garam dibuat secara berpetak-petak dan bertingkat, sehingga dengan gaya gravitasi, air dapat mengalir ke hilir kapan saja 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 setelah habis dikeringkan selama satu minggu,
5. Pengeluaran *brine* dari peminihan tertua melalui *Brine Tank*, dan
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:

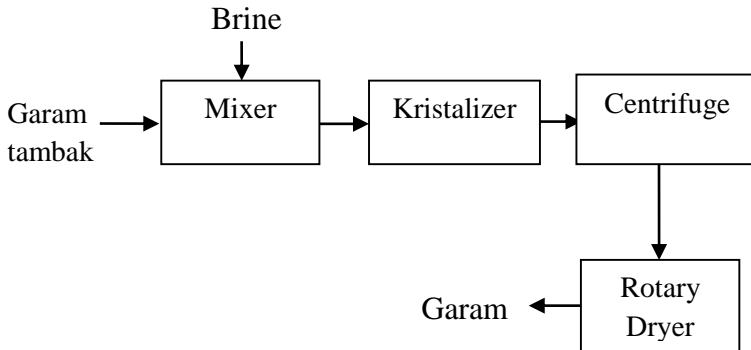
1. Proses Kristalisasi

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), dan
- Pengangkutan garam dari meja ke timbangan membentuk profil (ditiriskan), kemudian diangkat ke gudang dan siap untuk dipasarkan.

III.1.5 Rekristalisasi



Gambar 3.5 Diagram Proses Rekrystalisasi

Pembuatan garam dengan proses rekristalisasi menggunakan bahan baku garam tambak. Garam tambak tersebut mula-mula dicuci terlebih dahulu dengan larutan jenuh garam NaCl. Tujuan dari pencucian ini adalah untuk memisahkan pengotor-pengotor yang ada pada permukaan kristal. Selanjutnya dibuat larutan jenuh dari garam yang telah dicuci tersebut. Larutan jenuh garam NaCl ini selanjutnya dipanaskan dari suhu kamar sampai titik didihnya di dalam kristalizer batch. Setelah mencapai titik didihnya pemanasan dilakukan terus sehingga terjadi penguapan air dan kristalisasi garam dari larutan. Pemanasan dilakukan dengan menggunakan oli pemanas yang berada di dalam jacket kristalizer. Selama proses kristalisasi dilakukan pengadukan. Pada akhir percobaan kristal yang terbentuk dipisahkan dari larutan induknya. Kristal yang telah terpisah selanjutnya dikeringkan. Selanjutnya dilakukan analisa kandungan pengotor (impurities) dari kristal yang sudah kering tersebut. Dari hasil analisa kandungan impurities ini selanjutnya ditentukan kadar NaCl dalam garam. Kadar NaCl setelah di rekrystalisasi mengandung kadar NaCl sebesar mencapai 99,01%.

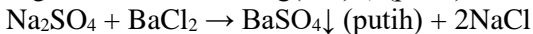
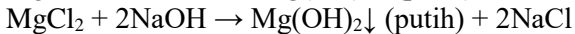
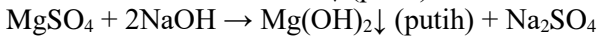
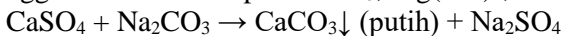
(Setyopratomo,dkk. 2003)

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

Proses pencucian garam yang baik pada dasarnya mampu meningkatkan kualitas garam, bukan hanya sekedar membersihkan garam dari kotoran lumpur atau tanah, tetapi juga mampu menghilangkan zat-zat pengotor (impuritis) 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 impurities seperti Mg, Ca, SO₄ dan kotoran-kotoran lainnya,
2. Kandungan Mg \leq 10gr/Liter.

Untuk mengurangi impuritis dalam garam, dapat dilakukan dengan kombinasi dari peroses 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%.

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>	<i>Solar Evaporation</i>	Rekristalisasi	Pencucian dengan Brine
Bahan Baku Utama	Garam rakyat / Brine	Garam rakyat / Brine	Batuan Garam	Air Laut / Brine	Garam Tambak	Garam rakyat
Bahan Baku Pembantu	Soda Ash, Caustic Soda, Air	Air	-	Air,	Brine	Brine, Na ₂ CO ₃ , NaOH
Kadar NaCl	99-99,8%	98,5 - 99,4 %	98,5 - 99,4 %	> 90 %	88,38-99,01%	> 94,7 %
Peralatan	Mahal	Mahal	Mahal	Murah	Mahal	Murah
Utilitas	Mahal	Mahal	Ekonomis	Ekonomis	Mahal	Ekonomis
Instrumen-tasi	Mahal	Mahal	Sederhana	Sederhana	Mahal	Sederhana

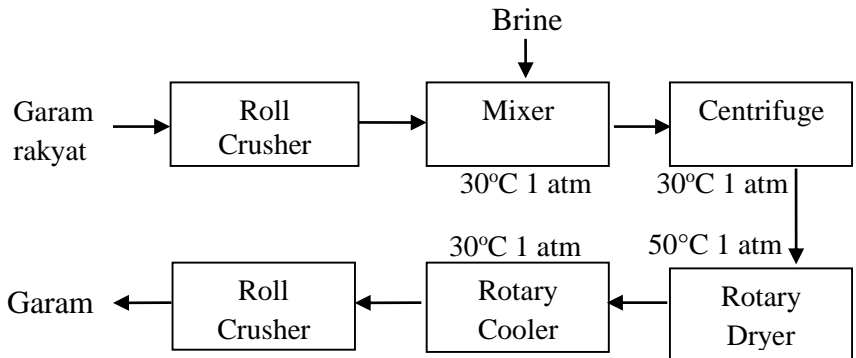
Dari uraian diatas terlihat bahwa dengan proses Pencucian dengan Brine lebih menguntungkan dibandingkan dengan proses *Vacuum Pan*, *Open Pan*, *Rock Salt Mining*, *Solar Evaporation* dan rekristalisasi. Keuntungan dari proses Pencucian dengan Brine adalah menggunakan bahan baku yang mudah didapat yaitu garam rakyat dengan harga relatif murah. Yield produk yang dihasilkan juga telah memenuhi standart SNI 06-0303-1989 yaitu minimal 98,5%. Sehingga produk yang dihasilkan memenuhi standar pasar.

Selain itu instrumentasi dan utilitas yang digunakan juga ekonomis dan sederhana sehingga harga peralatan menjadi lebih murah. Kekurangan dari Proses Pencucian dengan Brine adalah masih terdapat kandungan CaSO_4 , MgCl_2 dan MgSO_4 dalam garam hasil produksi walaupun dalam jumlah yang kecil. Tetapi secara keseluruhan, produk yang dihasilkan masih tetap dapat memenuhi SNI 06-0303-1989.

III.3 Uraian Proses

Proses pembuatan garam industri dari garam rakyat ini dapat dibagi menjadi 3 tahapan, yaitu:

1. Tahap *Pre-Treatment* Bahan Baku (Perlakuan awal)
2. Tahap *Washing and Separation* (Pencucian dan Pemisahan)
3. Tahap *Drying and Packing* Produk (Pengeringan dan Pengemasan)



Gambar 3.6 Block Diagram Proses Terpilih

III.3.1 Tahap *Pre-Treatment* Bahan Baku

Tahap pertama, garam rakyat dari Gudang Bahan Baku (F-111) dengan kadar NaCl 80,75% pada suhu 25-30°C dimasukkan kedalam feed hopper (C-112) kemudian di angkut menggunakan *Belt Conveyor* (J-113) menuju ke *Roll Crusher I* (C-110) untuk

dilakukan proses *size reduction* (pegecilan ukuran). Penggunaan *Roll crusher* karena selain untuk melakukan pegecilan ukuran juga untuk memecah inti Kristal garam tersebut. Dari *RollCrusher* (C-110) garam rakyat diangkut menuju *Salt Bin* (F-214A) dan (F-214B) dengan bantuan *Bucket elevator I* (J-115) yang sebelumnya di screening terlebih dahulu menggunakan *Screener* (H-114) agar ukuran kristal garam seragam yaitu 9 mesh partikel yang tidak lolos akan di recycle kembali ke *Roll Crusher I* (C-110) . Penyimpanan bahan baku awal dalam *Salt Bin* (F-214A) dan (F-214B) sebelum proses pencucian bertujuan agar ketika proses pencucian mengalami masalah atau *maintenance* maka Unit 1 tetap dapat melakukan proses produksi.

III.3.2 Tahap *Washing dan Separation*

Garam Rakyat dari *Salt Bin* (F-214A) dan (F-214B) dialirkan secara gravitasi menuju *Mixer I* (M-210) yang sebelumnya ditimbang dengan *Weighter* (K-215) sehingga proses pencucian akan selalu dalam efisiensi maksimal. Garam yang masuk *Mixer I* (M-210) kemudian ditambahkan larutan pencucinya yaitu berupa *Brine* jenuh yang dialirkan dari *Brine Tank* (F-211) dengan bantuan *Centrifugal Pump* (L-212). Dimana *Brine* dan Garam masuk ke dalam *Mixer I* (M-210) secara bersamaan dan berat garam yang masuk dikontrol oleh *Weighter* (K-215) sehingga ion pengotor akan larut pada *Brine* secara maksimal. Setelah dilakukan proses pencucian, larutan garam dialirkan secara gravitasi menuju *Thickener* (H-228) dimana dalam *Thickener* terjadi pemisahan awal larutan dan padatan garam dengan prinsip *Flotation*. Larutan garam dari *overflow* dialirkan menuju *Mixer 2* (M-227) sedangkan padatan yang tersedimen di bagian bawah *Thickener* (H-228) akan dialirkan ke *Centrifuge* (H-220) dengan bantuan *Centrifugal Pump* (L-229) untuk dilakukan pemisahan padat-cair lebih lanjut. *Centrifuge* sendiri merupakan alat pemisahan secara mekanis menggunakan prinsip sentrifugasi dimana padatan garam akan berada didinding-dinding centrifuge dan cairan akan langsung jatuh dari *centrifuge*. Padatan garam

(Kristal) yang masih basah akan diangkut oleh *Purified Salts Conveyor* (J-312) yang sebelumnya tampung oleh feed hopper (F-311) menuju Unit 3 yaitu proses Pengeringan dan Pengemasan. Sedangkan larutan garam dari *Centrifuge* (H-220) dan *Gravity Settler Tank I* (H-228) akan langsung dialirkan menuju *Mixer 2* (M-227). Dimana dalam *Mixer 2* (M-227) akan dilakukan penambahan larutan koagulan untuk mengendapkan ion pengotor sehingga *Brine* dapat direcycle dan digunakan kembali. Koagulan yang digunakan berupa Na_2CO_3 , NaOH dan BaCl_2 yang berasal Na_2CO_3 Tank (F-221) dan NaOH Tank (F-221), BaCl_2 Tank (F-223) dengan bantuan Na_2CO_3 dan NaOH *Dozing Pump* (L-222) dan BaCl_2 *Dozing Pump* (L-224). Setelah terbentuk flok-flok dari ion pengotor maka *Brine* tersebut akan dialirkan menuju *Gravity Settling Tank* (H-226) dimana flok-flok yang terbentuk akan dipisahkan dari *Brine* dengan prinsip gravitasi. *Brine* setelah dari *Gravity Settling Tank* (H-226) yang bebas dari ion pengotor akan direcycle kembali masuk ke *Brine Tank* (F-211) dengan bantuan *Centrifugal Pump* (L-225). Semua proses tersebut berlangsung pada suhu $\pm 30^\circ\text{C}$ dan tekanan 1 atm.

III.3.3 Tahap *Drying and Packing* Produk

Padatan (kristal garam) yang telah dipisahkan dari *brine* kemudian disalurkan melewati *Purified Salts Conveyor* (J-312) menuju ke *Rotary Dryer* (B-310) untuk dilakukan proses pengeringan. Pada *Rotary Dryer* (B-310) terjadi proses pengeringan kristal garam pada suhu $\pm 110^\circ\text{C}$ dan tekanan 1 atm dengan bantuan udara panas yang masuk secara *counter current*. Udara Panas yang masuk dialirkan dari *Blower* (G-313) yang terlebih dahulu dilewatkan pada *Electric Heater* (E-314) dengan suhu keluaran *Heater* diharapkan sekitar 160°C . Bahan yang keluar dari *Rotary Dryer* (B-310) ini memiliki konsentrasi NaCl sebesar 99,2% dan air maks 0,1%. Udara yang keluar dari *Rotary Dryer* (B-310) akan mengalami proses *treatment* terlebih dahulu sebelum dilepaskan ke udara bebas, dimana udara akan di-*suction* oleh *Bag Filter Blower* (G-323) untuk dipisahkan padatan garam yang

terikut dengan menggunakan pemisah padat-gas berupa *Cyclone* (H-322) dimana *fine* partikel yang lolos dari cyclone akan di treatment lebih lanjut menggunakan *Bag filter*(H-324) sehingga udara yang dibuang sudah bersih dari partikel padatan. Produk Kristal garam yang keluar dari *Rotary Dryer* (B-310) bersuhu $\pm 100^{\circ}\text{C}$ masih terlalu panas sehingga harus dilakukan pendinginan terlebih dahulu sebelum dilakukan pengemasan.

Pada *Rotary Cooler* (B-320) terjadi proses pendinginan kristal garam dari *Rotary Dryer* (B-310) dengan udara pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm dengan udara dari *Rotary Cooler Blower* (G-321) yang masuk secara *co-current*. Bahan yang keluar dari *Rotary Cooler* (B-320) ini memiliki konsentrasi NaCl minimal 96%; air maks 2,5% dan suhu kristal garam sebesar $\pm 50^{\circ}\text{C}$. Udara keluaran *cooler* juga tidak langsung dibuang melainkan dilakukan *treatment* terlebih dahulu dengan *cyclone* yang sama yang digunakan sebelumnya dengan pula bantuan dari *Bag Filter Blower* (G-323).

Produk keluaran dari *Rotary Cooler* (B-320) akan langsung menuju proses *packing*. Dimana produk keluaran cooler dialirkan menuju *Industrial Salts Crusher* (C-330) yang sebelumnya akan dilakukan *size reduction* kembali dan dilanjutkan penyeragaman ukuran sebesar 9 mesh dengan menggunakan *Industrial Salts Screener* (H-331) partikel yang tidak lolos akan di recycle kembali ke *Industrial Salts Crusher* (C-330). Padatan yang telah melewati proses *size reduction* dan penyeragaman ukuran akan masuk kedalam *Product Silo* (F-333) dengan menggunakan *Bucket Elevator II* (J-332) untuk selanjutnya akan dilakukan proses *packing*.

BAB IV PERHITUNGAN NERACA MASSA DAN NERACA ENERGI

IV. 1 Perhitungan Neraca Massa

Kapasitas Produksi	=	100.000	ton/tahun
	=	312.500	kg/hari
		13.020,8333	kg/jam
Ditetapkan			
1 Tahun	=	320	hari
Waktu Operasi	=	24	jam/hari
Bahan baku	=	17.544,0556	kg/jam
Basis	=	1	jam

1. Belt Conveyor I (J-113)

Fungsi : Transportasi garam rakyat dari Gudang Bahan Baku ke *Sollar Salt Crusher*

Kondisi operasi :

- Tekanan operasi : 1 atm
- Suhu operasi : 30 °C



Tabel IV.1 Neraca Massa Total Belt Conveyor I (J-113)

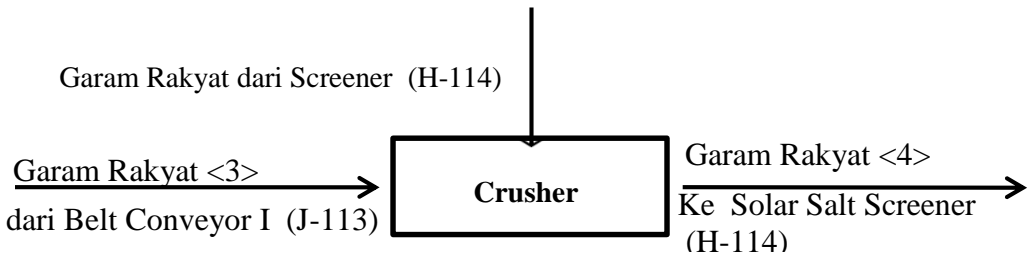
Komponen	Masuk		Keluar	
	Aliran <2>		Aliran <3>	
	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa
NaCl	14.166,8249	0,8075	14.166,8249	0,8075
CaSO ₄	184,2126	0,0105	184,2126	0,0105
CaCl ₂	491,2336	0,0280	491,2336	0,0280
MgSO ₄	385,9692	0,0220	385,9692	0,0220
MgCl ₂	821,0618	0,0468	821,0618	0,0468
SiO ₂	75,4394	0,0043	75,4394	0,0043
H ₂ O	1.419,3141	0,0809	1.419,3141	0,0809
Total	17.544,0556	1,0000	17.544,0556	1,0000
TOTAL	17.544,0556		17.544,0556	

2. Sollar Salt Crusher (C-110)

Fungsi : Memecah kristal garam rakyat

Kondisi operasi :

- Tekanan operasi : 1 atm
- Suhu operasi : 30 °C



Tabel IV.2 Neraca Massa Total Sollar Salts Crusher

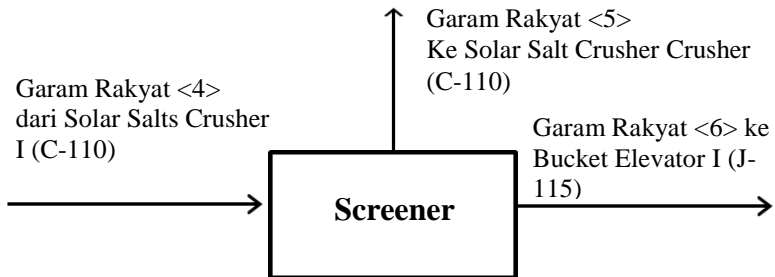
Komponen	Masuk				Keluar	
	Aliran <3>		Aliran <5>		Aliran <4>	
	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa
NaCl	14.166,8249	0,8075	1.416.6825	0,8075	15.583,5074	0,8075
CaSO ₄	184,2126	0,0105	18,4213	0,0105	202,6338	0,0105
CaCl ₂	491,2336	0,0280	49,1234	0,0280	540,3569	0,0280
MgSO ₄	385,9692	0,0220	38,5969	0,0220	424,5661	0,0220
MgCl ₂	821,0618	0,0468	82,1062	0,0468	903,1680	0,0468
SiO ₂	75,4394	0,0043	7,5439	0,0043	82,9834	0,0043
H ₂ O	1.419,3141	0,0809	141,9314	0,0809	1.561,2455	0,0809
Total	17.544,0556	1,0000	1.754,4056	0,8075	19.298,4612	1,0000
TOTAL	19.298,4612				19.298,4612	

3. Solar Salts Screener (H-114)

Fungsi : Memisahkan Garam ukuran kecil dan besar

Kondisi operasi :

- Tekanan operasi : 1 atm
- Suhu operasi : 30 °C



Tabel IV.3 Neraca Massa Total Solar Salts Screener

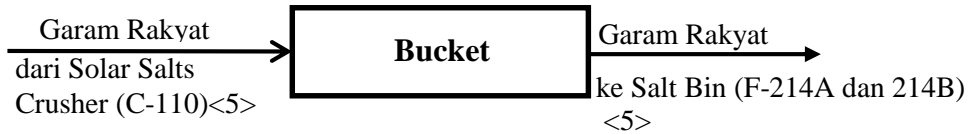
Komponen	Masuk		Keluar			
	Aliran <4>		Aliran <5>		Aliran <6>	
	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa
NaCl	15.583,5074	0,8075	1.558,3507	0,8075	14.025,1567	0,8075
CaSO ₄	202,6338	0,0105	20,2634	0,0105	182,3705	0,0105
CaCl ₂	540,3569	0,0280	54,0357	0,0280	486,3212	0,0280
MgSO ₄	424,5661	0,0220	42,4566	0,0220	382,1095	0,0220
MgCl ₂	903,1680	0,0468	90,3168	0,0468	812,8512	0,0468
SiO ₂	82,9834	0,0043	8,2983	0,0043	74,6850	0,0043
H ₂ O	1.561,2455	0,0809	156,1246	0,0809	1405,1210	0,0809
Total	19.298,4612	1,0000	1929,8461	1,0000	17.368,6151	1,0000
TOTAL	19.298,4612		19.298,4612			

4. Bucket Elevator I (F-115)

Fungsi : Transportasi dari Roll Crusher I (C-110) menuju Bucket Elevator (J-114)

Kondisi operasi :

- Tekanan operasi : 1 atm
- Suhu operasi : 30 °C



Tabel IV.4 Neraca Massa Total Bucket Elevator 1

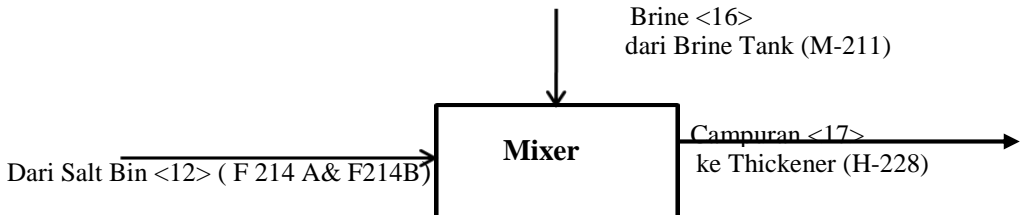
Komponen	Masuk		Keluar	
	Aliran <6>		Aliran <7>	
	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa
NaCl	14.025,1567	0,8075	14.025,1567	0,8075
CaSO ₄	182,3705	0,0105	182,3705	0,0105
CaCl ₂	486,3212	0,0280	486,3212	0,0280
MgSO ₄	382,1095	0,0220	382,1095	0,0220
MgCl ₂	812,8512	0,0468	812,8512	0,0468
SiO ₂	74,6850	0,0043	74,6850	0,0043
H ₂ O	1405,1210	0,0809	1405,1210	0,0809
NaCl	17.368,6151	1,0000	17.368,6151	1,0000
TOTAL	17.368,6151		17.368,6151	

5. Mixer (M-210)

Fungsi : Melakukan proses washing garam rakyat dengan penambahan brine.

Kondisi operasi :

- Tekanan operasi : 1 atm
- Suhu operasi : 30 °C



Tabel IV.5 Neraca Massa Total Mixer

Komponen	Masuk		Masuk	
	Aliran <12>		Aliran <16>	
	Solid		Liquid	
	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa
NaCl	14.025,1567	0,8075	23.084,2422	0,2633
CaSO ₄	182,3705	0,0105	51,2917	0,0006
CaCl ₂	486,3212	0,0280	1,9289	0,0000
MgSO ₄	382,1095	0,0220	0,0000	0,0000
MgCl ₂	812,8512	0,0468	5,1730	0,0001
SiO ₂	74,6850	0,0043	0,0000	0,0000
H ₂ O	1405,1210	0,0809	64.535,4692	0,7361
Total	17.368,6151	1,0000	87.678,1050	1,0000
TOTAL	105.046,7200			

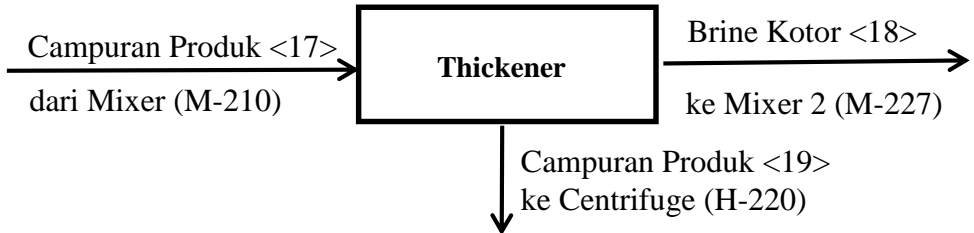
Komponen	Keluar			
	Aliran <17>			
	Solid		Liquid	
	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa
NaCl	12.596.8280	0,9985	24.512,5709	0,2652
CaSO ₄	1,8237	0,0001	231,8384	0,0025
CaCl ₂	4,8632	0,0004	483,3869	0,0052
MgSO ₄	3,8211	0,0003	378,2884	0,0041
MgCl ₂	8,1285	0,0006	809,8957	0,0088
SiO ₂	0,7469	0,0001	73,9382	0,0008
H ₂ O	0,0000	0,0000	65.940,5901	0,7134
Total	12.616,2113	1,0000	92.430,5087	1,0000
TOTAL	105.046,7200			

6. Thickener (H-228)

Fungsi : Pemisahan awal larutan brine dengan padatan garam.

Kondisi operasi :

- Tekanan operasi : 1 atm
- Suhu operasi : 30 °C



Tabel IV.6 Neraca Massa Total Thickner

Komponen	Masuk			
	Aliran <17>			
	Solid		Liquid	
	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa
NaCl	12.596,8280	0,9985	24.512,5709	0,2652
CaSO ₄	1,8237	0,0001	231,8384	0,0025
CaCl ₂	4,8632	0,0004	483,3869	0,0052
MgSO ₄	3,8211	0,0003	378,2884	0,0041
MgCl ₂	8,1285	0,0006	809,8957	0,0088
SiO ₂	0,7469	0,0001	73,9382	0,0008
H ₂ O	0,0000	0,0000	65.940,5901	0,7134
Total	12.616,2113	1,0000	92.430,5087	1,0000
TOTAL	10.5046,7200			

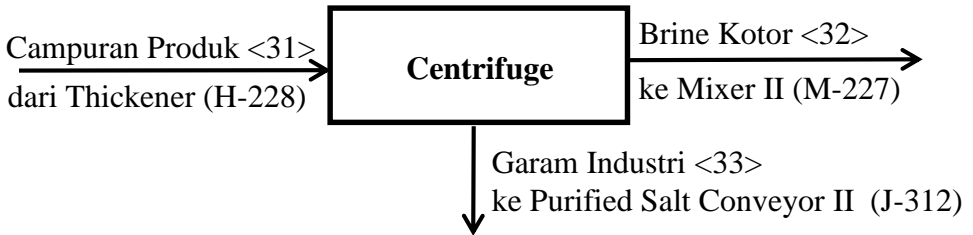
Komponen	Keluar					
	Aliran <18>		Aliran <19>			
			Brine		Garam	
	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa
NaCl	9.805.0284	0,2652	14.707.5425	0,2652	12.596,8280	0,9985
CaSO ₄	92,7354	0,0025	139.1031	0,0025	1,8237	0,0001
CaCl ₂	193,3548	0,0052	290.0322	0,0052	4,8632	0,0004
MgSO ₄	151,3154	0,0041	226.9731	0,0041	3,8211	0,0003
MgCl ₂	323,9583	0,0088	485.9374	0,0088	8,1285	0,0006
SiO ₂	29,5753	0,0008	44.3629	0,0008	0,7469	0,0001
H ₂ O	26.376,2360	0,7134	39564.3541	0,7134	0,0000	0,0000
Total	36.972,2035	1,0000	55.458.3052	1,0000	12.616,2113	1,0000
TOTAL	10.5046,7200					

7. Centrifuge (H-220)

Fungsi : Memisahkan larutan brine yang terikut dalam produk.

Kondisi operasi :

- Tekanan operasi : 1 atm
- Suhu operasi : 30 °C



Tabel IV.7 Neraca Massa Total Centrifuge

Komponen	Masuk			
	Aliran <31>			
	Brine		Garam	
	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa
NaCl	14.707,5425	0,2652	12.596,8280	0,9985
CaSO ₄	139,1031	0,0025	1,8237	0,0001
CaCl ₂	290,0322	0,0052	4,8632	0,0004
MgSO ₄	226,9731	0,0041	3,8211	0,0003
MgCl ₂	485,9374	0,0088	8,1285	0,0006
SiO ₂	44,3629	0,0008	0,7469	0,0001
H ₂ O	39.564.3541	0,7134	0,0000	0,0000
Total	55.458,3052	1,0000	12.616,2113	1,0000
TOTAL	68.074,5166			

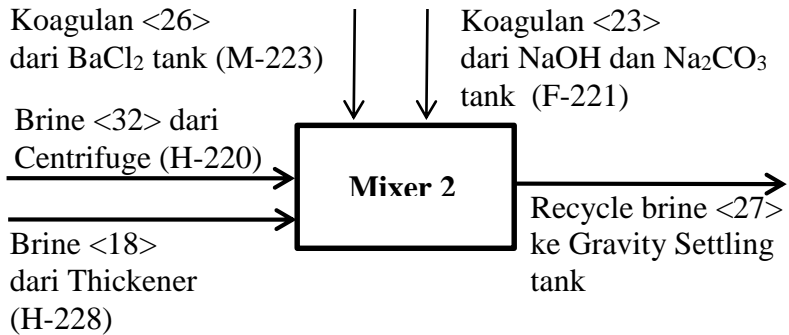
Komponen	Keluar					
	Aliran <32>		Aliran <33>			
	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa	Brine		Garam	
			Massa (kg/jam)	Fraksi Massa	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa
NaCl	14.531,4468	0,2652	176,0957	0,2652	12.596,8280	0,9985
CaSO ₄	137,4376	0,0025	1,6655	0,0025	1,8237	0,0001
CaCl ₂	286,5596	0,0052	3,4726	0,0052	4,8632	0,0004
MgSO ₄	224,2555	0,0041	2,7176	0,0041	3,8211	0,0003
MgCl ₂	480,1192	0,0088	5,8182	0,0088	8,1285	0,0006
SiO ₂	43,8318	0,0008	0,5312	0,0008	0,7469	0,0001
H ₂ O	39.090,6438	0,7134	473,7103	0,7134	0,0000	0,0000
Total	54.794,2941	1,0000	664,0111	1,0000	12.616,2113	1,0000
TOTAL	68.074,5166					

8. Mixer II (M-227)

Fungsi : Tempat pencampuran brine kotor dengan koagulan. .

Kondisi operasi :

- Tekanan operasi : 1 atm
- Suhu operasi : 30 °C



Tabel IV.8 Neraca Massa Total Mixer 2

Komponen	Masuk							
	Aliran<18>		Aliran <32>		Aliran <23>		Aliran <26>	
	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa
NaCl	9.805,028	0,2652	14.531,446	0,265	0,000	0,000	0,000	0,000
CaSO ₄	92,735	0,0025	137,437	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000
CaCl ₂	193,355	0,0052	286,559	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000
MgSO ₄	151,315	0,0041	224,255	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000
MgCl ₂	323,958	0,0088	480,119	0,009	0,000	0,000	0,000	0,000
SiO ₂	29,575	0,0008	43,8318	0,0008	0,000	0,000	0,000	0,000
H ₂ O	26.376,236	0,7134	39.090,644	0,713	182,958	0,105	2,614,708	0,723
Na ₂ CO ₃	0,000	0,0000	0,000	0,000	637,534	0,365	0,000	0,000
NaOH	0,000	0,0000	0,000	0,000	925,235	0,530	0,000	0,000
BaCl ₂	0,000	0,0000	0,000	0,000	0,000	0,000	1.001,762	0,277
CaCO ₃	0,000	0,0000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Mg(OH) ₂	0,000	0,0000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Na ₂ SO ₄	0,000	0,0000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
BaSO ₄	0,000	0,0000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Total	36.972,203	1,0000	54.794,294	1,000	1.745,727	1,000	3.616,4697	1,000
TOTAL	97.129							

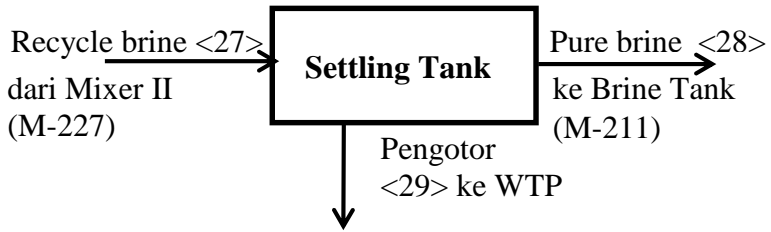
Komponen	Keluar			
	Aliran <27>			
	Brine		Garam	
	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa
NaCl	24.637,6665	0,2652	1.753,6152	0,4149
CaSO ₄	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
CaCl ₂	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
MgSO ₄	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
MgCl ₂	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
SiO ₂	0,0000	0,0000	73,4070	0,0174
H ₂ O	68.264,5451	0,7348	0,0000	0,0000
Na ₂ CO ₃	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
NaOH	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
BaCl ₂	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
CaCO ₃	0,0000	0,0000	602,0453	0,1424
Mg(OH) ₂	0,0000	0,0000	674,4966	0,1596
Na ₂ SO ₄	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
BaSO ₄	0,0000	0,0000	1.122,8030	0,2657
Total	92.902,2116	1,0000	4.226,3671	1,0000
TOTAL	97.129			

9. Gravity Settling Tank (H-226)

Fungsi : Tempat pemisahan brine dengan solid pengotor yang terendapkan. .

Kondisi operasi :

- Tekanan operasi : 1 atm
- Suhu operasi : 30 °C



Tabel IV.9 Neraca Massa Total Gravity Settling Tank

Komponen	Masuk			
	Aliran <27>			
	Brine		Garam	
	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa
NaCl	24.637,6665	0,2652	1.753,6152	0,4149
CaSO ₄	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
CaCl ₂	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
MgSO ₄	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
MgCl ₂	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
SiO ₂	0,0000	0,0000	73,4070	0,0174
H ₂ O	68.264,5451	0.7348	0,0000	0,0000
Na ₂ CO ₃	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
NaOH	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
BaCl ₂	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
CaCO ₃	0,0000	0,0000	602,0453	0,1424
Mg(OH) ₂	0,0000	0,0000	674,4966	0,1596
Na ₂ SO ₄	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
BaSO ₄	0,0000	0,0000	1.122,8030	0,2657
Total	92.902,2116	1,0000	4.226,3671	1,0000
TOTAL	97.128,5787			

Komponen	Keluar			
	Aliran <28>		Aliran <29>	
	Pure Brine		Solid Pengotor	
	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa
NaCl	23.405,7832	0.2652	2.985.4986	0,3365
CaSO ₄	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
CaCl ₂	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
MgSO ₄	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
MgCl ₂	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
SiO ₂	0,0000	0,0000	73,4070	0,0083
H ₂ O	64.851,3179	0.7348	3413,2273	0,3847
Na ₂ CO ₃	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
NaOH	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
BaCl ₂	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
CaCO ₃	0,0000	0,0000	602,0453	00679
Mg(OH) ₂	0,0000	0,0000	674,4966	0,0760
Na ₂ SO ₄	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
BaSO ₄	0,0000	0,0000	1.122,8030	0,1266
Total	88.257,1011	1,0000	8.871,4776	1,0000
TOTAL	97.128,5787			

10. Purified Salts Conveyor (J-311)

Fungsi : Transportasi garam industri dari

Centrifuge menuju Rotary Dryer Kondisi operasi :

- Tekanan operasi : 1 atm
- Suhu operasi : 30 °C



Tabel IV.10 Neraca Massa Total Purified Salts Conveyor

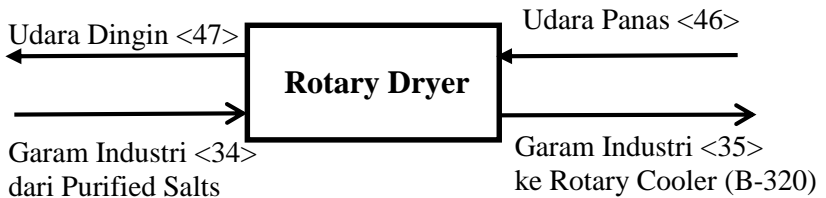
Komponen	Masuk				Keluar	
	Aliran <33>				Aliran <34>	
	Brine		Garam		Massa (kg/jam)	Fraksi Massa
	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa		
NaCl	176.0957	0.2652	12596.8280	0.9985	12.772,9237	0,9618004
CaSO4	1.6655	0.0025	1.8237	0.0001	3,4892	0,0002627
CaCl2	3.4726	0.0052	4.8632	0.0004	8,3358	0,0006277
MgSO4	2.7176	0.0041	3.8211	0.0003	6,5387	0,0004924
MgCl2	5.8182	0.0088	8.1285	0.0006	13,9467	0,0010502
SiO2	0.5312	0.0008	0.7469	0.0001	1,2780	9,623E-05
H2O	473.7103	0.7134	0.0000	0.0000	473,7103	0,0356704
Total	664.0111	1.0000	12616.2113	1.0000	13.280,2224	1
TOTAL	13.280,2224				13.280,2224	

11. Rotary Dryer (B-310)

Fungsi : Mengurangi kadar air pada produk garam industri.

Kondisi operasi :

- Tekanan operasi : 1 atm
- Suhu operasi : 90 °C



Tabel IV.11 Neraca Massa Total Rotary Dryer

Komponen	Masuk			
	Aliran <34>		Aliran <46>	
	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa
NaCl	12.772,9237	0,9618004	0,0000	0,0000
CaSO ₄	3,4892	0,0002627	0,0000	0,0000
CaCl ₂	8,3358	0,0006277	0,0000	0,0000
MgSO ₄	6,5387	0,0004924	0,0000	0,0000
MgCl ₂	13,9467	0,0010502	0,0000	0,0000
SiO ₂	1,2780	9,623E-05	0,0000	0,0000
H ₂ O	473,7103	0,0356704	955,3354	0,0221
Udara	0.0000	0.0000	42.254,0329	0,9779
Total	13.280,2224	1.0000	43.209,3683	1,0000
TOTAL	56.489,5907			

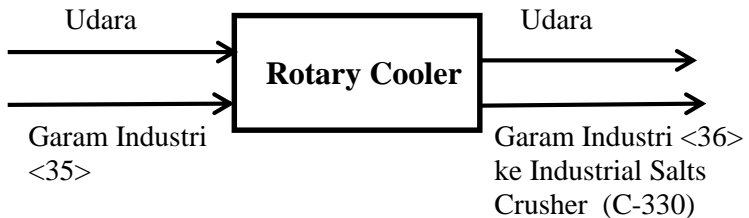
Komponen	Keluar					
	Aliran <35>		Aliran <47>			
	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa	Solid		Gas	
Massa (kg/jam)			Fraksi Massa	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa	
NaCl	12.645,1945	0,9774	127,7292	0,9974	0,0000	0,0000
CaSO ₄	3,4543	0,0003	0,0349	0,0003	0,0000	0,0000
CaCl ₂	8,2525	0,0006	0,0834	0,0007	0,0000	0,0000
MgSO ₄	6,4733	0,0005	0,0654	0,0005	0,0000	0,0000
MgCl ₂	13,8073	0,0011	0,1395	0,0011	0,0000	0,0000
SiO ₂	1,2652	0,0001	0,0128	0,0001	0,0000	0,0000
H ₂ O	258,7438	0,0200	0,0000	0,0000	1.1703019	0,0270
Udara	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	42.254,0329	0,9730
Total	12.937,1908	1,0000	128,0651	1,0000	43.424,3347	1,0000
TOTAL	56.489,5907					

12. Rotary Cooler (B-320)

Fungsi : Menurunkan suhu produk garam industri hingga 30 °C.

Kondisi operasi :

- Tekanan operasi : 1 atm
- Suhu operasi : 30 °C



Tabel IV.12 Neraca Massa Total Rotary Cooler

Komponen	Masuk			
	Aliran <35>		Aliran <45>	
	Garam Industri		Udara Dingin	
	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa
NaCl	12.645,1945	0,9774	0,0000	0,0000
CaSO ₄	3,4543	0,0003	0,0000	0,0000
CaCl ₂	8,2525	0,0006	0,0000	0,0000
MgSO ₄	6,4733	0,0005	0,0000	0,0000
MgCl ₂	13,8073	0,0011	0,0000	0,0000
SiO ₂	1,2652	0,0001	0,0000	0,0000
H ₂ O	258,7438	0,0200	265,1545	0,0220
Udara	0,0000	0,0000	11.787,3235	0,9780
Total	12.937,1908	1,0000	12.052,4780	1,0000
TOTAL	24.989,6688			

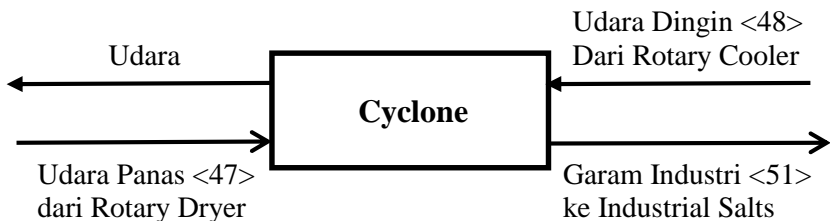
Komponen	Keluar					
	Aliran <36>			Aliran <48>		
	Garam Industri		Solid		Gas	
	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa
NaCl	12.518,7425	0,9770	126,4519	0,9974	0,0000	0,0000
CaSO ₄	3,4198	0,0003	0,0345	0,0003	0,0000	0,0000
CaCl ₂	8,1699	0,0006	0,0825	0,0007	0,0000	0,0000
MgSO ₄	6,4086	0,0005	0,0647	0,0005	0,0000	0,0000
MgCl ₂	13,6692	0,0011	0,1381	0,0011	0,0000	0,0000
SiO ₂	1,2526	0,0001	0,0127	0,0001	0,0000	0,0000
H ₂ O	261,3954	0,0204	0,0000	0,0000	262,5030	0,0218
Udara	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	11.787,3235	0,9782
Total	12.813,0579	1,0000	126,7845	1,0000	12.049,8265	1,0000
TOTAL	24.989,6688					

13. Cyclone (H-322)

Fungsi : Memisahkan kristal garam yang terbawa oleh udara proses.

Kondisi operasi :

- Tekanan operasi : 1 atm
- Suhu operasi : 40 °C



Tabel IV.13 Neraca Massa Total Cyclone

Komponen	Masuk							
	Aliran <47>				Aliran <48>			
	Solid		Gas		Solid		Gas	
	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa
NaCl	127,729	0,997	0,000	0,000	126,452	0,997	0,000	0,000
CaSO ₄	0,035	0,0003	0,000	0,000	0,0346	0,0003	0,000	0,000
CaCl ₂	0,083	0,0007	0,000	0,000	0,0825	0,0007	0,000	0,000
MgSO ₄	0,065	0,0005	0,000	0,000	0,065	0,0005	0,000	0,000
MgCl ₂	0,139	0,0011	0,000	0,000	0,138	0,001	0,000	0,000
SiO ₂	0,013	0,0001	0,000	0,000	0,013	0,0001	0,000	0,000
H ₂ O	0,000	0,000	1.1703,02	0,027	0,000	0,000	262,503	0,022
Udara	0,000	0,000	42.254,033	0,973	0,000	0,000	11.787,324	0,978
Total	128,065	1,000	43.424,338	1,000	126,786	1,000	12.049,827	1,000
TOTAL	55.729,01							

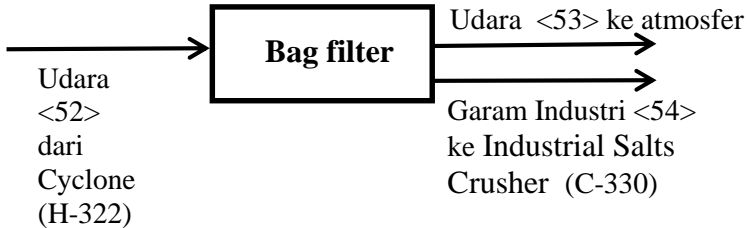
Komponen	Keluar					
	Aliran <50>				Aliran <51>	
	Solid		Gas		Garam Industri	
	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa
NaCl	7,6254	0,9974	0,0000	0,0000	246,5557	0,8496
CaSO ₄	0,0021	0,0003	0,0000	0,0000	0,0674	0,0002
CaCl ₂	0,000	0,0007	0,0000	0,0000	0,1609	0,0006
MgSO ₄	0,0039	0,0005	0,0000	0,0000	0,1262	0,0004
MgCl ₂	0,0083	0,0011	0,0000	0,0000	0,2692	0,0009
SiO ₂	0,0008	0,0001	0,0000	0,0000	0,0247	0,0001
H ₂ O	0,0000	0,0000	1.389,8207	0,0251	42,9841	0,1481
Udara	0,0000	0,0000	54.041,3564	0,9749	0,0000	0,0000
Total	7,6455	1,0000	55.431,1771	1,0000	290,1882	1,0000
TOTAL	55.729,01					

14. Bag Filter (H-324)

Fungsi : Memisahkan kristal garam yang terbawa oleh udara proses.

Kondisi operasi :

- Tekanan operasi : 1 atm
- Suhu operasi : 40 °C



Tabel IV.14 Neraca Massa Total Bag Filter

Komponen	Masuk			
	Aliran <52>			
	Solid		Gas	
	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa
NaCl	7,6254	0,9974	0,0000	0,0000
CaSO ₄	0,0021	0,0003	0,0000	0,0000
CaCl ₂	0,000	0,0007	0,0000	0,0000
MgSO ₄	0,0039	0,0005	0,0000	0,0000
MgCl ₂	0,0083	0,0011	0,0000	0,0000
SiO ₂	0,0008	0,0001	0,0000	0,0000
H ₂ O	0,0000	0,0000	1.389,8207	0,0251
Udara	0,0000	0,0000	54.041,3564	0,9749
Total	7,6455	1,0000	55.431,1771	1,0000
TOTAL	55.438,8226			

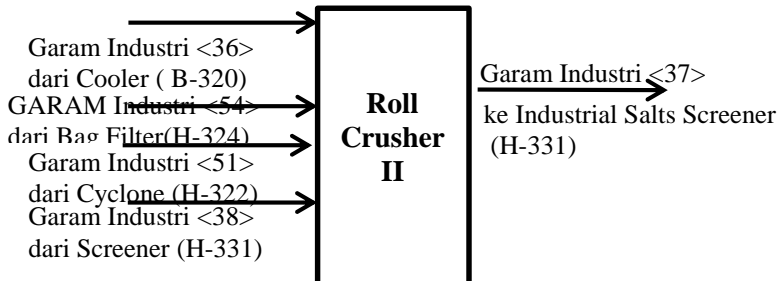
Komponen	Keluar					
	Aliran <53>				Aliran <54>	
	Solid		Gas		Garam Industri	
	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa
NaCl	0,2288	0,9974	0,0000	0,0000	7,3967	0,1506
CaSO ₄	0,0001	0,0003	0,0000	0,0000	0,0020	0,0000
CaCl ₂	0,0001	0,0007	0,0000	0,0000	0,0048	0,0001
MgSO ₄	0,0001	0,0005	0,0000	0,0000	0,0038	0,0001
MgCl ₂	0,0002	0,0011	0,0000	0,0000	0,0081	0,0002
SiO ₂	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0007	0,0000
H ₂ O	0,0000	0,0000	1.348,1261	0,0243	41,6946	0,8490
Udara	0,0000	0,0000	54.041,3564	0,9757	0,0000	0,0000
Total	0,2294	1,0000	55.389,4824	1,0000	49,1107	1,0000
TOTAL	55.438,8226					

15. Industrial Salts Crusher (C-330)

Fungsi : Mengurangi ukuran kristal produk garam industri.

Kondisi operasi :

- Tekanan operasi : 1 atm
- Suhu operasi : 30 °C



Tabel IV.15 Neraca Massa Total Industrial Salts Crusher

Komponen	Masuk							
	Aliran <36>		Aliran <54>		Aliran <51>		Aliran <38>	
	Garam Industri		Garam Industri		Garam Industri		Recycle Salts	
	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa
NaCl	12.518,7425	0,9770	7,397	0,1506	246,556	0,8496	1.277.2695	0,971
CaSO ₄	3,4198	0,0003	0,002	0,0000	0,067	0,0002	0,3489	0,0003
CaCl ₂	8,1699	0,0006	0,005	0,0001	0,161	0,0006	0,8336	0,0006
MgSO ₄	6,4086	0,0005	0,004	0,0001	0,126	0,0004	0,6539	0,0005
MgCl ₂	13,6692	0,0011	0,008	0,0002	0,269	0,0009	1,3946	0,001
SiO ₂	1,2526	0,0001	0,0007	0,0000	0,025	0,0001	0,1278	0,0001
H ₂ O	261,3954	0,0204	41,695	0,8490	42,984	0,1481	34,6074	0,026
Total	12.813,0579	1,0000	0,000	0,0000	0,000	0,0000	1.315,2357	1,000
TOTAL	14.467,5926							

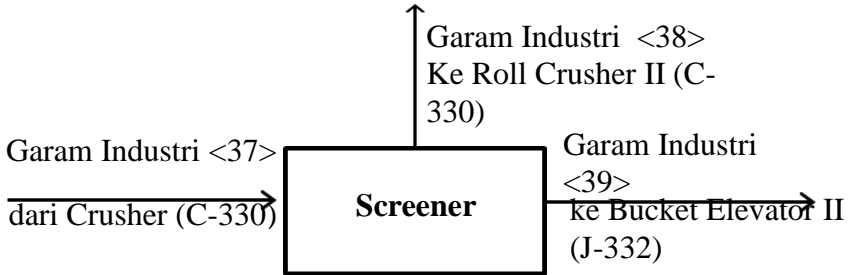
Komponen	Keluar	
	Aliran <37>	
	Garam Industri	
	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa
NaCl	14.049,9644	0,9711
CaSO ₄	3,8381	0,0003
CaCl ₂	9,1692	0,0006
MgSO ₄	7,1924	0,0005
MgCl ₂	15,3411	0,0011
SiO ₂	1,4058	0,0001
H ₂ O	380,6815	0,0263
Total	14.467,5926	1,0000
TOTAL	14.467,5926	

16. Industrial Salts Screener

Fungsi : Memisahkan Garam ukuran kecil dan besar

Kondisi operasi :

- Tekanan operasi : 1 atm
- Suhu operasi : 30 °C



Tabel IV.16 Neraca Massa Total Industrial Salts Screener

Komponen	Masuk		Keluar			
	Aliran <37>		Aliran <38>		Aliran <39>	
	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa
NaCl	14.049,9644	0,9886	1.430,2424	0,9886	12.644,9680	0,9711
CaSO ₄	3,8381	0,0003	0,3907	0,0003	3,4543	0,0003
CaCl ₂	9,1692	0,0006	0,9334	0,0006	8,2523	0,0006
MgSO ₄	7,1924	0,0005	0,7322	0,0005	6,4732	0,0005
MgCl ₂	15,3411	0,0011	1,5617	0,0011	13,8070	0,0011
SiO ₂	1,4058	0,0001	0,1431	0,0001	1,2652	0,0001
H ₂ O	380,6815	0,0088	12,7755	0,0088	342,6134	0,0263
Total	14.467,7888	1,0000	1.446,7789	1,0000	13.020,8333	1,0000
TOTAL	14.467,5926		14.467,5926			

17. Bucket Elevator II (J-332)

Fungsi : Transportasi dari Industrial Salts Crusher (C-330) menuju Bucket Elevator II (J-332)

Kondisi operasi :

- Tekanan operasi : 1 atm
- Suhu operasi : 30 °C



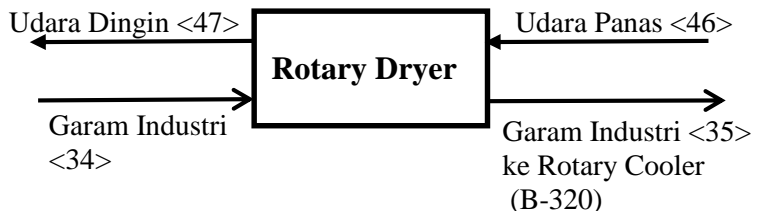
Tabel IV.17 Neraca Massa Bucket Elevator II

Komponen	Masuk		Keluar	
	Aliran <39>		Aliran <40>	
	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa	Massa (kg/jam)	Fraksi Massa
NaCl	12.644,9680	0,9711	12.644,9680	0,9711
CaSO ₄	3,4543	0,0003	3,4543	0,0003
CaCl ₂	8,2523	0,0006	8,2523	0,0006
MgSO ₄	6,4732	0,0005	6,4732	0,0005
MgCl ₂	13,8070	0,0011	13,8070	0,0011
SiO ₂	1,2652	0,0001	1,2652	0,0001
H ₂ O	342,6134	0,0263	342,6134	0,0263
Total	13.020,8333	1,0000	13.020,8333	1,0000
TOTAL	13.020,8333		13.020,8333	

IV. 2 Perhitungan Neraca Energi

Kapasitas Produksi	=	100.000	ton/tahun
	=	312.5	kg/hari
	=	13.020,8333	kg/jam
Ditetapkan			
1 Tahun	=	320	hari
Waktu Operasi	=	24	jam/hari
Bahan baku	=	17.544,0556	kg/jam
Basis	=	1	jam
Satuan Massa	=	kg/jam	
Satuan Energi	=	kcal/jam	

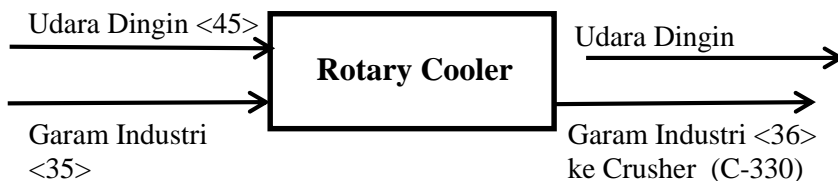
1. Rotary Dryer (B-310)



Tabel IV.18 Neraca Panas Total Rotary Dryer

Komponen	Masuk	Keluar	
	Aliran <34> & <46>	Aliran <35>	Aliran <47>
Humid heat	26,6603	23,9519	0,0000
NaCl	13.182,9839	118.475,9192	903,7757
CaSO ₄	3,2241	28,9748	0,2210
CaCl ₂	6,7863	60,9890	0,4652
MgSO ₄	7,2519	65,1733	0,4972
MgCl ₂	13,5079	121,3960	0,9261
SiO ₂	1,4370	12,9146	0,0985
H ₂ O(l)	2.368,5516	11.744,1382	1.778,5838
Total	15.583,7428	130.509,5051	2.684,5675
Heat Balance	1.053.129,0100	1.053.129,0100	
Selisih	0,0000		

2. Rotary Cooler (B-320)



Tabel IV.19 Neraca Panas Total Rotary Cooler

Komponen	Masuk			
	Aliran <35>		Aliran <45>	
	Garam Industri		Udara Dingin	
	Massa	Enthalpy	Massa	Enthalpy
NaCl	12.645,1945	120.141,9364	0,0000	0,0000
CaSO ₄	3,4543	22,5900	0,0000	0,0000
CaCl ₂	8,2525	57,0396	0,0000	0,0000
MgSO ₄	6,4733	65,1733	0,0000	0,0000
MgCl ₂	13,8073	113,8733	0,0000	0,0000
SiO ₂	1,2652	10,8768	0,0000	0,0000
H ₂ O	258,7438	11.744,1382	265,1545	606,6623
Udara	0,0000	0,0000	11.787,3235	14.225,6394
Total	12.937,1908	132.155,6276	12.052,4780	14.832,3016
Q Total	14.6987,9292			

Komponen	Keluar					
	Aliran <36>		Aliran <48>			
	Garam Industri		Solid		Gas	
	Massa	Enthalpy	Massa	Enthalpy	Massa	Enthalpy
NaCl	12.518,7425	65.511,6681	126,4519	661,7340	0,0000	0,0000
CaSO ₄	3,4198	12,3180	0,0345	0,1244	0,0000	0,0000
CaCl ₂	8,1699	31,1029	0,0825	0,3142	0,0000	0,0000
MgSO ₄	6,4086	35,5380	0,0647	0,3590	0,0000	0,0000
MgCl ₂	13,6692	62,0935	0,1381	0,6272	0,0000	0,0000
SiO ₂	1,2526	5,9310	0,0127	0,0599	0,0000	0,0000
H ₂ O	261,3954	6.534,8840	0.0000	0.0000	262,5030	3.002,9782
Udara	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	11.787,3235	71.128,1969
Total	12.813,0579	72.193,5354	126,7845	663,2187	12049.8265	74.131,1751
Q Total	146.987,9292					

BAB V

DAFTAR DAN HARGA PERALATAN

Spesifikasi peralatan yang digunakan dalam pabrik garam ini adalah sebagai berikut :

Tabel V.1 Spesifikasi Sollar Salts Storage (F-111)

Spesifikasi	Keterangan
Nama	Sollar Salts Storage
Kode	F-111
Fungsi	Menampung bahan baku garam rakyat sebelum masuk proses
Kapasitas	922,4577 m ³ /jam
Panjang	15,186 m
Lebar	10,124 m
Tinggi	6 m
Bahan Konstruksi	Beton Bertulang
Jumlah	1 buah

Tabel V.2 Spesifikasi Sollar Salts Hopper (F-112)

Spesifikasi	Keterangan
Nama	Sollar Salts Hopper
Kode	C-112
Fungsi	Mengumpulkan <i>sollar salts</i> menuju Belt Conveyor I
Kapasitas	17.544, 0556 kg/jam
Bentuk	Silinder terbuka dengan tutup bawah konikal
Bahan	<i>Type 316, grade M (SA-240), stainless steel</i>
Hold Up Time	5 menit
Volume Actual	17,2961 m
Jumlah	1 buah

Tabel V.3 Spesifikasi Belt Conveyor I (J-113)

Spesifikasi	Keterangan
Nama	Belt Conveyor I
Kode	J-113
Fungsi	Mengangkut Sollar Salts menuju Sollar Salts Crusher
Type	<i>Through Belt Idler 10⁰ C</i>
Kapasitas	28.070,489 kg/jam
Panjang	49,9172 ft
Kecepatan Belt	55 rpm
Power	0,40241 hp
Jumlah	1 buah

Tabel V.4 Spesifikasi Solar Salts Crusher (C-110)

Spesifikasi	Keterangan
Nama	Solar Salts Crusher
Kode	C-110
Fungsi	Menghancurkan kristal garam agar dapat dibersihkan dari pengotornya.
Kapasitas	19, 8744 ton/jam
Lebar Roll	17,2198 ft
Jumlah	1 buah

Tabel V.5 Spesifikasi Solar Salts Screener (H-114)

Spesifikasi	Keterangan
Nama	Solar Salts Screener
Kode	H-114
Fungsi	Untuk memisahkan ukuran garam industri yang berukuran 9 mesh
Tipe	<i>High speed vibrating screen</i>
Sieve Opening	0,0001 m
Diameter Wire	0,0009 m
Kapasitas	19,2895 ton/jam
Luas Screener	642,499 m ²
Panjang	35,8469 m
Lebar	17,9234 m
Jumlah	1 buah

Tabel V.6 Spesifikasi Bucket Elevator I (J-114)

Spesifikasi	Keterangan
Nama	Bucket Elevator
Kode	J-114
Fungsi	Transportasi garam rakyat dari Sollar Salts Screener (H-114) ke Sollar Salts Bin (F-214 A/B)
Jenis Bucket	Shallow Bucket
Tipe elevator	Single Chain
Tinggi Bucket	200 m
Bucket Space	200 mm
Bucket Width	250 mm
Elevator Speed	0,7729 m/s
Power	1,9056 kW
Maksimum Static Station	762,1188 kg
Jumlah	1 buah

Tabel V.7 Spesifikasi Salt Bin (F-214 A dan F-214 B)

Spesifikasi	Keterangan
Nama	Salt Bin
Kode	(F-214 A dan F-214 B)
Fungsi	Tempat penyimpanan sementara garam sebelum masuk mixer
Kapasitas	89, 1829 m ³
Bentuk	Persegi panjang tegak dengan tutup bawah limas
Bahan	<i>Type 316, grade M (SA-240), stainless steel</i>
Waktu tinggal (jam)	5
Panjang kubus (m)	3,3332
Lebar kubus (m)	3,3332
Tinggi Bin (m)	10,7487
Tebal Bin (in)	5,5347
Jumlah	1 Buah

Tabel V.8 Spesifikasi Brine Tank (F-211)

Spesifikasi	Keterangan
Nama	Brine Tank
Kode	F-211
Fungsi	Menampung Larutan Brine
Kapasitas	518,2775 m ³ /jam
Bentuk	Silinder dengan tutup atas dan bawah standart dish head
Bahan	Type 316, grade M (SA-240), <i>Stainless Steel</i>
Pengaduk	Marine propeller dengan 3 pisau
Waktu Tinggal	5 jam
Diameter Dalam Tangki (Di)	7,2735 m
Tinggi Silinder	10,9102 m
Tinggi dish head (Ld)	0,7848 m
Tinggi Tangki	12,4798 m
Tinggi Fluida	7,2735 m
Diameter impeler	2,4245 m
Panjang daun impeler	0,60612 m
Tinggi impeler dari dasar bejana	2,4245 m
Lebar Baffle	0,6061 m
Power	2472448 kW
Jumlah	1 buah

Tabel V.9 Spesifikasi Brine Pump (L-212)

Spesifikasi	Keterangan
Nama	Brine Pump
Kode	L-212
Fungsi	Untuk memompa larutan brine dari tangki brine menuju ke Mixer I
Tipe	<i>Centrifugal Pump</i>
Nominal size	6 inc sch 40
Outside Diameter (m)	0,16828
Inside Diameter (m)	0,15405
Luas Penampang (m ²)	0,5184
NPSHa (m)	2,2035
Effisiensi Pompa	65%
Power	7,344 kW
Jumlah	1 buah

Tabel V.10 Spesifikasi Sollar Salts Weighter (K-215)

Spesifikasi	Keterangan
Nama	Sollar Salts Weighter
Kode	K-215
Fungsi	Untuk menimbang Sollar Salts yang masuk dalam Mixer I
Jenis	Weighting feeder for bulk material
Tipe	Gravit 650
Belt Width	650 mm
Maksimum feed	40 ton/hr
Berat Alat	665 kg
A	1200 mm
B	700 mm
C	1350 mm
D	850 mm
E	400 mm
F	1140 mm
G	1350 mm
H	229 mm
I	2050 mm
Jumlah	1 buah

Tabel V.11 Spesifikasi Mixer I (M-210)

Spesifikasi	Keterangan
Nama	Mixer I
Kode	M-210
Fungsi	Proses pencucian garam rakyat dengan brine
Bentuk	Silinder dengan tutup atas dan bawah konis
Bahan	Type 316, grade M (SA-240), <i>Stainless Steel</i>
Pengaduk	Marine propeller dengan 3 pisau
Waktu Tinggal	0,000072 jam
Volume Design	0,00929 m ³
Diameter Dalam Tangki (Di)	0,1904 m
Tinggi Silinder	0,28533 m
Tinggi dish head	0,0205 m
Tinggi Tangki	0,32661 m
Tinggi fluida	0,1904 m
Diameter Impeler	0,0635 m
Lebar impeler	0,01269 m
Panjang Daun Impeler	0,01586 m
Tinggi Impeler dari dasar bejana	0,0635 m
Power	0,0310 kW
Jumlah	1 buah

Tabel V.12 Spesifikasi Thickener (H-228)

Spesifikasi	Keterangan
Nama	Thickener
Kode	H-228
Fungsi	Meningkatkan konsentrasi solid garam
Bentuk	Silinder dengan tutup bawah conical dilengkapi dengan rake
Bahan konstruksi	Type 304 grade S (SA-240), <i>Stainless Steel</i>
Kapasitas	129,5916 m ³
Tinggi Thickener	8,5727 m
Diameter	4,2864 m
Konikal	120 ⁰
Settling time	2 jam
Jumlah	1 buah

Tabel V.13 Spesifikasi Mixer II (M-227)

Spesifikasi	Keterangan
Nama	Mixer II
Kode	M-227
Fungsi	Merekasikan larutan Brine dengan NaOH, Na ₂ CO ₃ , BaCl ₂
Kapasitas	117,5472 m ³
Bentuk	Silinder dengan tutup atas dan bawah head
Bahan	Type 316, grade M (SA-240), <i>Stainless Steel</i>
Pengaduk	Marine propeller dengan 3 pisau
Waktu Tinggal	1 jam
Volume Design	117,547 m ³
Diameter Dalam Tangki (Di)	4,4357 m
Tinggi Silinder	6,6535 m
Tinggi dish head	0,4785 m
Tinggi Tangki	7,6107 m
Tinggi fluida	4,4357 m
Diameter Impeler	1,4786 m
Lebar impeler	0,29571 m
Panjang Daun Impeler	0,3696 m
Tinggi Impeler dari dasar bejana	1,4786 m
Power	211049 kW
Jumlah	1 buah

Tabel V.14 Spesifikasi Gravity Settling Tank (H-226)

Spesifikasi	Keterangan
Nama	Gravity Settling Tank
Kode	H-226
Fungsi	Memisahkan brine yang bersih dari solid pengotornya
Bentuk	Silinder dengan tutup kanan berbentuk standard dished head dan tutup kiri konikal
Kapasitas	120,036 m ³ / jam
Bahan Kontruksi	Type 304 grade S (SA-240), <i>Stainless Steel</i>
Konikal	120 ⁰
Settling time	4 jam
Panjang	17,4452 m
Diameter	8,7266 m
Jumlah	1 buah

Tabel V.15 Spesifikasi Recycle Brine Pump (L-225)

Spesifikasi	Keterangan
Nama	Recycle Brine Pump
Kode	L-225
Fungsi	Untuk memompa larutan brine dari settler ke tangki brine
Tipe	<i>Centrifugal Pump</i>
Nominal size	8 inc sch 80
Outside Diameter (m)	0,21908
Inside Diameter (m)	0,19368
Luas Penampang (m ²)	1,18544
NPSHa (m)	2,19987
Effisiensi Pompa	65%
Power	2,21782 kW
Jumlah	1 buah

Tabel V.16 Spesifikasi NaOH dan Na₂CO₃ Tank (F-221)

Spesifikasi	Keterangan
Nama	NaOH dan Na ₂ CO ₃ Tank
Kode	F-221
Fungsi	Menampung Larutan NaOH dan Na ₂ CO ₃
Kapasitas	159,0127 m ³ /jam
Bentuk	Silinder dengan tutup atas dan bawah standart dished head
Bahan	Type 316, grade M (SA-240), <i>Stainless Steel</i>
Pengaduk	Marine Propeler dengan tiga pisau
Waktu Tinggal	24 jam
Diameter Dalam Tangki (Di)	3,1199 m
Tinggi Silinder	4,67982 m
Tinggi dish head (Ld)	0,3366 m
Tinggi Tangki	5,35308 m
Tinggi Fluida	3,1199 m
Diameter impeler	1,04 m
Panjang daun impeler	0,2599 m
Tinggi impeler dari dasar bejana	1,04 m
Power	43476 kW
Jumlah	1 buah

Tabel V.17 Spesifikasi Dozzing Pump I (L-222)

Spesifikasi	Keterangan
Nama	Dozzing Pump I
Kode	L-222
Fungsi	Untuk memompa larutan NaOH dan Na ₂ CO ₃ dari tangki menuju ke Mixer II
Tipe	<i>Centrifugal Pump</i>
Nominal size	6 inh sch 40
Outside Diameter (m)	0,16828 m
Inside Diameter (m)	0,154 m
Luas Penampang (m ²)	0,5184 m
NPSHa (m)	8,07501 m
Effisiensi Pompa	65 %
Power	0,1462 kW
Jumlah	1 buah

Tabel V.18 Spesifikasi BaCl₂ Tank (F-223)

Spesifikasi	Keterangan
Nama	BaCl ₂ Tank
Kode	F-223
Fungsi	Menampung larutan BaCl ₂
Kapasitas	543,357 m ³ /jam
Bentuk	Silinder dengan tutup dan bawah standart dished head
Bahan	Type 316, grade M (SA-240), <i>Stainless Steel</i>
Pengaduk	Marine propeller dengan 3 pisau
Waktu Tinggal	24 jam
Diameter Dalam Tangki (Di)	7,389 m
Tinggi Silinder	11,0834 m
Tinggi dish head (Ld)	0,7973 m
Tinggi Tangki	12,678 m
Tinggi Fluida	7,3890 m
Diameter impeler	2,4630 m
Panjang daun impeler	0,61575 m
Tinggi impeler dari dasar bejana	2,4630 m
Power	21049 kW
Jumlah	1 buah

Tabel V.19 Spesifikasi Dozzing Pump II (L-224)

Spesifikasi	Keterangan
Nama	BaCl ₂ Tank
Kode	F-223
Fungsi	Menampung larutan BaCl ₂
Kapasitas	543,357 m ³ /jam
Bentuk	Silinder dengan tutup dan bawah standart dished head
Bahan	Type 316, grade M (SA-240), <i>Stainless Steel</i>
Pengaduk	Marine propeller dengan 3 pisau
Waktu Tinggal	24 jam
Diameter Dalam Tangki (Di)	7,389 m
Tinggi Silinder	11,0834 m
Tinggi dish head (Ld)	0,7973 m
Tinggi Tangki	12,678 m
Tinggi Fluida	7,3890 m
Diameter impeler	2,4630 m
Panjang daun impeler	0,61575 m
Tinggi impeler dari r bejana	2,4630 m
Power	21049 kW
Jumlah	1 buah

Tabel V.20 Spesifikasi Slurry Pump (L-229)

Spesifikasi	Keterangan
Nama	Slurry Pump
Kode	L-229
Fungsi	Untuk memompa larutan dari Thickener ke Centrifuge
Tipe	<i>Centrifugal Pump</i>
Nominal size	6 in sch 40
Outside Diameter (m)	0.16828 m
Inside Diameter (m)	0.15405 m
Luas Penampang (m ²)	0.5184 m
NPSHa (m)	9052.55 m
Effisiensi Pompa	65 %
Power	0,00208 kW
Jumlah	1 buah

Tabel V.21 Spesifikasi Centrifuge (H-220)

Spesifikasi	Keterangan
Nama	Centrifuge
Kode	H-220
Fungsi	Memisahkan kristal garam dengan pelarutnya
Ratation speed	4000 rpm
Diameter Bowl	0.6096 m
Diameter Disk	0,4953 m
Jumlah Disk	144 Unit
Settling Velocity	2,212 m/s
Waktu Tinggal	0,8081 s
Power Motor	7,5 hp
Jumlah	1 buah

Tabel V.22 Spesifikasi Purified Salts Feeder (C-311)

Spesifikasi	Keterangan
Nama	Purified Salts Feeder
Kode	C-311
Fungsi	Mengumpulkan Purified salts menuju Purified Salts Conveyor
Kapasitas	13280, 222 kg/jam
Bentuk	Silinder terbuka dengan tutup bawah konikal
Bahan	<i>Type 316, grade M (SA-240), stainless steel</i>
α	90 ⁰
Hold Up Time	10 menit
Jumlah	1 buah

Tabel V.23 Spesifikasi Purified Salts Conveyor (J-312)

Spesifikasi	Keterangan
Nama	Purified Salts Conveyor
Kode	J-312
Fungsi	Mengangkut Purified salts menuju Rotary dryer
Type	<i>Through belt idler 10⁰</i>
Kapasitas	21248,356 kg/jam
Panjang	66,6 ft
Diameter	14 in
Kecepatan	64,389 ft/menit
Power	0,35029 hp
Jumlah	1 buah

Tabel V.24 Spesifikasi Rotary Dryer Blower (G-313)

Spesifikasi	Keterangan
Nama	Rotary Dryer Blower
Kode	G-313
Fungsi	Transportasi udara pemanas ke Rotary Dryer
Type	<i>Single stage blower discharge pressure</i>
Kapasitas	12,0026 kg/s
Power	4306, 6405 kW
Jumlah	1 buah

Tabel V.25 Spesifikasi Rotary Cooler Blower (G-321)

Spesifikasi	Keterangan
Nama	Rotary Cooler Blower
Kode	G-321
Fungsi	Transportasi udara pemanas ke Rotary Cooler
Type	<i>Single stage blower discharge pressure</i>
Kapasitas	3,34791 kg/s
Power	1201,2601 kW
Jumlah	1 buah

Tabel V.26 Spesifikasi Air Heater (E-314)

Spesifikasi	Keterangan
Nama	Air Heater
Kode	E-314
Fungsi	Memanaskan udara sebelum masuk ke Rotary Dryer
Jenis Elemen	Spiral Elemen
Tipe	SWF 10
Surface Area	4265, 22 m ²
Diameter coil	10 mm
Panjang coil	0,0034 m
Jumlah	1 buah

Tabel V.27 Spesifikasi Rotary Dryer (B-310)

Spesifikasi	Keterangan
Nama	Rotary Dryer
Kode	B-310
Fungsi	Mengeringkan Purified Salts setelah melewati Centrifuge
Bahan	type 304 grade S (SA-240)
Jenis flight	Two Segment Flight
Flight angle	45 ^o
Jumlah flight	56,64
Diameter	2,7694 m
Panjang	13,635 m
Rotasi	2,8745 rpm
Jenis insulasi	Wool
Power	289838,11 kW
Jumlah	1 buah

Tabel V.28 Spesifikasi Rotary Cooler (B-320)

Spesifikasi	Keterangan
Nama	Rotary Cooler
Kode	B-320
Fungsi	Mendinginkan Purified salts setelah melalui proses pengeringan
Bahan	Type 304 grade S (SA-240)
Jenis flight	Two Segment Flight
Flight angle	45 ⁰
Jumlah flight	36,83
Diameter	1,352 m
Panjang	23,367 m
Rotasi	4,71 rpm
Jenis insulasi	Wool
Power	0,3612 kW
Jumlah	1 buah

Tabel V.29 Spesifikasi Cyclone (H-332)

Spesifikasi	Keterangan
Nama	Cylone
Kode	H-332
Fungsi	Memisahkan purified salts yang terikut udara operasi
P desain	1,6911 psi
Bahan	type 304 grade S (SA-240)
Sudut konis	30 ⁰
Diameter	2 m
Panjang	4 m
Collection efficiency	97%
Jumlah	1 buah

Tabel V.30 Spesifikasi Industrial Salts Crusher (C-330)

Spesifikasi	Keterangan
Nama	Industrial Salts Crusher
Kode	C-330
Fungsi	Menghancurkan kristal garam agar dapat dibersihkan dari pengotornya
Model	<i>Roller Crusher</i>
Kapasitas	14.667,593 kg/jam
Lebar Roll	17,2 ft
Jumlah	1 buah

Tabel V.31 Industrial Salts Screener (H-331)

Spesifikasi	Keterangan
Nama	Industrial Salts Screener
Kode	H-331
Fungsi	Untuk memisahkan ukuran garam industri yang berukuran 9 mesh
Tipe	<i>High speed vibrating screen</i>
Sieve Opening	0,0001 m
Diameter Wire	0,0009 m
Kapasitas	14, 4676 ton/jam
Luas Screener	481,67m ²
Panjang	31,037 m
Lebar	15,52 m
Jumlah	1 buah

Tabel V.32 Spesifikasi Bucket Elevator II (J-332)

Spesifikasi	Keterangan
Nama	Bucket Elevator II
Kode	J-332
Fungsi	Memindahkan garam industri dari Screener ke Product Silo
Kapasitas	14,3229 ton/jam
Jenis Bucket	Shallow Bucket
Tipe elevator	Single Chain
Tinggi Bucket	200 m
Bucket Space	200 mm
Bucket Width	250 mm
Elevator Speed	0,5548 m/s
Power	1,278 kW
Maksimum Static Station	617,8 kg
Jumlah	1 buah

Tabel V.33 Spesifikasi Bag Filter Blower (G-323)

Spesifikasi	Keterangan
Nama	Bag Filter Blower
Kode	G-323
Fungsi	Transportasi udara keluar cyclone
Type	<i>Single stage blower discharge pressure</i>
Kapasitas	15,3975 kg/s
Power	5488,5675 kW
Jumlah	1 buah

Tabel V.34 Spesifikasi Produk Silo (F-333)

Spesifikasi	Keterangan
Nama	Produk Silo
Kode	F-333
Fungsi	Tempat penyimpanan produk garam industri
Kapasitas	307,221 m ³ /jam
Panjang	5,034 m
Lebar	5,034 m
Tinggi	6,16 m
Bahan Konstruksi	Beton Bertulang
Jumlah	1 buah

Tabel V.35 Harga Peralatan

No	Kode	Nama Alat	Total	Harga US\$, 2014		Harga Total
				Harga Unit	Total	US\$, 2019
1	C-110	<i>Solar Salts Crusher</i>	1	275400	275400	285922.88
2	F-111	<i>Solar Salts Storage</i>	1	94200	94200	97799.33
3	C-112	<i>Sollar Salts Hopper</i>	1	11200	11200	11627.95
4	J-113	<i>Belt Conveyor I</i>	1	19400	19400	20141.26
5	H-114	<i>Sollar Salts Screener</i>	1	168100	168100	174523.01
6	J-115	<i>Bucket Elevator I</i>	1	18100	18100	18791.59
7	M-210	<i>Mixer I</i>	1	29300	29300	30419.5
8	F-211	<i>Brine Tank</i>	1	286400	286400	297343.19
9	L-212	<i>Brine Pump</i>	1	17400	17400	18064.84
10	F-214	<i>Solar Salts Bin A</i>	1	17800	17800	18480.13
11	F-214	<i>Solar Salts Bin B</i>	1	17800	17800	18480.13
12	K-215	<i>Solar Salts Weighter</i>	1	2800	2800	2906.99
13	H-220	<i>Centrifuge</i>	1	52100	52100	54090.71
14	F-221	<i>NaOH&Na₂CO₃ Tank</i>	1	115700	115700	120120.83
15	L-221	<i>Dozing Pump I</i>	1	21600	21600	22425.32
16	F-223	<i>BaCl₂ Tank</i>	1	256900	256900	266716.01
17	L-224	<i>Dozing Pump II</i>	1	5000	5000	5191.05
18	L-225	<i>Recycle Brine Pump</i>	1	16200	16200	16818.99
19	H-226	<i>Gravity Settling Tank</i>	1	49200	49200	51079.91
20	M-227	<i>Mixer II</i>	1	170860	170860	177388.47
21	H-228	<i>Thickener</i>	1	65500	65500	68002.72

22	L-229	<i>Slurry Pump</i>	1	13300	13300	13808
23	B-310	<i>Rotary Dryer</i>	1	31600	31600	32807.42
24	C-311	<i>Purified Salts Feeder</i>	1	8000	8000	8305.68
25	J-312	<i>Purified Salts Conveyor</i>	1	6900	6900	7163.65
26	G-313	<i>Rotary Dryer Blower</i>	1	13600	13600	14119.65
27	E-314	<i>Air Heater</i>	1	18360	18360	19061.53
28	B-320	<i>Rotary Cooler</i>	1	22800	22800	23671.18
29	B-320	<i>Rotary Cooler Blower</i>	1	11200	11200	11627.95
30	G-321	<i>Cyclone</i>	1	16000	16000	16611.35
31	H-322	<i>Bag Filter Blower</i>	1	13600	13600	14119.65
32	G-323	<i>Industrial Salts Crusher</i>	1	203000	203000	210756.52
33	H-324	<i>Industrial Salts Screener</i>	1	82500	82500	85652.28
34	C-330	<i>Bucket Elevator II</i>	1	14700	14700	15261.68
35	H-331	<i>Produk Silo</i>	1	58300	58300	60527.61
TOTAL			35	2309829.167		

BAB VI

ANALISA EKONOMI

Analisa ekonomi merupakan salah satu parameter apakah suatu pabrik tersebut layak didirikan atau tidak. Untuk menentukan kelayakan suatu pabrik secara ekonomi, diperlukan perhitungan parameter analisa ekonomi. Parameter kelayakan tersebut antara lain POT (*Pay Out Time*), NPV (*Net Present Value*), dan BEP (*Break Even Point*) . Selain yang tersebut diatas, juga diperlukan analisa biaya yang diperlukan untuk beroperasi dan utilitas, jumlah dan gaji karyawan serta pengadaan lahan untuk pabrik.

VI.1 PENGELOLAAN SUMBER DAYA MANUSIA

VI.1.1 Bentuk Badan Perusahaan

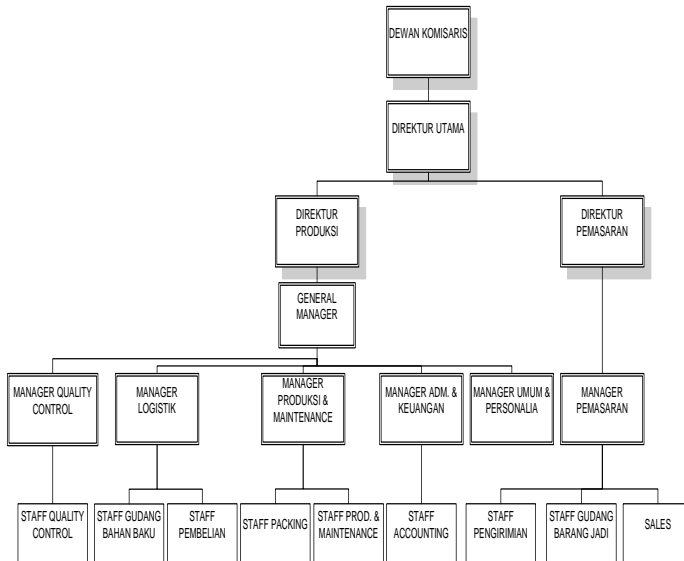
Bentuk badan perusahaan dalam Pabrik Garam Industri ini dipilih Perseroan Terbatas (PT). Perseroan Terbatas merupakan suatu persekutuan yang menjalankan perusahaan dengan modal usaha yang terbagi beberapa saham, dimana tiap sekutu (disebut juga persero) turut mengambil bagian sebanyak satu atau lebih saham. Hal ini dipilih karena beberapa pertimbangan sebagai berikut:

1. Modal perusahaan dapat lebih mudah diperoleh yaitu dari penjualan saham maupun dari pinjaman.
2. Tanggung jawab pemegang saham terbatas, karena segala sesuatu yang menyangkut kelancaran produksi ditangani oleh pemimpin perusahaan.
3. Kekayaan pemegang saham terpisah dari kekayaan perusahaan, sehingga kekayaan pemegang saham tidak menentukan modal perusahaan.

VI.1.2 Sistem Organisasi Perusahaan

Struktur organisasi yang direncanakan dalam pra desain pabrik ini adalah garis dan staf, yang merupakan kombinasi dari pengawasan secara langsung dan spesialisasi pengaturan dalam perusahaan. Alasan pemakaian sistem ini adalah:

- Biasa digunakan untuk organisasi yang cukup besar dengan produksi yang terus menerus
- Terdapat kesatuan pimpinan dan perintah, sehingga disiplin kerja lebih baik
- Masing-masing manager secara langsung bertanggung jawab atas aktivitas yang dilakukan untuk mencapai tujuan
- Pimpinan tertinggi dipegang oleh seorang direktur yang bertanggung jawab kepada dewan komisaris. Anggota dewan komisaris merupakan wakil-wakil dari pemegang saham dan dilengkapi dengan staf ahli yang bertugas memberikan nasihat dan saran kepada direktur seperti yang terlihat pada Gambar 6.1 berikut:



Gambar 6. 1 Struktur Organisasi Perusahaan
Pembagian kerja dalam organisasi ini adalah :

1. Dewan Komisaris

Dewan Komisaris bertindak sebagai pemegang saham.

Tugas Dewan Komisaris :

- Menunjuk Direktur Utama
- 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.
- Mengevaluasi program kerja/rencana kerja yang telah ditetapkan.
- Mengadakan koordinasi yang tepat dari semua bagian.
- Memberikan instruksi dan kepada bawahannya untuk mengadakan tugas masing-masing.
- Mempertanggung jawabkan 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 Produksi

Direktur bertanggung jawab ke Direktur Utama dalam pelaksanaan tugasnya dan membawahi secara langsung General Manager baik yang berhubungan dengan personalia, pembelian, produksi maupun pengawasan produksi. Tugas Direktur Produksi :

- Membantu Direktur Utama dalam perencanaan produksi maupun dalam penelaahan kebijaksanaan pokok dalam bidang masing-masing.
- Mengawasi unit produksi melalui General Manager, dan bagian yang bersangkutan.
- Mengendalikan proses produksi, seperti mengadakan penggantian alat produksi.
- Menentukan kapasitas produksi baik menaikkan atau menurunkan kapasitas.

4. Direktur Pemasaran

Direktur Pemasaran bertanggung jawab kepada Direktur Utama. Tugas Direktur Pemasaran adalah :

- Memperkenalkan jenis produk yang dibuat oleh perusahaan melalui berbagai media yang dibuat oleh perusahaan.
- Membuat rencana pemasaran.
- Melakukan kontrak penjualan dengan konsumen serta meninjau penjualan dan membatalkan penjualan jika terjadi ketidaksesuaian dengan kontrak.
- Melaporkan segala kegiatan yang bersangkutan dengan pemasaran kepada Direktur Utama.
- Mengontrol laporan *stock* guna mencapai keseimbangan jumlah dari jenis garam jadi yang disiapkan untuk dipasarkan.

- Memberikan tugas dan wewenang pada masing-masing bagian terkait.
 - Mengadakan evaluasi kerja pada tiap bagian yang terkait mengenai pelaksanaan pekerja.
 - Mengadakan evaluasi terhadap skill pekerja dalam lingkungan Departemen Pemasaran untuk meningkatkan intensitas pemasaran.
 - Menetapkan harga produk.
5. General Manager
- General Manager bertanggung jawab kepada Direktur Produksi dan membawahi secara langsung Manager Quality Control (QC), Manager Logistik, Manager Produksi dan Maintenance, Manager Umum dan Personalia, serta Manager Administrasi dan Keuangan. Tugas General Manager adalah :
- Mengadakan pengawasan terhadap semua lini kegiatan.
 - Memberikan pengarahan kepada bawahan tentang tugas dan tanggung jawab masing-masing.
 - Mengadakan evaluasi secara berkala terhadap semua lini.
 - Mengadakan usulan kepada Direktur tentang peningkatan skill karyawan.
 - Mengadakan penilaian terhadap penanggung jawab semua lini.
6. Manager Quality Control (QC)
- Manager Quality Control membawahi staff quality control (QC). Tugas Manager Quality Control adalah :
- Menetapkan rencana mutu sesuai dengan standar yang berlaku.
 - Mengawasi pelaksanaan pengendalian mutu.
 - Mengkoordinasi program kalibrasi peralatan inspeksi, ukur, dan uji.
 - Memutuskan suatu produk siap untuk dikirim.

- Mencatat semua hasil inspeksi dan pengujian bahan baku dalam dokumen.
7. **Manager Logistik**
 Manager Logistik membawahi staff gudang bahan baku dan staff pembelian. Manager Logistik bertugas memberikan perintah kerja dan mengawasi langsung semua kegiatan yang berkaitan dengan pengadaan bahan baku tambahan sesuai standar dan penyerahannya ke bagian produksi serta kegiatan penyimpanan bahan baku tambahan tersebut.
8. **Manager Produksi & Maintenance**
 Manager Produksi & Maintenance membawahi staff Packing dan staff production & maintenance. Tugas manager Produksi & Maintenance adalah :
- Mengawasi pelaksanaan proses produksi.
 - Memberikan tugas dan wewenang pada masing-masing bagian yang terkait.
 - Membuat laporan hasil produksi dan kesiapan mesin secara berkala.
 - Mengevaluasi setiap bagian mengenai hasil pekerjaan, skill pekerja serta peningkatannya.
 - Mengatur jadwal perbaikan / perawatan mesin produksi.
 - Menyiapkan bahan yang dibutuhkan untuk proses pengemasan (plastic, lem, karton, benang jahit untuk karung, dsb)
 - Mengevaluasi mutu dan jumlah hasil packing yang dikerjakan bawahan.
9. **Manager Umum & Personalia**
 Manager Umum & Personalia berhubungan dengan karyawan-karyawan tidak tetap seperti Satuan Pengaman (Satpam). Tugas Manager Umum & Personalia adalah :
- Mengadakan pengecekan rekapan gaji atau upah untuk karyawan.

- Mengadakan pengecekan absensi dan lembur untuk karyawan.
- Mengadakan koordinasi dengan bagian produksi dalam hal meningkatkan kemampuan kerja dan disiplin kerja setiap karyawan.
- Melakukan teguran atau peringatan terhadap karyawan yang melakukan pelanggaran.
- Melakukan pengecekan, pemeriksaan, atau perawatan secara periodik terhadap ruang kantor, ruang produksi, atau ruang kerja dalam hal kebersihan, kerapian, dan lain sebagainya.

10. Manager Administrasi & Keuangan

Manager Administrasi & Keuangan membawahi staff Accounting. Tugas Manager Administrasi & Keuangan adalah :

- Memeriksa laporan keuangan pabrik.
- Membuat laporan kas barang-barang yang ada di perusahaan secara periodik.
- Memeriksa laporan kas pabrik, apakah sudah sesuai dengan bukti bukti yang sudah ada.
- Membukukan laporan sesuai dengan pos-pos masing-masing departemen.

11. Manager Pemasaran

Manager Pemasaran membawahi staff pengiriman, staff gudang barang jadi dan sales. Tugas dari Manager Pemasaran adalah :

- Mengontrol laporan stok garam jadi supaya terjadi keseimbangan jumlah dari jenis garam jadi yang disiapkan untuk dipasarkan.
- Memberikan tugas dan wewenang pada masing-masing bagian terkait.
- Mengadakan evaluasi kerja pada tiap bagian yang terkait mengenai pelaksanaan pekerja.

- Mengadakan evaluasi terhadap skill pekerja dalam lingkungan Departemen Pemasaran untuk meningkatkan intensitas pemasaran.

VI.1.3 Perincian Jumlah Tenaga Kerja

Jumlah karyawan yang dibutuhkan untuk proses produksi garam industri dari air laut diuraikan pada Tabel VI.1 sebagai berikut :

Tabel VI.1 Daftar Kebutuhan Karyawan Pabrik Garam Industri

No	Jabatan	Pendidikan				Jumlah
		SMA	D3	S1	S2	
1.	Dewan Komisaris				1	1
2.	Direktur Utama				1	1
3.	Direktur Produksi			1		1
4.	Direktur Pemasaran			1		1
5.	General Manager			1		1
6.	Sekretaris Direksi			4		4
7.	Manager					
	a. Quality Control			1		1
	b. Logistik			1		1
	c. Produksi & Maintenance			1		1
	d. Umum & Personalia			1		1
	e. Administrasi & Keuangan			1		1
	f. Pemasaran			1		1
8.	Staff					
	a. Quality Control		8	4		12
	b. Gudang Bahan Baku		8	8		16
	c. Pembelian		8	8		16
	d. Packing		4	2		6

	e. Produksi & Maintenance		12	12		24
	f. Pengiriman		7	1		8
	g. Gudang Barang Jadi		6	6		12
	h. Accounting		6	6		12
10.	Sales	8	5	5		18
11.	Satpam	11				11
12.	Karyawan tidak tetap	40				40
Total						186

Pabrik Garam Industri ini menggunakan basis 320 hari kerja per tahun dengan waktu 24 jam kerja per hari. Dengan pekerjaan yang membutuhkan pengawasan terus menerus selama 24 jam, maka dilakukan sistem *shift* karyawan dan sistem *day shift* karyawan.

a. Karyawan *Day Shift*

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

Jam kerja karyawan diatur sebagai berikut :

Senin – Jumat : 08.00 – 17.00

Sabtu : 08.00 – 15.00

Istirahat :

Senin – Kamis & Sabtu : 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*. *Shift* direncanakan

dilakukan tiga kali perhari setiap 8 jam. Distribusinya diatur sebagai berikut :

Shift I : 07.00 - 15.00
 Shift II : 15.00 - 23.00
 Shift III: 23.00 – 07.00

Penggantian shift dilakukan sesuai aturan *International Labour Organization* yaitu sistem *metropolitan rota* atau biasa disebut 2-2-2 (dalam 1 minggu dilakukan 2 hari shift malam, 2 hari shift pagi, 2 hari shift siang, 1 hari libur), sehingga untuk 3 shift dibutuhkan 4 regu dengan 1 regu libur. Sistem ini dapat disajikan dalam Tabel VI.2 sebagai berikut:

Tabel VI.2 Jadwal Shift dengan Sistem 2-2-2

Hari	1	2	3	4	5	6	7
Shift							
I	A	D	C	B	A	D	C
II	B	A	D	C	B	A	D
III	C	B	A	D	C	B	A
Libur	D	C	B	A	D	C	B

VI.1.4 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.

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 :

- 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 Ca(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
- 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 50 % biaya investasi dan pinjaman jangka pendek sebesar 40 % biaya investasi dengan bunga sebesar 12% per 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.3

berikut ini adalah ketentuan maupun parameter yang digunakan untuk perhitungan ekonomi.

Tabel VI.3 Parameter Perhitungan Ekonomi

PARAMETER	Nilai	Keterangan
Investasi Total	249.737.412.461, 6	Rupiah
Pajak pendapatan	30%	/tahun
Inflasi	4%	/tahun
Depresiasi	5%	/tahun
IRR	29,81%	/tahun
Nama Bahan	Harga (\$)	Keterangan
Garam Rakyat	39	/ton
Garam Industri Refined	350	/ton
OPERASI		
Garam Industri	13,0208	ton/jam
Hari Operasi	320	hari
Modal Sendiri (40 %)	99.894.964.985	Rupiah
Modal Pinjam (60 %)	149.842.447.477	Rupiah

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

Dari hasil perhitungan pada Appendiks D, didapatkan harga $i = 29,81\%$. Harga i yang diperoleh lebih besar dari harga i untuk bunga pinjaman yaitu 12% per tahun. Dengan harga $i = 29,81\%$ yang didapatkan dari perhitungan menunjukkan bahwa pabrik ini layak didirikan dengan kondisi tingkat bunga pinjaman 12% per tahun.

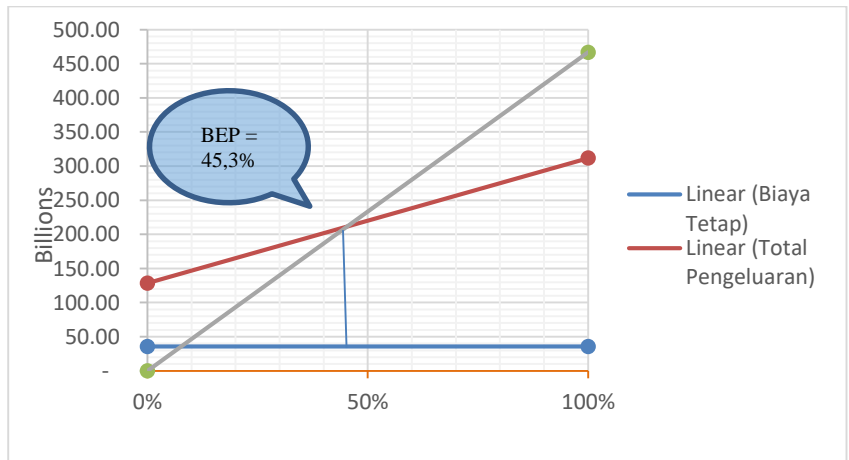
VI.3.4 Analisa Waktu Pengembalian Modal (*Payout Period / POP*)

Dari perhitungan yang dilakukan pada Appendiks D didapatkan bahwa waktu pengembalian modal minimum adalah 3,24 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) = 45,3% seperti yang disajikan dalam Gambar VI.2 sebagai berikut :

Gambar VI.2 Grafik *Break Even Point*



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 dengan Metode Pencucian ini dilakukan diskusi dari segi teknis dan ekonomis.

VII.1 Segi Teknis

Dalam Pra Desain Pabrik Garam Industri dari Garam Rakyat dengan metode yang digunakan adalah Metode Pencucian 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 Cheetam Garam Indonesia.
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). *Internal Rate of Return* (IRR) pabrik ini adalah 29,81% Angka ini lebih besar dari bunga bank yaitu 12%. Modal pabrik akan kembali setelah pabrik beroperasi selama 3,24 tahun. Waktu ini relatif singkat jika dibandingkan dengan perkiraan umur pabrik 10 tahun. *Break Even Point* yang didapat sebesar 45,3%.

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 : 17.544, 0566 kg/jam
 - NaOH : 925, 24 kg/jam
 - Na₂CO₃ : 637,53 kg/jam
 - BaCl₂ : 1001,8 kg/jam
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 249.737.412.461,-
 - *Total Production Cost* (TPC) :
Rp 336.998.106.269,96,-
 - b. Penerimaan :
 - Hasil Penjualan (kapasitas 100%) :
Rp 494.865.000.000,-
 - c. Rehabilitasi Perusahaan
 - Laju Pengembalian Modal (IRR): 29,81 %
 - Waktu Pengembalian Modal (POT): 3,24 tahun
 - Titik Impas (BEP) : 45,3%
7. Bentuk Perusahaan : Perseroan Terbatas
8. Struktur Organisasi : Garis dan staff
9. Lokasi : Kecamatan Bulu, Kabupaten Rembang, Jawa Tengah

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



Widyastuti Ramadhani, putri kedua dari dua bersaudara. Lahir di Jakarta, 17 Januari 1997. Penulis mulai mengenyam pendidikan di SDN Cipinang Melayu 04 Pagi Jakarta Timur (2002 – 2008), SMPN 49 Jakarta Timur (2008 – 2011) dan SMAN 91 Jakarta Timur (2011 – 2014). Pada jenjang perkuliahan, penulis menyelesaikan pendidikan Diploma III Teknik Kimia Universitas Diponegoro (2014 – 2017), kemudian melanjutkan studi sarjananya di Teknik Kimia ITS Program Lintas Jalur Genap (2018 – 2020). Pada awal tahun 2019, mulai melakukan penelitian di Laboratorium Perpindahan Panas dan Massa Teknik Kimia ITS dengan judul penelitian “**Pemodelan Dan Simulasi Absorpsi CO₂ Ke Dalam Sistem MDEA-PZ Di Dalam Valve Tray Column**” Penulis memiliki pengalaman kerja praktik di PT South Pasific Viscose, Purwakarta pada Januari – Februari 2019.

Email penulis : widyastutiramadhani0@gmail.com
No. HP : 0838 7453 8998

RIWAYAT HIDUP PENULIS



Tedy Krisna Arimukti, lahir pada 25 Oktober 1996 di kota Bogor, Jawa Barat. Menempuh Pendidikan formal di SDN Cibuluh 6 Bogor tahun 2002 – 2008, SMP PGRI 6 Bogor tahun 2008 – 2011, SMA PGRI 1 Bogor tahun 2011 – 2014, penulis kemudian melanjutkan pendidikan Diploma di Universitas Diponegoro, Kemudian melanjutkan program ekstensi di Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem, Institut teknologi sepuluh nopember (ITS)

Surabaya. Selama masa kuliah, penulis telah melakukan kerja praktik di PT. Chandra Asri Petrochemical Tbk pada April 2017 dan PT. Indocement Tungal Prakarsa Tbk pada Januari 2019. Untuk menyelesaikan tugas Akhir penulis memilih Laboratorium Perpindahan Panas dan Massa, Teknik Kimia ITS dengan judul penelitian “**Pemodelan Dan Simulasi Absorpsi CO₂ Ke Dalam Sistem MDEA-PZ Di Dalam Valve Tray Column**”