



TUGAS DESAIN PABRIK KIMIA – TK184803

Pra Desain Pabrik Garam Industri dari Garam Rakyat dengan Metode Pencucian

Disusun Oleh:

**Rully Prameisti Audhina
NRP. 0221154000008**

**Muhammad Hanif Chusnul Farhan
NRP. 0221154000028**

Dosen Pembimbing:

**Pembimbing
Prof. Dr. Ir. Mahfud, DEA.
NIP. 196108021986011001**

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



PLANT PRE-DESIGN PROJECT – TK184803

**PRE-DESIGN OF INDUSTRIAL SALT PLANT FROM
HARVEST SALT USING WASHING METHOD**

Written by:

**Rully Prameisti Audhina
NRP. 0221154000008**

**Muhammad Hanif Chusnul Farhan
NRP. 0221154000028**

Advisor:

**Prof. Dr. Ir. Mahfud, DEA.
NIP. 196108021986011001**

**LABORATORY OF CHEMICAL PROCESS
TECHNOLOGY
DEPARTMENT OF CHEMICAL ENGINEERING
FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY AND
SYSTEM ENGINEERING
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2020**

LEMBAR PENGESAHAN

Laporan Tugas Desain Pabrik Kimia dengan Judul :

"Garam Industri dari Garam Rakyat dengan Metode 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 :

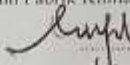


Rully Prameisti Audhina

NRP. 0221154000008

M. Hanif Chusnul Farhan

NRP. 0221154000028

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Desain Pabrik Kimia :

1. Prof. Dr. Ir. Mahfud, DEA.  (Pembimbing I)
2. Prof. Dr. Ir. Tri Widjaja, M.Eng.  (Penguji I)
3. Dr. Tantular Nurtono, ST, M.Eng.  (Penguji II)

27



PRA DESAIN PABRIK GARAM INDUSTRI DARI GARAM RAKYAT DENGAN METODE PENCUCIAN

Nama : 1. Rully P. Audhina (0221154000008)
2. M. Hanif Chusnul F. (0221154000028)
Departemen : Teknik Kimia
Dosen Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Mahfud, DEA.

ABSTRAK

Produk garam industri merupakan produk yang sangat dibutuhkan bagi beberapa pelaku industri dalam negeri, baik sebagai bahan baku maupun sebagai bahan tambahan. Sebagai contoh, di dalam industri klor-alkali, garam digunakan sebagai bahan dasar dalam pembuatan gas klorin, soda kaustik, dan berbagai produk lainnya. Untuk memenuhi kebutuhan garam, impor 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.

Melihat adanya peluang pasar garam industri dalam negeri, dirancang pabrik garam industri dengan kapasitas 40.000 ton/tahun dengan bahan baku garam rakyat. Pabrik direncanakan mulai dikonstruksi di Kabupaten Bangkalan, Jawa Timur pada tahun 2021. Metode yang digunakan untuk mengubah bahan baku garam rakyat menjadi garam kualitas industri adalah metode pencucian.

Proses meliputi pengecilan ukuran guna mempermudah pencucian. *Wet mill* dipilih untuk melakukan pengecilan ukuran karena dihasilkan garam yang lebih halus. Selanjutnya, pencucian dilakukan dengan beberapa alat, yaitu: *screw washer*, *mixing tank*, *hydrocyclone*, dan *elutriator*. Prinsip kerja *elutriator* adalah tangki fluidisasi *countercurrent* di mana garam turun oleh gravitasi di

dalam tangki dan *brine* dialirkan berlawanan arah ke atas. Garam kemudian dilewatkan *centrifuge*, dikeringkan, lalu dikemas.

Pabrik garam industri berbentuk perseroan terbatas dengan kebutuhan bahan baku garam rakyat sebesar 52.631 ton/tahun. Pabrik memerlukan 72 karyawan dengan total investasi senilai Rp. 41.458.246.039 dan total biaya produksi Rp. 129.648.656.066. Perkiraan hasil penjualan untuk kapasitas pabrik 100% senilai Rp. 144.000.000.000 per tahun. Analisa ekonomi menunjukkan *internal rate of return* (IRR) senilai 19,30%, *pay out time* (POT) 4,1 tahun, dan *break even point* (BEP) 44,3% sehingga pabrik layak didirikan.

Kata kunci: Garam Industri, Garam Rakyat, Pencucian

PRE-DESIGN OF INDUSTRIAL SALT PLANT FROM HARVEST SALT USING WASHING METHOD

Name : 1. Rully P. Audhina (0221154000008)
2. M. Hanif Chusnul F. (0221154000028)
Department : Chemical Engineering
Advisor : Prof. Dr. Ir. Mahfud, DEA.

ABSTRACT

Industrial salt is a highly needed product to many local industries. It is used as main feedstock and as additional chemical. For example, in the chlor-alkali industry, industrial salt is used as the main feedstock for creating chlorine gas, caustic soda and other chemicals. In response to this high demand, Indonesian import of industrial salt is increasing yearly. While Indonesia has been self-sufficient in meeting the national demand for table salt, industrial salt is still sourced for national consumption via import.

Responding to this high demand for industrial salt, an industrial salt plant is designed with capacity 40.000 ton/year using harvest salt as feedstock. The plant is planned to start construction in 2021 at Bangkalan Regency, East Java. Method chosen to produce industrial salt is washing.

The process starts with size reduction to ease washing process. Wet mill is chosen because it results in finer product. Washing is then done through several equipments, which are: screw washer, mixing tank, hydrocyclone and elutriator. Elutriator is a countercurrent fluidization tank in which salt falls gravitationally and brine is flowed countercurrently from bottom-up. Salt is processed with centrifuge, dried and packaged.

The plant is a limited corporation with 52.631 ton/year intake of harvest salt. A total of 72 people is employed with total capital investment of Rp. 41.458.246.039 and total production cost of Rp. 129.648.656.066. If plant is at 100% capacity, estimated sales

is Rp. 144.000.000.000 per year. Analysis results in internal rate of return (IRR) of 19,30%, pay out time (POT) of 4,1 years and break-even point (BEP) at 44,3%, showing that the plant designed is economically feasible.

Keywords: Harvest Salt, Industrial Salt, Washing

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami ucapkan kepada Allah SWT, karena atas berkat rahmat dan karunia-Nya kami dapat menyusun tugas desain pabrik kimia kami dengan judul: **Garam Industri dari Garam Rakyat dengan Metode Pencucian**.

Tugas desain pabrik kimia ini merupakan syarat kelulusan bagi mahasiswa tahap sarjana di Departemen Teknik Kimia FTIRS-ITS Surabaya. Selama penyusunan tugas pra desain pabrik kimia ini kami banyak sekali mendapat bimbingan, dorongan, dan motivasi dari berbagai pihak. Untuk itu, kami ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Dr.Eng. Widiyastuti, ST., MT. selaku Kepala Departemen Teknik Kimia FTIRS-ITS Surabaya.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Mahfud, DEA. selaku Dosen Pembimbing atas bimbingan dan saran yang diberikan.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Mahfud, DEA. selaku Kepala Laboratorium Teknologi Proses Kimia, Departemen Teknik Kimia FTIRS-ITS.
4. Bapak dan Ibu Dosen pengajar serta seluruh karyawan Departemen Teknik Kimia FTIRS-ITS Surabaya.
5. Semua pihak yang membantu dalam penyusunan tugas pra desain pabrik ini.

Kami menyadari bahwa penyusunan tugas desain pabrik kimia ini masih jauh dari sempurna, karena itu kami mengharapkan segala kritik dan saran yang membangun. Semoga tugas pra desain pabrik kimia ini dapat bermanfaat khususnya di bidang teknik kimia dan aplikasi dunia industri kimia. Terima kasih.

Surabaya, Januari 2020

Penyusun

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR ISI

RINGKASAN	i
SUMMARY	ii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	I-1
I.1 Latar Belakang	I-1
BAB II BASIS DESAIN DATA	II-1
II.1 Kapasitas	II-1
II.2 Lokasi.....	II-4
II.2.1 Faktor Utama dalam Pemilihan Lokasi Pabrik.....	II-6
II.2.2 Faktor Pendukung dalam Pemilihan Lokasi Pabrik..	II-9
II.3 Kualitas Bahan Baku dan Produk.....	II-11
II.3.1 Potensi Bahan Baku	II-12
II.3.2 Spesifikasi Bahan Baku	II-12
II.3.3 Kualitas Produk.....	II-16
BAB III SELEKSI DAN URAIAN PROSES	III-1
III.1 Tipe-tipe Proses Pembuatan dan Pemurnian Garam.....	III-1
III.1.1 Proses <i>Vacuum Pan (Multiple Effect Evaporator)</i> ..	III-1
III.1.2 Proses <i>Open Pan (The Grainer Process)</i>	III-2
III.1.3 Proses Penambangan Garam (<i>Rock Salt Mining</i>)...	III-3
III.1.4 Proses Penguapan Air Laut (<i>Solar Evaporation</i>)....	III-5
III.1.5 Pencucian dengan <i>Brine</i>	III-7

III.2	Pemilihan Proses.....	III-9
III.3	Uraian Proses.....	III-10
III.3.1	Tahap Perlakuan Awal	III-11
III.3.2	Tahap Pencucian dan Pemisahan	III-11
III.3.3	Tahap Pengeringan dan Pengemasan Produk.....	III-12
BAB IV	NERACA MASSA DAN ENERGI	IV-1
IV.1	Neraca Massa.....	IV-1
IV.2	Neraca Panas.....	IV-25
BAB V	DAFTAR DAN HARGA PERALATAN.....	V-1
V.1	Daftar Peralatan Proses.....	V-1
V.2	Harga Peralatan Proses	V-2
BAB VI	ANALISA EKONOMI	VI-1
VI.1	Pengelolaan Sumber Daya Manusia	VI-1
VI.1.1	Bentuk Badan Perusahaan.....	VI-1
VI.1.2	Sistem Organisasi Perusahaan.....	VI-2
VI.1.3	Struktur Organisasi Perusahaan	VI-4
VI.1.4	Perincian Jumlah Tenaga Kerja.....	VI-6
VI.1.5	Status Karyawan dan Pengupahan	VI-8
VI.2	Utilitas	VI-9
VI.2.1	Unit Pengolahan Air.....	VI-10
VI.2.2	Unit Pembangkit Tenaga Listrik	VI-11
VI.2.3	Unit Penanganan Limbah.....	VI-11
VI.3	Analisa Ekonomi	VI-12
VI.3.1	Analisa Laju Pengembalian Modal	VI-13

VI.3.2	Analisa Waktu Pengembalian Modal...	VI-13
VI.3.3	Analisa Titik Impas.....	VI-13
BAB VII	KESIMPULAN.....	VII-1
VII.1	Segi Teknis.....	VII-1
VII.2	Segi Ekonomis.....	VII-1
VII.3	Kesimpulan.....	VII-2
DAFTAR PUSTAKA.....		xvii

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1 Impor dan ekspor garam industri Indonesia 2013-2018	I-3
Gambar II.1 Peta Kabupaten Bangkalan	II-4
Gambar II.2 Peta zona kerentanan gerakan tanah Kabupaten Bangkalan	II-5
Gambar II.3 Peta zona rawan gempa Provinsi Jawa Timur	II-6
Gambar II.4 Produksi dan produktivitas garam lima kabupaten/kota penghasil terbesar	II-8
Gambar III.1 Diagram proses <i>vacuum pan (multiple effect evaporator)</i>	III-1
Gambar III.2 Diagram proses <i>open pan (the Grainer process)</i> ..	III-2
Gambar III.3 Diagram proses penambangan garam (<i>rock salt mining</i>).....	III-4
Gambar III.4 Diagram proses penguapan air laut (<i>solar evaporation</i>).....	III-5
Gambar III.5 Prinsip proses pencucian Salex dari Wirth et al. (1998).....	III-9
Gambar III.6 Diagram blok proses.....	III-11
Gambar VI.1 Struktur organisasi perusahaan.....	VI-2
Gambar VI.2 Kebutuhan pekerja dalam suatu pabrik kimia .	VI-6
Gambar VI.3 Grafik titik impas.....	VI-14

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR TABEL

Tabel I.1	Perbandingan standar garam industri Indonesia dan India	I-6
Tabel II.1	Spesifikasi garam konsumsi beryodium dalam SNI 3556:2010	II-1
Tabel II.2	Spesifikasi garam industri dalam SNI 0303:1989 dan SII	II-2
Tabel II.3	Data konsumsi, produksi, impor, dan ekspor garam tahun 2012-2016	II-2
Tabel II.4	Tren pertumbuhan konsumsi, produksi, impor, dan ekspor garam 2012-2016	II-3
Tabel II.5	Proyeksi konsumsi, produksi, impor, dan ekspor garam pada 2023	II-4
Tabel II.6	Luas lahan, produksi, dan produktivitas garam kota/kabupaten tahun 2016	II-7
Tabel II.7	Pabrik target pasar garam industri hasil pabrik	II-9
Tabel II.8	Jenis garam bahan baku berdasarkan SNI 4435:2017	II-13
Tabel II.9	Analisis komposisi garam Peg. Sumenep II Vak V A dari PT. Garam	II-13
Tabel II.10	Komposisi dan kelarutan garam bahan baku	II-13
Tabel II.11	Standar garam industri menurut SNI 06-0303-1989	II-16
Tabel III.1	Perbandingan proses pemurnian garam	III-9
Tabel IV.1	Komposisi garam krosok bahan baku	IV-1
Tabel IV.2	Komposisi garam industri	IV-1
Tabel IV.3	Neraca massa Wet mill C-110A	IV-2
Tabel IV.4	Neraca massa Screw washer J-210	IV-3
Tabel IV.5	Neraca massa Mixing tank I M-220	IV-5
Tabel IV.6	Neraca massa Hydrocyclone H-231	IV-7
Tabel IV.7	Neraca massa Elutriator H-230	IV-9
Tabel IV.8	Neraca massa Thickener F-241	IV-11
Tabel IV.9	Neraca massa Centrifuge H-240A	IV-14
Tabel IV.10	Neraca massa Fluidized bed dryer B-310	IV-15
Tabel IV.11	Neraca massa Cyclone H-312	IV-16
Tabel IV.12	Neraca massa Screener H-322	IV-18
Tabel IV.13	Neraca massa Dry mill C-320	IV-19

Tabel IV.14	Neraca massa Elutriating brine tank (F-243)....	IV-20
Tabel IV.15	Neraca massa Mixing tank II M-249.....	IV-21
Tabel IV.16	Neraca massa Impure brine tank H-247	IV-22
Tabel IV.17	Neraca massa Wet scrubber D-314	IV-23
Tabel IV.18	Neraca massa Water tank F-245.....	IV-25
Tabel IV.19	Konstanta kapasitas panas komponen garam basis kering	IV-25
Tabel IV.20	Neraca panas dryer	IV-27
Tabel IV.21	Neraca panas dryer per komponen	IV-27
Tabel IV.22	Neraca panas cooler.....	IV-28
Tabel IV.23	Neraca cooler per komponen.....	IV-28
Tabel V.1	Daftar peralatan proses	V-1
Tabel V.2	Daftar perkiraan harga peralatan proses.....	V-2
Tabel V.3	Spesifikasi Gudang bahan baku F-111.....	V-4
Tabel V.4	Spesifikasi Feed hopper F-112.....	V-5
Tabel V.5	Spesifikasi Belt conveyer I J-113	V-5
Tabel V.6	Spesifikasi Bucket elevator I J-114.....	V-6
Tabel V.7	Spesifikasi Wet mill C-110.....	V-6
Tabel V.8	Spesifikasi Screw washer J-210.....	V-7
Tabel V.9	Spesifikasi Mixing tank I M-220	V-7
Tabel V.10	Spesifikasi Centrifugal pump I L-221.....	V-8
Tabel V.11	Spesifikasi Hydrocyclone H-231	V-8
Tabel V.12	Spesifikasi Elutriator H-230	V-9
Tabel V.13	Spesifikasi Centrifugal pump II L-232	V-9
Tabel V.14	Spesifikasi Thickener F-241	V-10
Tabel V.15	Spesifikasi Centrifuge H-240.....	V-10
Tabel V.16	Spesifikasi Belt conveyer II J-242	V-11
Tabel V.17	Spesifikasi Elutriating brine tank F-243	V-11
Tabel V.18	Spesifikasi Centrifugal pump III L-244.....	V-12
Tabel V.19	Spesifikasi Water tank F-245.....	V-12
Tabel V.20	Spesifikasi Centrifugal pump IV L-246.....	V-13
Tabel V.21	Spesifikasi Impure brine tank H-247	V-13
Tabel V.22	Spesifikasi Centrifugal pump V L-248.....	V-14
Tabel V.23	Spesifikasi Mixing tank II M-249.....	V-14
Tabel V.24	Spesifikasi Bucket elevator II J-311	V-15

Tabel V.25	Spesifikasi Fluidized bed dryer H-310	V-15
Tabel V.26	Spesifikasi Cyclone H-312	V-16
Tabel V.27	Spesifikasi Induced draft fan L-313.....	V-17
Tabel V.28	Spesifikasi Wet scrubber D-314	V-17
Tabel V.29	Spesifikasi Air filter I H-315	V-17
Tabel V.30	Spesifikasi Blower I L-316.....	V-18
Tabel V.31	Spesifikasi Air heater E-317	V-18
Tabel V.32	Spesifikasi Air filter II H-318.....	V-19
Tabel V.33	Spesifikasi Blower II L-319.....	V-19
Tabel V.34	Spesifikasi Bucket elevator II J-321	V-19
Tabel V.35	Spesifikasi Screener H-322.....	V-20
Tabel V.36	Spesifikasi Screw conveyor I J-323.....	V-20
Tabel V.37	Spesifikasi Screw conveyor II J-324	V-21
Tabel V.38	Spesifikasi Dry mill C-320	V-21
Tabel V.39	Spesifikasi Screw conveyor III J-325	V-22
Tabel V.40	Spesifikasi Bucket elevator IV J-326.....	V-22
Tabel V.41	Spesifikasi Packing machine F-327	V-23
Tabel VI.1	Perincian jumlah karyawan	VI-8

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara maritim terbesar dunia dengan luas laut 70% dari total luas wilayah Indonesia dan memiliki garis terpanjang kedua di dunia yaitu sepanjang 95.181 km. Secara geografis, Indonesia kaya akan sumber daya mineral. Namun, kekayaan alam Indonesia yang melimpah tersebut belum dapat dimanfaatkan dan diolah secara optimal. Pengolahan kekayaan alam Indonesia sering sekali masih memanfaatkan metode konvensional sehingga Indonesia memerlukan pengembangan industri yang dapat memanfaatkan kekayaan alam Indonesia dengan teknologi yang efektif dan efisien. Hal ini dapat mengurangi pengeluaran devisa untuk mengimpor bahan-bahan kebutuhan penduduk Indonesia yang bahan dasar produk tersebut telah tersedia secara melimpah di Indonesia. Salah satu industri yang perlu dan sedang dikembangkan di Indonesia adalah industri garam.

Garam memiliki peran strategis yaitu sebagai bahan pokok bagi kebutuhan konsumsi dan juga merupakan bahan baku berbagai industri. Kebutuhan konsumsi antara lain digunakan untuk konsumsi rumah tangga, industri makanan, industri minyak goreng, industri pengasinan dan pengawetan ikan, sedangkan kebutuhan industri antara lain untuk industri perminyakan, tekstil dan penyamakan kulit, industri pakan ternak, industri chlor alkali (CAP), industri farmasi sebagai bahan-bahan medis dan obat-obatan, produk susu dan turunannya, dan juga dapat digunakan untuk mencegah terjadinya penyakit gondok dengan ditambahkan iodium serta aplikasi-aplikasi lainnya.

Garam dapat didefinisikan sebagai suatu kumpulan senyawa kimia yang berupa padatan berwarna putih berbentuk kristal dengan bagian utamanya adalah natrium klorida (NaCl) dengan zat-zat pengotor terdiri dari CaSO_4 , MgSO_4 , MgCl_2 dan lain-lain.

Garam mempunyai sifat/karakteristik higroskopis yang berarti mudah menyerap air, bulk density (tingkat kepadatan) 0,8–0,9 dan titik lebur pada tingkat suhu 801°C (Kaufmann, 1968).

Berdasarkan fungsinya, garam dibedakan menjadi dua, yaitu garam konsumsi dan garam industri. Menurut Permendag No. 58 tahun 2012, garam konsumsi adalah garam yang dipergunakan untuk konsumsi dengan kadar NaCl paling sedikit 94,7% dihitung dari basis kering sedangkan garam industri adalah garam yang dipergunakan sebagai bahan baku atau bahan penolong untuk kebutuhan industri dengan kadar NaCl paling sedikit 97% dihitung dari basis kering.

Garam dapat diperoleh dengan tiga cara, yaitu penguapan air laut dengan sinar matahari, penambangan batuan garam (*rock salt*), dan dari sumur air garam (*brine*). Garam hasil tambang berbeda-beda dalam komposisinya. Tergantung pada lokasi namun biasanya mengandung lebih dari 95% NaCl. Proses produksi garam di Indonesia pada umumnya dilakukan dengan metode penguapan air laut dengan bantuan sinar matahari. Garam yang dibuat dengan cara penguapan air laut, dari meja kristalisasi di ladang-ladang penggaraman, merupakan garam kasar (*crude salt*). Secara teoritis, garam yang berasal dari penguapan air laut mempunyai kadar NaCl 97% lebih (maksimum 97,78% *dry basis*), akan tetapi dalam praktek umumnya lebih rendah.

Jenis garam dapat dibagi dalam beberapa kategori, yaitu baik sekali, baik, dan sedang. Garam dikatakan baik sekali bila mengandung NaCl lebih dari 95%. Untuk garam baik, memiliki kadar NaCl berkisar 90-95% dan kategori sedang bila kadar NaCl berkisar 80-90%. Hal tersebut disebabkan kualitas air laut, cara pembuatan, dan hal lain yang mempengaruhi kristalisasi garam.

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 88%. Garam jenis ini disebut sebagai garam rakyat dan

memerlukan pengolahan lebih lanjut untuk dapat memenuhi standar sebagai garam konsumsi maupun garam industri.

Produksi garam merupakan salah satu isu nasional yang menjadi perhatian pemerintah saat ini. Indonesia sebagai sebuah negara kepulauan dengan panjang pesisir pantainya yang menurut Badan Informasi Geospasial (BIG) mencapai 95.168 km tentulah memiliki potensi yang tinggi untuk menghasilkan produksi garam dalam jumlah besar. Beberapa pulau yang terkenal dengan produksi garamnya antara lain Madura dan NTT. Namun, kenyataannya untuk mencukupi kebutuhan garam nasional, Indonesia masih harus melakukan impor garam terlebih garam industri. Indonesia masih harus mengimpor garam dari negara tetangga, Australia yang memiliki garis pantai (25.760 km) yang jauh lebih kecil daripada Indonesia. Hal tersebut dikarenakan setidaknya ada tiga penyebab Indonesia masih menjadi negara pengimpor garam, yaitu: (1) masa panen dan pengolahan garam yang relatif singkat dan sederhana, (2) petani garam masih menggunakan cara konvensional atau tidak menggunakan teknologi *refinery* untuk meningkatkan kualitas garam yang diproduksi, dan (3) sulitnya mencari lahan baru yang luas serta tidak terpisah-pisah dalam rangka mekanisasi biaya agar biaya produksi kecil.



(UN Comtrade, n.d.)

Gambar I.1 Impor dan ekspor garam industri Indonesia 2013-2018

Dari Gambar I.1, 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. Apalagi, 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. Adanya pabrik pengolahan garam rakyat menjadi garam industri mutlak diperlukan agar Indonesia dapat memaksimalkan potensinya dalam hal produksi komoditi garam.

Pendirian pabrik garam industri di Indonesia dengan kapasitas yang cukup besar perlu, untuk mengurangi tingkat impor garam industri di Indonesia yang masih cukup tinggi dan kebutuhan garam industri terus meningkat setiap tahunnya. Sehingga dari permasalahan tersebut kami memilih judul:

“Garam Industri dari Garam Rakyat dengan Metode Pencucian”.

Produk garam industri dapat digunakan sebagai bahan baku dari beberapa industri seperti berikut:

- a. Industri *chloro-alkali plant* (CAP)
- b. Industri kertas
- c. Industri kaca
- d. Industri tekstil
- e. Industri pewarna

Produk garam industri merupakan produk yang sangat dibutuhkan bagi beberapa pelaku industri dalam negeri, baik sebagai bahan baku maupun sebagai bahan tambahan. Sebagai contoh, di dalam industri klor-alkali, garam digunakan sebagai

bahan dasar dalam pembuatan gas klorin, soda kaustik, dan berbagai produk lainnya. Selain itu, garam juga digunakan di industri pengolahan logam sebagai pemurni alumunium, di industri sabun sebagai pemisah gliserol dari air, di industri karet sebagai pemisah karet dari getahnya, dan industri-industri lain seperti industri tekstil, minyak, keramik, farmasi, kertas, dan sebagainya. Data kebutuhan garam industri pada Gambar 1.1 yang selalu naik setiap tahunnya serta data impor yang cukup besar mencapai 2,8 juta ton pada 2018. Impor garam tersebut belum juga mampu memenuhi kebutuhan garam industri 2018 yang mencapai 3,9 juta ton. Hal ini menunjukkan bahwa garam industri merupakan komoditi yang menarik untuk diproduksi. Hal tersebut menjadi suatu peluang untuk memproduksi garam industri dalam negeri. Oleh karena itu, peluang untuk memasuki pasar garam industri masih terbuka lebar. Garam industri yang akan diproduksi ini diharapkan memiliki kualitas yang sama seperti garam impor, sehingga dapat bersaing dalam pasar garam. Garam industri hasil impor biasanya memiliki kadar NaCl yang sangat tinggi mencapai sekitar 99%. Tabel I.1 memberikan detail komposisi garam industri yang diproduksi India dan diekspor ke negara-negara lain termasuk Indonesia.

Tabel I.1 Perbandingan standar garam industri Indonesia dan India

Parameter	% Massa (adbk)			
	Indonesia SNI 06-0303-1989	Indonesia SII	India IS:797-1982 Grade 1	India IS:797-1982 Grade 2
NaCl	min. 98,50	min. 98,50	min. 99,50	min. 98,50
Ca	maks. 0,10	maks. 0,10	maks. 0,03	maks. 0,20
Mg	maks. 0,06	maks. 0,06	maks. 0,01	maks. 0,10
SO ₄	maks. 0,20	maks. 0,20	maks. 0,20	maks. 0,60

BAB II BASIS DESAIN DATA

II.1 Kapasitas

Garam merupakan benda kristal berbentuk padatan berwarna putih dengan komponen utama penyusun adalah natrium klorida (NaCl) dan senyawa lain, seperti: magnesium sulfat (MgSO₄), kalsium sulfat (CaSO₄), magnesium klorida (MgCl₂), kalsium klorida (CaCl₂) dan lain-lain. Garam mempunyai sifat karakteristik higroskopis yang berarti mudah menyerap air, mempunyai titik lebur yang tinggi, mempunyai pH netral, dan dapat menghantar listrik (Kaufmann, 1968). Garam dapat diperoleh dengan tiga cara, yaitu: penguapan air laut dengan sinar matahari, penambangan batuan garam (*rock slab*), dan air sumur garam (*brine*). Garam hasil tambang berbeda-beda dalam komposisinya tergantung lokasi, tetapi biasanya mengandung lebih dari 95% NaCl. Spesifikasi garam konsumsi ditampilkan pada Tabel II.1 dan garam industri pada Tabel II.2.

Tabel II.1 Spesifikasi garam konsumsi beryodium dalam SNI
3556:2010

No	Karakteristik	Ukuran	Nilai
1	NaCl adbk	% b/b	min. 94,0
2	Air	% b/b	maks. 7,0
3	Impurities tidak larut air adbk	% b/b	maks. 0,5
4	Yodium adbk	mg/kg	min. 30,0
5	Cemaran kadmium	mg/kg	maks. 0,5
6	Cemaran timbal	mg/kg	maks. 10,0
7	Cemaran raksa	mg/kg	maks. 0,1
8	Cemaran arsen	mg/kg	maks. 0,1

Tabel II.2 Spesifikasi garam industri dalam SNI 0303:1989 dan SII

No	Karakteristik	% Massa (adbk)	
		SNI	SII
1	NaCl	min. 98,50	min. 98,50
2	Ca	maks. 0,10	maks. 0,10
3	Mg	maks. 0,06	maks. 0,06
4	SO ₄	maks. 0,20	maks. 0,20
5	H ₂ O	maks. 3,00	maks. 4,00

Tabel II.3 Data konsumsi, produksi, impor, dan ekspor garam tahun 2012-2016

Uraian	Jumlah (ton)				
	2012	2013	2014	2015	2016
Konsumsi garam industri	1.803.750	2.027.500	2.251.225	2.447.189	2.587.553
Produksi garam	2.071.601	1.087.715	2.190.000	2.840.000	138.645
Impor garam	2.314.844	2.020.933	2.267.095	1.861.850	2.036.556
Ekspor garam	-	-	-	-	-

Tabel II.4 Tren pertumbuhan konsumsi, produksi, impor, dan ekspor garam 2012-2016

Tahun	Tren pertumbuhan (%)			
	Produksi	Konsumsi	Impor	Ekspor
2012-2013	-47,49	12,40	-12,70	-
2013-2014	101,34	11,03	12,18	-
2014-2015	29,68	8,70	-17,88	-
2015-2016	-95,12	5,74	9,38	-
Jumlah	-11,59	37,88	-9,01	-
Rata-rata	-2,90	9,47	-2,25	-

Tabel II.3 menunjukkan jumlah konsumsi, produksi, impor, dan ekspor garam Indonesia. Tren pertumbuhan secara umum ditunjukkan pada Tabel II.4. Secara rata-rata, produksi mengalami perubahan -2,90%, konsumsi 9,47%, impor -2,25%, dan ekspor 0%. Perancangan pra desain pabrik garam industri pada tahun 2023 menggunakan basis data dari tahun 2012-2016. Perkiraan nilai pada tahun 2023 dihitung menggunakan persamaan:

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

dimana:

F = nilai pada tahun prediksi

P = nilai pada tahun awal

n = selisih antara tahun awal dan tahun prediksi

i = pertumbuhan rata-rata

Dengan menggunakan persamaan tersebut dan data pada Tabel II.3 didapatkan nilai produksi, konsumsi, ekspor, dan impor pada tahun 2023 pada Tabel II.5.

Tabel II.5 Proyeksi konsumsi, produksi, impor, dan ekspor garam pada 2023

No.	Uraian	Nilai (ton)
1.	Konsumsi	4.874.759
2.	Produksi	112.849
3.	Impor	1.736.413
4.	Ekspor	-

Perhitungan kebutuhan garam dilakukan sebagai berikut

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan garam} &= [\text{F(konsumsi)} + \text{F(ekspor)}] - [\text{F(produksi)} + \\ &\quad \text{F(impor)}] \\ &= [4.874.759 + 0] - [112.849 + 1.736.413] \\ &= 3.025.497 \text{ ton}\end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan, kebutuhan garam industri pada tahun 2023 senilai 3.025.497 ton. Karena selama ini hampir seluruh kebutuhan garam industri dipenuhi melalui impor, diputuskan kapasitas produksi sebesar 40.000 ton atau memenuhi sekitar 1% dari kebutuhan.

II.2 Lokasi

Pemilihan lokasi terutama menitikberatkan akses kemudahan mendapatkan bahan baku serta letak pasar. Selain itu, diperhitungkan pula faktor infrastruktur transportasi, tenaga kerja,



Gambar II.1 Peta Kabupaten Bangkalan

utilitas, dan faktor lainnya. Lokasi yang dipilih adalah Kabupaten Bangkalan.

Kabupaten Bangkalan merupakan bagian dari Provinsi Jawa Timur yang berada di ujung barat Pulau Madura. Secara umum, Kabupaten Bangkalan memiliki kondisi geografis:

Ketinggian : 2 – 100 mdpl

Lokasi : $6^{\circ} 51'$ – $7^{\circ} 11'$ Lintang Selatan dan $112^{\circ} 40'$ – $113^{\circ} 08'$

Luas wilayah : 1.260,14 km²

Kelembapan : 60 – 81%

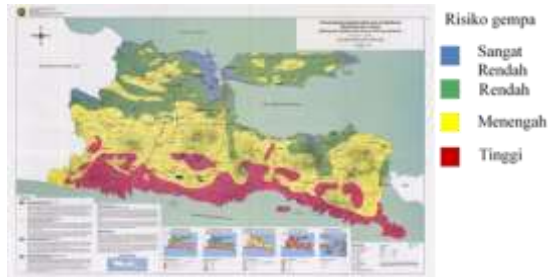
Suhu : 25-25 °C

(BPS Bangkalan, 2018)



Gambar II.2 Peta zona kerentanan gerakan tanah Kabupaten Bangkalan

(PVMBG, 2013)



Gambar II.3 Peta zona rawan gempa Provinsi Jawa Timur

(PVMBG, 2010)

Berdasarkan Gambar II.2, hampir sebagian besar Kabupaten Bangkalan memiliki tingkat gerakan tanah yang rendah. Gambar II.3 juga menunjukkan bahwa dibandingkan dengan kabupaten/kota lain di Jawa Timur, Kabupaten Bangkalan memiliki risiko gempa yang rendah.

II.2.1 Faktor Utama dalam Pemilihan Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi ini didasarkan oleh faktor-faktor sebagai berikut.

1. Ketersediaan bahan baku

Tabel II.6 menunjukkan luas lahan, jumlah produksi, serta produktivitas lahan berdasarkan kabupaten/kota di Indonesia. Lima kabupaten/kota penghasil garam terbesar dari jumlah produksi adalah Sumenep (10.161 ton), Pamekasan (9.830 ton), Bangkalan (8.110 ton), Bima (7.184 ton), dan Sampang (7.123 ton). Dari kelima kabupaten/kota tersebut, Bangkalan memiliki produktivitas lahan terbesar, yaitu 38,52 ton/hektar, lebih dari dua kali lipat produktivitas lahan kabupaten/kota penghasil

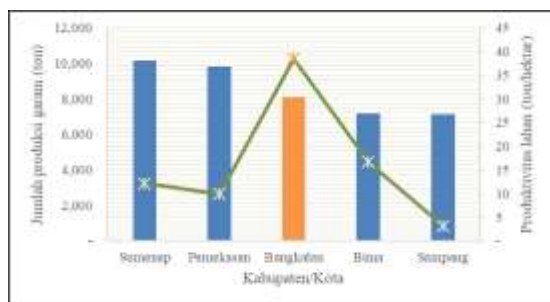
terbesar lain, sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar II.2. Alasan tersebut menjadi pertimbangan kuat mendirikan pabrik garam di Bangkalan.

Tabel II.6 Luas lahan, produksi, dan produktivitas garam kota/kabupaten tahun 2016

No.	Kabupaten/Kota	Luas lahan garam (ha)	Jumlah produksi garam (ton)	Produktivitas lahan (ton/hektar)
1	Bangkalan	210,55	8.110,35	38,52
2	Bima	431,65	7.184,32	16,64
3	Brebes	395,52	135,92	0,34
4	Buleleng	23,04	204,69	8,88
5	Cirebon	1.057,70	591,73	0,56
6	Demak	1.101,16	4.691,15	4,26
7	Ende	7,05	32,10	4,55
8	Gresik	32,15	195,70	6,09
9	Indramayu	1.627,06	6.259,45	3,85
10	Jeneponto	187,73	3.154,13	16,80
11	Jepara	446,67	4.414,58	9,88
12	Kepulauan Selayar	3,09	5,00	1,62
13	Kota Bima	5,88	2,20	0,37
14	Kota Palu	50,22	3.586,14	71,41
15	Kota Pasuruan	127,38	1.499,89	11,77
16	Kota Surabaya	178,65	2.269,00	12,70
17	Kupang	40,48	1.705,10	42,12
18	Lamongan	187,54	2.957,20	15,77
19	Lembata	32,55	174,60	5,36
20	Lombok Barat	15,05	1.402,11	93,16
21	Lombok Tengah	8,15	400,63	49,16
22	Lombok Timur	49,05	997,90	20,34

No.	Kabupaten/Kota	Luas lahan garam (ha)	Jumlah produksi garam (ton)	Produktivitas lahan (ton/hektar)
23	Manggarai	2,38	108,00	45,38
24	Nagekeo	11,32	63,13	5,58
25	Pamekasan	989,00	9.830,06	9,94
26	Pangkajene dan Kepulauan	202,84	418,58	2,06
27	Pasuruan	153,75	869,50	5,66
28	Pati	575,93	6.252,90	10,86
29	Pohuwato	6,95	176,54	25,40
30	Probolinggo	309,30	5.040,62	16,30
31	Rembang	267,31	1.726,00	6,46
32	Sabu Raijua	39,10	5.271,00	134,81
33	Sampang	2.205,64	7.123,51	3,23
34	Sidoarjo	107,40	576,62	5,37
35	Sumba Timur	86,10	325,25	3,78
36	Sumbawa	54,70	513,38	9,39
37	Sumenep	832,29	10.161,91	12,21
38	Takalar	105,91	209,23	1,98
39	Tuban	196,52	3.257,50	16,58

(Ditjen PRL, 2016)



Gambar II.4 Produksi dan produktivitas garam lima kabupaten/kota penghasil terbesar

2. Pemasaran

Lokasi pabrik yang dekat dengan lokasi pasar akan memudahkan pengiriman hasil produksi dan memangkas ongkos transportasi pengiriman. Di Jawa Timur, industri yang menggunakan garam industri adalah industri kertas, industri kulit, dan industri aneka pangan dengan kebutuhan garam dengan minimum NaCl senilai berturut-turut 96%, 85%, dan 97%. Pabrik-pabrik target pasar garam industri dicantumkan dalam Tabel II.7. Konsumsi garam industri paling besar adalah oleh sektor industri kertas.

Tabel II.7 Pabrik target pasar garam industri hasil pabrik

Industri	Perusahaan	Kapasitas (per tahun)	Lokasi
Kertas	PT. Suparma Tbk.	230.000 ton	Surabaya, Jawa Timur
	PT. Pakerin	700.000 ton	Mojokerto, Jawa Timur
	PT. Pabrik Kertas Tjiwi Kimia Tbk.	2.239.614 ton	Mojokerto, Jawa Timur
Kulit	PT. Ecco Indonesia	6.000.000 pcs	Sidoarjo, Jawa Timur

(Salim & Munadi, 2016)

II.2.2 Faktor Pendukung dalam Pemilihan Lokasi Pabrik

Faktor pendukung yang menjadi penguat pemilihan Bangkalan sebagai lokasi adalah sebagai berikut.

1. Infrastruktur transportasi

Daerah Bangkalan memiliki akses transportasi yang memadai. Akses transportasi darat dapat

- melalui Jembatan Suramadu, sedangkan akses transportasi laut melalui Pelabuhan Kamal. Akses masuk bahan baku garam rakyat dari kabupaten-kabupaten lain di Pulau Madura juga sudah diperlancar dengan adanya jalan lintas kabupaten.
2. Sumber daya manusia
Ketersediaan tenaga kerja merupakan salah satu faktor penting dalam pendirian suatu pabrik. Kabupaten Bangkalan sendiri telah memiliki beberapa Perguruan Tinggi seperti Universitas Trunojoyo Madura dan juga dekat dengan Kota Surabaya yang memiliki banyak perguruan tinggi seperti Institut Teknologi Sepuluh Nopember dan Universitas Airlangga. Tenaga kerja sebagian besar akan diambil dari penduduk sekitar. Hal ini juga akan mengakibatkan kenaikan taraf hidup penduduk sekitar lokasi pabrik
 3. Utilitas
Utilitas meliputi penyediaan air, bahan bakar, dan listrik. Kebutuhan listrik dapat dipenuhi dari Perusahaan Listrik Negara (PLN) sedangkan bahan bakar dapat melalui kontrak kerja sama dengan PT. Pertamina atau bisa juga dengan perusahaan PT. Media Energi yang terletak di Kota Gresik. Kebutuhan akan air dapat dipenuhi dari air laut maupun air sungai.
 4. Harga tanah dan gedung
Daerah Pulau Madura khususnya Bangkalan memiliki harga tanah dan bangunan yang masih dapat dijangkau.
 5. Kemungkinan perluasan pabrik
Bangkalan merupakan daerah yang belum padat penduduk, daerahnya masih terdapat lahan kosong, sehingga masih banyak terdapat lahan

yang dapat dimanfaatkan untuk perluasan area pabrik.

II.3 Kualitas Bahan Baku dan Produk

Bahan baku pabrik pengolahan garam industri ini adalah garam hasil produksi petani garam atau yang biasa disebut garam rakyat. Dengan memanfaatkan panas matahari, pembuatan garam dilakukan dengan mengalirkan air laut ke dalam 5 buah petak peminihan (*evaporating pond*) di mana proses evaporasi air laut terjadi dengan rincian sebagai berikut.

1. Air laut dari kolam penampungan setelah kadar garam mencapai 5 °Be disalurkan ke kolam peminihan 1
2. Larutan garam di kolam peminihan 1 didiamkan selama 3-4 hari hingga kadar garamnya mencapai 7 °Be, kemudian dipindahkan ke kolam peminihan 2
3. Larutan garam di kolam peminihan 2 didiamkan selama 2 hari hingga kadar garamnya 10 °Be kemudian dipindahkan ke kolam peminihan 3
4. Larutan garam di kolam peminihan 3 didiamkan selama 2 hari hingga kadar garam mencapai 12 °Be kemudian dipindahkan ke kolam peminihan 4
5. Setelah kadar garam mencapai 17 °Be, larutan garam dialirkan ke kolam peminihan 5
6. Di kolam peminihan 5, larutan garam didiamkan selama 1 hari sehingga mencapai kadar 23-25 °Be kemudian dikumpulkan di meja garam untuk proses kristalisasi.

Lahan penggaraman umumnya terletak tidak jauh dari garis pantai untuk mempermudah suplai air laut. Syarat lokasi yaitu:

- Memiliki laju evaporasi yang tinggi,
- Kecepatan dan arah angin lebih dari 5 m/detik,
- Suhu udara lebih dari 32°C,
- Penyinaran matahari mencapai 100%,
- Tanah landau atau memiliki kemiringan kecil, dan
- Permeabilitas rendah

(Purbani, 2011)

II.3.1 Potensi Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan pada pabrik ini adalah *crude salt*, 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. Secara nasional, lahan produksi garam di Indonesia sebesar 32.343 ha dengan lahan produktif 25.830 ha.

Di daerah sekitar rencana pembangunan pabrik, berdasarkan data Ditjen PRL (2016), jumlah produksi garam di Bangkalan adalah senilai 8.110,35 ton/tahun dengan luas lahan garam 210,55 ha dan produktivitas lahan 38,52 ton/ha. Dari kabupaten-kabupaten di Pulau Madura (Bangkalan, Sampang, Pamekasan, dan Sumenep), jumlah produksi garam senilai 35.225,83 ton/tahun dengan luas lahan garam gabungan 4.237,48 ha.

II.3.2 Spesifikasi Bahan Baku

Bahan baku utama yang digunakan adalah *crude salt*. *Crude salt* yang dimaksud merupakan garam yang diperoleh dari air laut atau biasa disebut dengan garam surya yang dibuat dengan cara konvensional (garam rakyat). Garam bahan baku berdasarkan SNI 4435:2017 tentang garam bahan baku untuk garam konsumsi beriodium dibagi menjadi tiga kelas sebagaimana dalam Tabel II.8. Untuk komposisi rinci, Tabel II.9 menunjukkan analisis komposisi garam Peg. Sumenep II Vak V A dari PT Garam.

Berdasarkan klasifikasi SNI 4435:2017, garam ini merupakan garam kualitas K3 (kandungan NaCl min.

85%). Data kelarutan diambil dari Perry (1997) dan merupakan kelarutan senyawa dalam air pada suhu 30°C.

Tabel II.8 Jenis garam bahan baku berdasarkan SNI 4435:2017

No.	Parameter	Persyaratan (% b/b)		
		Kualitas K1	Kualitas K2	Kualitas K3
1	NaCl adbk	Min. 94,00	Min. 90,00	Min. 85,00
	NaCl adbb	Min. 87,00	Min. 83,00	Min. 78,00
2	Kadar air	Maks. 7,00	Maks. 7,00	Maks. 7,00
3	<i>Impurities</i> adbk	Maks. 0,50	Maks. 0,75	Maks. 1,00

(BSN, 2017)

Tabel II.9 Analisis komposisi garam Peg. Sumenep II Vak V A dari PT. Garam

No.	Komponen	Ukuran	Kandungan
1	NaCl	% massa (adbk)	87,74
2	Ca ²⁺	% massa (adbk)	0,14
3	Mg ²⁺	% massa (adbk)	0,62
4	SO ₄ ²⁻	% massa (adbk)	0,85
5	Insolubles	% massa (adbk)	0,63
6	H ₂ O	% massa	10,55

(PT. Garam, n.d.)

Tabel II.10 Komposisi dan kelarutan garam bahan baku

No.	Komponen	Persen Massa	Kelarutan (kg/kg air)
1	NaCl	78,49%	0,3609
2	CaSO ₄	0,02%	0,0021
3	CaCl ₂	1,12%	0,9654
4	MgSO ₄	3,18%	0,3928
5	MgCl ₂	4,76%	0,5674
6	Insoluble	1,89%	-

No.	Komponen	Persen Massa	Kelarutan (kg/kg air)
7	H ₂ O	10,55%	-
Total		100,00%	

(PT. Garam, n.d.; Perry, 1997)

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
 - Specific Gravity: 2,163
 - Melting Point : 800,4°C
 - Boiling Point : 1.413°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
 - Berat molekul : 48,7 g/mol
 - Derajat Baume : 20,7 Be°
 - Titik beku : 1,33°C

- Titik didih : 108,88°C
 - Specific Gravity: 1.165 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 : 39,99 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 : 105,97 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 acetone dan alkohol
5. Barium Klorida
- a. Rumus Molekul : BaCl₂

b. Sifat Fisik

- Berat molekul : 208,24 g/mol
- Densitas : 3.856 kg/m³
- Titik lebur : 962 °C
- Titik Didih : 1.560 °C
- Specific Gravity: 2,96
- Warna : putih

c. Sifat Kimia

- Larut dalam asam dan metanol
(Kirk, R.E and Othmer D.F : "Encyclopedia of Chemical Technology")

II.3.3 Kualitas Produk

Karakter utama yang dimiliki oleh garam industri ditentukan oleh beberapa parameter seperti di Tabel II.11.

Tabel II.11 Standar garam industri menurut SNI 06-0303-1989

No	Karakteristik	% Massa (adbk)
1	NaCl	min. 98,50
2	Ca	maks. 0,10
3	Mg	maks. 0,06
4	SO ₄	maks. 0,20

(BSN, 1989)

Produk garam industri ini memiliki prospek yang cukup bagus. Garam industri yang akan diproduksi ini diharapkan memiliki kualitas yang sama seperti garam impor, sehingga dapat bersaing dalam pasar garam.

Hingga saat ini, industri Sodium Chloride (NaCl) yang ada di Indonesia memiliki perkembangan yang stabil.

Hal tersebut dapat terlihat jelas dari berkembangnya industri-industri makanan siap saji, pengawetan makanan dan minuman serta farmasi terus berkembang di Indonesia. Dengan berbagai peluang yang sangat besar tersebut, maka dapat disimpulkan jika pendirian pabrik pemurnian garam di Indonesia akan memiliki peluang investasi yang menguntungkan. Garam industri digunakan untuk:

- **Industri Kimia**

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

- **Industri Aneka Pangan**

Garam yang beryodium maupun tidak beryodium digunakan sebagai bahan baku penolong pada industri aneka pangan untuk memproduksi makanan maupun minuman. Spesifikasi garam industri aneka pangan adalah garam yang beryodium maupun tidak beryodium dengan standar *food grade* dan telah diolah dengan tingkat kehalusan tertentu dengan kadar NaCl min 97%, Magnesium (Mg) maks. 0,06%, kadar air (b/b) maks. 0,5%, bagian yang tidak larut dalam air maks. 0,5% dan cemaran logam Kadmium (cd) maks. 0.5 mg/kg, Timbal (Pb) maks. 10 mg/kg, Raksa (Hg) maks. 0.1 mg/kg dan arsen (as) maks 0,1 mg/kg. Untuk yang beryodium min 30 mg/kg (adbk).

- **Garam Industri 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

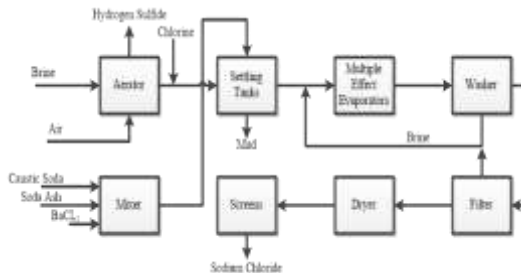
III.1 Tipe-tipe Proses Pembuatan dan Pemurnian Garam

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 evaporator*)
2. Proses *open pan* (*the Grainer process*)
3. Proses penambangan garam (*rock salt mining*)
4. Proses penguapan air laut (*solar evaporation*)
5. Pencucian dengan *brine*

III.1.1 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*.

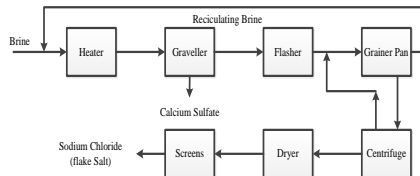


Gambar III.1 Diagram proses *vacuum pan* (*multiple effect evaporator*)

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 diumpungkan 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 dipekatkan dengan evaporator multi efek (*multiple effect evaporator*). Larutan garam pekat kemudian dicuci dengan *brine* untuk memurnikan garam. Larutan garam kemudian difiltrasi pada filter untuk proses pemisahan garam dan larutan *brine*. Garam yang terpisah kemudian ditambahkan kalium yodat untuk penambahan kandungan yodium pada garam. Garam yang telah dimurnikan kemudian dikeringkan pada *dryer* dan kemudian disaring untuk mendapatkan ukuran yang seragam. Garam (*sodium chloride*) kemudian siap dikemas dan dipasarkan.

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

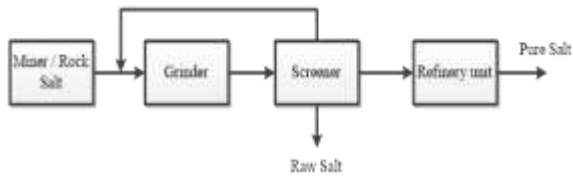


Gambar III.2 Diagram proses *open pan (the Grainer process)*

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 dijenuhkan dengan cara memanaskan pada *heater* pada suhu 230°F (110°C). Larutan *brine* panas kemudian diumpankan 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 diumpankan ke *open pan* yang berfungsi untuk menguapkan air dengan suhu operasi 205°F (96°C) sehingga dihasilkan kristal garam yang kemudian dipisahkan dari *mother liquor* pada *centrifuge*. *Mother liquor* kemudian *direcycle* kembali pada *open pan*, 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*)

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.



Gambar III.3 Diagram proses penambangan garam (*rock salt mining*)

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 III.4 Diagram proses penguapan air laut (*solar evaporation*)

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

- a. Pengeringan lahan
Tahapan pengeringan lahan untuk pembuatan garam secara *solar evaporation* meliputi pengeringan lahan peminihan dan pengeringan 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

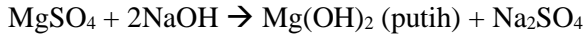
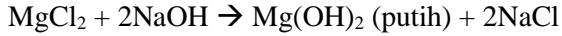
Umur kristal garam 10 hari secara rutin (tergantung pada intensitas cahaya matahari). Pengaisan garam dilakukan secara hati-hati dengan ketebalan air meja garam yang cukup (3-5 cm). Pengangkutan garam dari meja ke timbangan membentuk profil (ditiriskan), kemudian diangkat ke gudang dan siap untuk dipasarkan.

III.1.5 Pencucian dengan *Brine*

Proses pencucian garam yang baik pada dasarnya mampu meningkatkan kualitas garam, bukan hanya sekedar membersihkan garam dari kotoran lumpur atau tahan, tetapi juga mampu menghilangkan zat-zat pengotor (*impurities*) seperti senyawa-senyawa Mg, Ca dan kandungan zat pereduksi lainnya. Proses pengolahan garam pada industri kecil dan menengah umumnya menggunakan proses pencucian. Kemurnian garam yang didapat dengan metode ini lebih dari 94,7%.

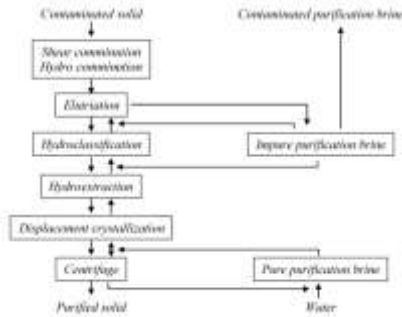
Pencucian garam dilakukan dengan menggunakan larutan garam jenuh (*brine*) yang digunakan berulang kali. Tujuannya adalah menghilangkan kotoran dari permukaan garam seperti Mg, Ca, SO_4 dan kotoran-kotoran lainnya. Untuk mengurangi *impurities* dalam garam, dapat dilakukan dengan kombinasi dari proses pencucian dan pelarutan cepat pada saat pembuatan garam. Sedangkan untuk penghilangan *impurities* dari produk garam, dapat dilakukan dengan proses kimia, yaitu dengan

mereaksikannya dengan Na_2CO_3 dan NaOH sehingga terbentuk endapan CaCO_3 dan $\text{Mg}(\text{OH})_2$. Reaksi kimia yang terjadi adalah sebagai berikut:



Penambahan bahan kimia koagulan cukup mahal sehingga biaya tetap perlu diperhitungkan. Wirth et al. (1998) merancang proses yang dinamakan proses Salex. Prinsip proses ini adalah pemurnian *countercurrent*. Alat yang digunakan bernama *hydroextractor*, yaitu bejana konis dimana garam dimasukkan dari atas ke bawah dan aliran *brine* dimasukkan secara berlawanan arah masuknya garam. Aliran *brine* akan melarutkan *impurities* dari kristal garam. Garam yang telah dimurnikan dimasukkan ke *centrifuge* di mana *brine* dipisahkan dari garam. Proses ini dapat dibagi menjadi empat tahap:

1. *Elutriasi*
Impure brine dialirkan *countercurrent* untuk menghilangkan pengotor tidak larut air
2. *Hydroclassification*
Brine murni dialirkan untuk menghilangkan CaSO_4 dan pengotor tidak larut air lainnya
3. *Hydroextraction*
Brine murni melarutkan pengotor larut air
4. *Displacement crystallization*
Saat padatan mengalir turun dan memindahkan liquid ke atas, terjadi kristalisasi partikel
Prinsip proses digambarkan oleh Gambar III.5.



Gambar III.5 Prinsip proses pencucian Salex dari Wirth et al. (1998)

III.2 Pemilihan Proses

Berdasarkan uraian proses yang telah dijelaskan, maka dapat disimpulkan perbandingan dari masing-masing proses seperti pada Tabel III.1.

Tabel III.1 Perbandingan proses pemurnian garam

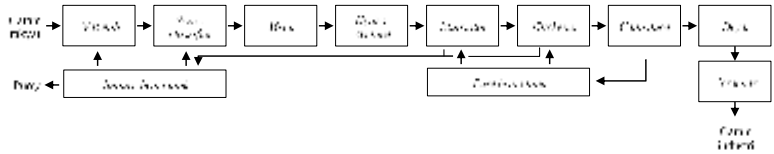
Parameter	Macam Proses				
	<i>Vacuum Pan</i>	<i>Open Pan</i>	<i>Rock Salt Mining</i>	<i>Solar Evaporation</i>	Pencucian dengan <i>Brine</i>
Bahan Baku Utama	Garam rakyat/ brine	Garam rakyat/ brine	Batuan Garam	Air laut/ brine	Garam rakyat
Bahan Baku Pembantu	Soda ash, caustic soda, air	Air	-	Air, Na ₂ CO ₃ , NaOH	<i>Air/brine</i>
<i>Yield</i> Produk	99-99,8%	98,5-99,4 %	98,5-99,4 %	> 90 %	> 94,7 %

Parameter	Macam Proses				
	<i>Vacuum Pan</i>	<i>Open Pan</i>	<i>Rock Salt Mining</i>	<i>Solar Evaporation</i>	Pencucian dengan <i>Brine</i>
Peralatan	Mahal	Mahal	Mahal	Murah	Murah
Utilitas	Mahal	Mahal	Ekonomis	Ekonomis	Ekonomis
Instrumen tasi	Mahal	Mahal	Sederhana	Sederhana	Sederhana

Dari uraian di atas terlihat bahwa dengan proses pencucian dengan *brine* lebih menguntungkan dibandingkan dengan proses *vacuum pan*. Keuntungan dari proses pencucian dengan *brine* adalah menggunakan bahan pembantu yang lebih sedikit (tanpa bahan tambahan). Kemurnian produk yang dihasilkan juga telah memenuhi standar SNI 01-3556-2000 yaitu minimal 98,5%. Sehingga produk yang dihasilkan memenuhi standar pasar. Selain itu instrumentasi dan utilitas yang digunakan juga lebih murah, ekonomis dan sederhana jika dibandingkan dengan proses *vacuum pan*. Kekurangan dari proses pencucian dengan *brine* adalah masih terdapat kandungan *impurities* dalam garam hasil produksi walaupun dalam jumlah yang kecil. Tetapi secara keseluruhan, produk yang dihasilkan masih tetap dapat memenuhi standar SNI 01-3556-2000.

III.3 Uraian Proses

Proses yang dipilih memiliki uraian sebagaimana ditampilkan pada Gambar III.6.



Gambar III.6 Diagram blok proses

III.3.1 Tahap Perlakuan Awal

Garam rakyat disimpan di Gudang Bahan Baku (F-111) sebelum dimasukkan ke Feed Hopper (F-112) dan dipindahkan menggunakan Belt Conveyor I (J-113) ke Bucket Elevator I (J-114). Garam diangkat ke Wet Mill (C-110) dan mengalami penggilingan hingga ukuran 50-100 mesh.

III.3.2 Tahap Pencucian dan Pemisahan

Garam dimasukkan ke Screw Classifier (J-210) dengan kandungan pada inlet NaCl 84% dan Mg 2,5% dan pada outlet NaCl 92% dan Mg 2%. Pencucian dilanjutkan di Mixing Tank (M-220) untuk menjadikan kadar NaCl menjadi 94% dan Mg menjadi 1,5%. Centrifugal Pump I (L-221) akan memompa campuran garam-*brine* ke Hydrocyclone (H-231) untuk memisahkan pengotor tidak larut air. Di Elutriator (H-230), garam akan meningkatkan kandungan NaCl menjadi 95% dan menurunkan Mg menjadi 1%. Centrifugal Pump II (L-232) akan memompa campuran garam-*brine* ke Thickener (F-241) untuk memisahkan garam dengan air berlebih. Centrifuge (H-240) memisahkan air hingga kandungan air garam < 4%. Garam akan dibawa oleh Belt Conveyor II (J-242) ke area 3. *Brine* akan masuk ke Elutriating Brine Tank (F-243). Centrifugal Pump III akan memompa *brine* ke Elutriator dan Thickener.

Sebagian garam dan *brine* yang keluar dari Screw Classifier, Elutriator, dan Thickener masuk ke Impure

Brine Tank (H-247). *Brine* akan dialirkan ke Wet Mill dan Screw Classifier melalui Centrifugal Pump V (L-248). Water Tank (F-245) juga menyediakan air untuk dipompa dengan Centrifugal Pump IV (L-246) menuju Impure Brine Tank dan Elutriating Brine Tank.

III.3.3 Tahap Pengeringan dan Pengemasan Produk

Bucket Elevator II (J-311) membawa garam ke Fluidized Bed Dryer (B-310) sehingga kandungan air menjadi $< 0,25\%$ dan $\text{NaCl} > 99\%$. Bucket Elevator III (J-321) membawa garam ke Screener (H-322). Padatan kasar $> 0,5\text{ mm}$ dibawa ke Screw Conveyor I (J-323) ke Screw Conveyor II (J-324) untuk diproses oleh Dry Mill (C-320). Padatan halus $0,2\text{ mm}$ dibawa oleh Screw Conveyor III (J-325) ke Bucket Elevator IV (J-326) untuk dikemas dengan Packing Machine (F-327).

Udara disuplai dan difilter menggunakan Air Filter I (H-315) dan Air Filter II (H-318) dan melalui Blower I (L-316) dan Blower II (L-319). Udara dari Blower I dipanaskan oleh Air Heater (E-317). Udara yang telah melewati *dryer* akan melewati Cyclone (H-312) di mana garam yang terangkut dibawa kembali ke *screener* dan udara yang lolos dibawa ke Induced Draft Fan (L-313). Udara dibersihkan oleh Wet Scrubber (D-314).

BAB IV
NERACA MASSA DAN ENERGI

IV.1 Neraca Massa

Kapasitas produksi = 40.000 ton/tahun = 5.051 kg/jam
 Bahan baku = 6.645 kg/jam
 1 tahun = 330 hari
 Waktu operasi = 24 jam/hari

Tabel IV.1 Komposisi garam krosok bahan baku

No	Komponen	% massa (adbk)	% massa (adbb)
1	NaCl	87,75%	78,49%
2	CaSO ₄	0,02%	0,02%
3	CaCl ₂	1,25%	1,12%
4	MgSO ₄	3,55%	3,18%
5	MgCl ₂	5,32%	4,76%
6	Insoluble	2,11%	1,89%
7	H ₂ O		10,55%
Total		100,00%	100,00%

Tabel IV.2 Komposisi garam industri

No	Komponen	% massa (adbk)	% massa (adbb)
1	NaCl	99,64%	99,39%
2	CaSO ₄	0,001%	0,001%
3	CaCl ₂	0,04%	0,04%
4	MgSO ₄	0,10%	0,10%
5	MgCl ₂	0,16%	0,16%
6	Insoluble	0,06%	0,06%
7	H ₂ O		0,25%
Total		100,00%	0,00%

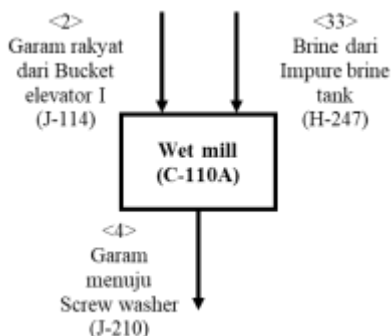
Persamaan umum neraca massa

Akumulasi = Input – Output + Generasi – Konsumsi

(Himmelblau & Riggs, 2004)

1. Wet mill (C-110A)

Fungsi: Mengecilkan ukuran garam rakyat sebelum dilakukan proses pencucian



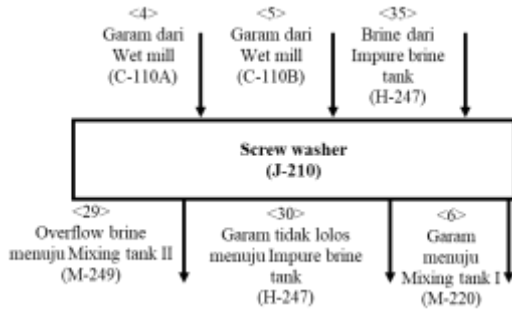
Tabel IV.3 Neraca massa Wet mill C-110A

Aliran masuk			Aliran keluar		
Komponen	Fraksi massa	Massa (kg)	Komponen	Fraksi massa	Massa (kg)
Aliran <2> garam rakyat			Aliran <4> padatan garam		
NaCl	0,7849	2.608,05	NaCl	0,7849	2.608,05
CaSO ₄	0,0002	0,58	CaSO ₄	0,0002	0,58
CaCl ₂	0,0112	37,16	CaCl ₂	0,0112	37,16
MgSO ₄	0,0318	105,50	MgSO ₄	0,0318	105,50
MgCl ₂	0,0476	158,25	MgCl ₂	0,0476	158,25
Insoluble	0,0189	62,64	Insoluble	0,0189	62,64
H ₂ O	0,1055	350,52	H ₂ O	0,1055	350,52
Total	1,0000	3.322,70	Total	1,0000	3.322,70
Aliran <33> brine			Aliran <4> liquid brine		
NaCl	0,2652	578,21	NaCl	0,2652	578,21
CaSO ₄	0,0000	-	CaSO ₄	0,0000	-
CaCl ₂	0,0000	-	CaCl ₂	0,0000	-

MgSO ₄	0,0000	-	MgSO ₄	0,0000	-
MgCl ₂	0,0000	-	MgCl ₂	0,0000	-
Insoluble	0,0000	-	Insoluble	0,0000	-
H ₂ O	0,7348	1.602,08	H ₂ O	0,7348	1.602,08
Total	1,0000	2.180,29	Total	1,0000	2.180,29
Total aliran masuk		5.502,99	Total aliran keluar		5.502,99

2. Screw washer (J-210)

Fungsi: Melakukan pencucian garam rakyat dengan brine



Tabel IV.4 Neraca massa Screw washer J-210

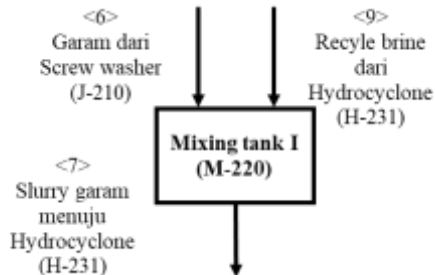
Aliran masuk			Aliran keluar		
Komponen	Fraksi massa	Massa (kg)	Komponen	Fraksi massa	Massa (kg)
Aliran <4> padatan garam			Aliran <29> brine overflow		
NaCl	0,7849	2.608,05	NaCl	0,2601	520,39
CaSO ₄	0,0002	0,58	CaSO ₄	0,00003	0,06
CaCl ₂	0,0112	37,16	CaCl ₂	0,0020	3,92
MgSO ₄	0,0318	105,50	MgSO ₄	0,0056	11,14
MgCl ₂	0,0476	158,25	MgCl ₂	0,0084	16,71
Insoluble	0,0189	62,64	Insoluble	0,0033	6,61
H ₂ O	0,1055	350,52	H ₂ O	0,7207	1.441,87

Total	1,0000	3.322,70	Total	1,0000	2.000,71
Aliran <4> liquid brine			Aliran <30> garam		
NaCl	0,2652	578,21	NaCl	0,8004	96,37
CaSO ₄	0,0000	-	CaSO ₄	0,00015	0,02
CaCl ₂	0,0000	-	CaCl ₂	0,0094	1,13
MgSO ₄	0,0000	-	MgSO ₄	0,0267	3,21
MgCl ₂	0,0000	-	MgCl ₂	0,0400	4,82
Insoluble	0,0000	-	Insoluble	0,0158	1,91
H ₂ O	0,7348	1.602,08	H ₂ O	0,1076	12,95
Total	1,0000	2.180,29	Total	1,0000	120,41
Aliran <5> padatan garam			Aliran <6> garam		
NaCl	0,7849	2.608,05	NaCl	0,8004	5.119,74
CaSO ₄	0,0002	0,58	CaSO ₄	0,00015	0,94
CaCl ₂	0,0112	37,16	CaCl ₂	0,0094	60,11
MgSO ₄	0,0318	105,50	MgSO ₄	0,0267	170,65
MgCl ₂	0,0476	158,25	MgCl ₂	0,0400	255,98
Insoluble	0,0189	62,64	Insoluble	0,0158	101,32
H ₂ O	0,1055	350,52	H ₂ O	0,1076	688,09
Total	1,0000	3.322,70	Total	1,0000	6.396,82
Aliran <5> liquid brine			Aliran <6> brine		
NaCl	0,2652	578,21	NaCl	0,2601	1.214,25
CaSO ₄	0,0000	-	CaSO ₄	0,00003	0,14
CaCl ₂	0,0000	-	CaCl ₂	0,0020	9,16
MgSO ₄	0,0000	-	MgSO ₄	0,0056	26,00
MgCl ₂	0,0000	-	MgCl ₂	0,0084	38,99
Insoluble	0,0000	-	Insoluble	0,0033	15,43
H ₂ O	0,7348	1.602,08	H ₂ O	0,7207	3.364,36
Total	1,0000	2.180,29	Total	1,0000	4.668,33
Aliran <35> brine					
NaCl	0,2652	578,21			
CaSO ₄	0,0000	-			
CaCl ₂	0,0000	-			

MgSO ₄	0,0000	-		
MgCl ₂	0,0000	-		
Insoluble	0,0000	-		
H ₂ O	0,7348	1.602,08		
Total	1,0000	2.180,29		
Total aliran masuk		13.186,27	Total aliran keluar	13.186,27

3. Mixing tank I (M-220)

Fungsi: Melakukan pencucian garam rakyat dengan brine



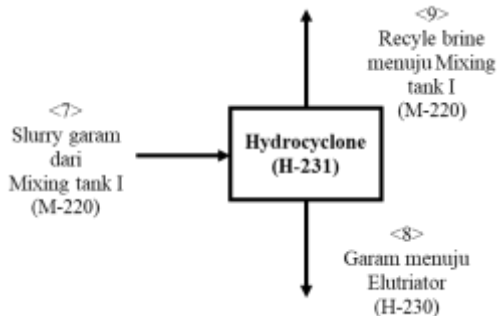
Tabel IV.5 Neraca massa Mixing tank I M-220

Aliran masuk			Aliran keluar		
Komponen	Fraksi massa	Massa (kg)	Komponen	Fraksi massa	Massa (kg)
Aliran <6> garam			Aliran <7> garam		
NaCl	0,8004	5.119,74	NaCl	0,8266	5.688,60
CaSO ₄	0,0001	0,94	CaSO ₄	0,0001	0,68
CaCl ₂	0,0094	60,11	CaCl ₂	0,0063	43,43
MgSO ₄	0,0267	170,65	MgSO ₄	0,0179	123,30
MgCl ₂	0,0400	255,98	MgCl ₂	0,0269	184,95
Insoluble	0,0158	101,32	Insoluble	0,0111	76,50
H ₂ O	0,1076	688,09	H ₂ O	0,1111	764,54
Total	1,0000	6.396,82	Total	1,0000	6.882,00

Aliran <6> brine			Aliran <7> brine		
NaCl	0,2601	1.214,25	NaCl	0,2493	1.349,16
CaSO ₄	0,0000	0,14	CaSO ₄	0,0001	0,52
CaCl ₂	0,0020	9,16	CaCl ₂	0,0062	33,53
MgSO ₄	0,0056	26,00	MgSO ₄	0,0176	95,20
MgCl ₂	0,0084	38,99	MgCl ₂	0,0264	142,79
Insoluble	0,0033	15,43	Insoluble	0,0098	53,22
H ₂ O	0,7207	3.364,36	H ₂ O	0,6906	3.738,18
Total	1,0000	4.668,33	Total	1,0000	5.412,61
Aliran <9> brine					
NaCl	0,2439	134,92			
CaSO ₄	0,0001	0,08			
CaCl ₂	0,0091	5,02			
MgSO ₄	0,0258	14,26			
MgCl ₂	0,0387	21,38			
Insoluble	0,0067	3,70			
H ₂ O	0,6758	373,82			
Total	1,0000	553,17			
Aliran <9> garam					
NaCl	0,8411	568,86			
CaSO ₄	0,0001	0,04			
CaCl ₂	0,0040	2,67			
MgSO ₄	0,0112	7,59			
MgCl ₂	0,0168	11,39			
Insoluble	0,0137	9,28			
H ₂ O	0,1130	76,45			
Total	1,0000	676,29			
Total aliran masuk		12.294,61	Total aliran keluar		12.294,61

4. Hydrocyclone (H-231)

Fungsi: Memisahkan partikel garam yang besar dari partikel garam yang kecil



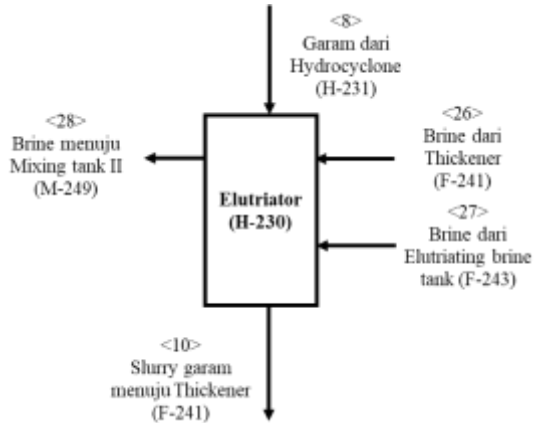
Tabel IV.6 Neraca massa Hydrocyclone H-231

Aliran masuk			Aliran keluar		
Komponen	Fraksi massa	Massa (kg)	Komponen	Fraksi massa	Massa (kg)
Aliran <7> garam			Aliran <9> brine		
NaCl	0,8266	5.688,60	NaCl	0,2439	134,92
CaSO ₄	0,0001	0,68	CaSO ₄	0,0001	0,08
CaCl ₂	0,0063	43,43	CaCl ₂	0,0091	5,02
MgSO ₄	0,0179	123,30	MgSO ₄	0,0258	14,26
MgCl ₂	0,0269	184,95	MgCl ₂	0,0387	21,38
Insoluble	0,0111	76,50	Insoluble	0,0067	3,70
H ₂ O	0,1111	764,54	H ₂ O	0,6758	373,82
Total	1,0000	6.882,00	Total	1,0000	553,17
Aliran <7> brine			Aliran <9> garam		
NaCl	0,2493	1.349,16	NaCl	0,8411	568,86
CaSO ₄	0,0001	0,52	CaSO ₄	0,0001	0,04
CaCl ₂	0,0062	33,53	CaCl ₂	0,0040	2,67
MgSO ₄	0,0176	95,20	MgSO ₄	0,0112	7,59
MgCl ₂	0,0264	142,79	MgCl ₂	0,0168	11,39

Insoluble	0,0098	53,22	Insoluble	0,0137	9,28			
H ₂ O	0,6906	3.738,18	H ₂ O	0,1130	76,45			
Total	1,0000	5.412,61	Total	1,0000	676,29			
			Aliran <8> garam					
			NaCl	0,8411	5.119,74			
			CaSO ₄	0,0001	0,38			
			CaCl ₂	0,0040	24,07			
			MgSO ₄	0,0112	68,34			
			MgCl ₂	0,0168	102,52			
			Insoluble	0,0137	83,48			
			H ₂ O	0,1130	688,09			
			Total	1,0000	6.086,62			
						Aliran <8> brine		
						NaCl	0,2439	1.214,25
						CaSO ₄	0,0001	0,70
						CaCl ₂	0,0091	45,20
						MgSO ₄	0,0258	128,30
						MgCl ₂	0,0387	192,46
						Insoluble	0,0067	33,26
						H ₂ O	0,6758	3.364,36
						Total	1,0000	4.978,53
						Total aliran masuk		12.294,61

5. Elutriator (H-230)

Fungsi: Memisahkan partikel garam yang besar dari partikel garam yang kecil



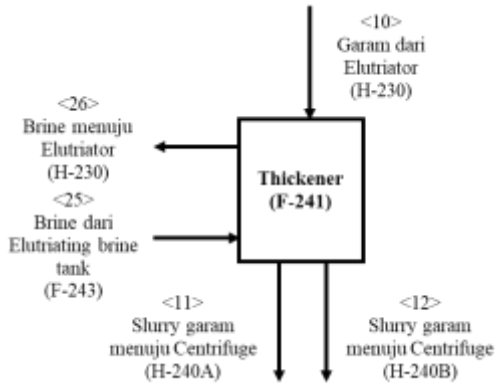
Tabel IV.7 Neraca massa Elutriator H-230

Aliran masuk			Aliran keluar		
Komponen	Fraksi massa	Massa (kg)	Komponen	Fraksi massa	Massa (kg)
Aliran <8> garam			Aliran <10> garam		
NaCl	0,8411	5.119,74	NaCl	0,8787	5.023,37
CaSO ₄	0,0001	0,38	CaSO ₄	0,00001	0,03
CaCl ₂	0,0040	24,07	CaCl ₂	0,0003	1,86
MgSO ₄	0,0112	68,34	MgSO ₄	0,0009	5,28
MgCl ₂	0,0168	102,52	MgCl ₂	0,0014	7,91
Insoluble	0,0137	83,48	Insoluble	0,0005	3,13
H ₂ O	0,1130	688,09	H ₂ O	0,1181	675,14
Total	1,0000	6.086,62	Total	1,0000	5.716,71
Aliran <8> brine			Aliran <10> brine		
NaCl	0,2439	1.214,25	NaCl	0,2856	941,67
CaSO ₄	0,0001	0,70	CaSO ₄		

CaCl ₂	0,0091	45,20	CaCl ₂		
MgSO ₄	0,0258	128,30	MgSO ₄		
MgCl ₂	0,0387	192,46	MgCl ₂		
Insoluble	0,0067	33,26	Insoluble		
H ₂ O	0,6758	3.364,36	H ₂ O	0,7144	2.355,05
Total	1,0000	4.978,53	Total	1,0000	3.296,72
Aliran <26> brine			Aliran <28> brine		
NaCl	0,2652	470,83	NaCl	0,2211	1.214,25
CaSO ₄			CaSO ₄	0,0002	1,05
CaCl ₂			CaCl ₂	0,0123	67,38
MgSO ₄			MgSO ₄	0,0348	191,27
MgCl ₂			MgCl ₂	0,0522	286,91
Insoluble			Insoluble	0,0207	113,56
H ₂ O	0,7348	1.304,56	H ₂ O	0,6588	3.618,42
Total	1,0000	1.775,39	Total	1,0000	5.492,83
Aliran <27> brine			Aliran <28> garam		
NaCl	0,2652	470,83	NaCl	0,8787	96,37
CaSO ₄			CaSO ₄	0,00001	0,0006
CaCl ₂			CaCl ₂	0,0003	0,04
MgSO ₄			MgSO ₄	0,0009	0,10
MgCl ₂			MgCl ₂	0,0014	0,15
Insoluble			Insoluble	0,0005	0,06
H ₂ O	0,7348	1.304,56	H ₂ O	0,1181	12,95
Total	1,0000	1.775,39	Total	1,0000	109,67
Total aliran masuk		14.615,93	Total aliran keluar		14.615,93

6. Thickener (F-241)

Fungsi: Memisahkan cairan brine dengan garam sebelum masuk centrifuge



Tabel IV.8 Neraca massa Thickener F-241

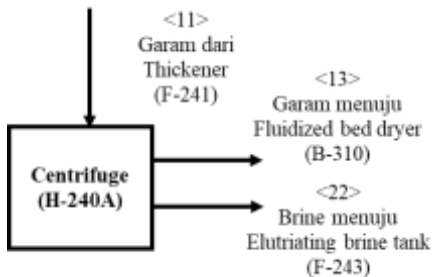
Aliran masuk			Aliran keluar		
Komponen	Fraksi massa	Massa (kg)	Komponen	Fraksi massa	Massa (kg)
Aliran <10> garam			Aliran <26> brine		
NaCl	0,8787	5.023,37	NaCl	0,2652	470,83
CaSO ₄	0,00001	0,03	CaSO ₄		
CaCl ₂	0,0003	1,86	CaCl ₂		
MgSO ₄	0,0009	5,28	MgSO ₄		
MgCl ₂	0,0014	7,91	MgCl ₂		
Insoluble	0,0005	3,13	Insoluble		
H ₂ O	0,1181	675,14	H ₂ O	0,7348	1.304,56
Total	1,0000	5.716,71	Total	1,0000	1.775,39
Aliran <10> brine			Aliran <11> + <12> garam		
NaCl	0,2856	941,67	NaCl	0,8787	5.023,37
CaSO ₄			CaSO ₄	0,00001	0,03
CaCl ₂			CaCl ₂	0,0003	1,86
MgSO ₄			MgSO ₄	0,0009	5,28
MgCl ₂			MgCl ₂	0,0014	7,91
Insoluble			Insoluble	0,0005	3,13

H ₂ O	0,7144	2.355,05	H ₂ O	0,1181	675,14
Total	1,0000	3.296,72	Total	1,0000	5.716,71
Aliran <25> brine			Aliran <11> + <12> brine		
NaCl	0,2652	470,83	NaCl	0,2856	941,67
CaSO ₄			CaSO ₄		
CaCl ₂			CaCl ₂		
MgSO ₄			MgSO ₄		
MgCl ₂			MgCl ₂		
Insoluble			Insoluble		
H ₂ O	0,7348	1.304,56	H ₂ O	0,7144	2.355,05
Total	1,0000	1.775,39	Total	1,0000	3.296,72
Aliran <10> brine			Aliran <11> garam		
NaCl	0,2856	941,67	NaCl	0,8787	2.511,68
CaSO ₄	0,0000	-	CaSO ₄	0,00001	0,01
CaCl ₂	0,0000	-	CaCl ₂	0,0003	0,93
MgSO ₄	0,0000	-	MgSO ₄	0,0009	2,64
MgCl ₂	0,0000	-	MgCl ₂	0,0014	3,96
Insoluble	0,0000	-	Insoluble	0,0005	1,57
H ₂ O	0,7144	2.355,05	H ₂ O	0,1181	337,57
Total	1,0000	3.296,72	Total	1,0000	2.858,36
Aliran <25> brine			Aliran <11> brine		
NaCl	0,2652	470,83	NaCl	0,2856	470,83
CaSO ₄	0,0000	-	CaSO ₄		
CaCl ₂	0,0000	-	CaCl ₂		
MgSO ₄	0,0000	-	MgSO ₄		
MgCl ₂	0,0000	-	MgCl ₂		
Insoluble	0,0000	-	Insoluble		
H ₂ O	0,7348	1.304,56	H ₂ O	0,7144	1.177,53
Total	1,0000	1.775,39	Total	1,0000	1.648,36
			Aliran <12> garam		
			NaCl	0,8787	2.511,68
			CaSO ₄	0,00001	0,01

	CaCl ₂	0,0003	0,93
	MgSO ₄	0,0009	2,64
	MgCl ₂	0,0014	3,96
	Insoluble	0,0005	1,57
	H ₂ O	0,1181	337,57
	Total	1,0000	2.858,36
Aliran <12> brine			
	NaCl	0,2856	470,83
	CaSO ₄		
	CaCl ₂		
	MgSO ₄		
	MgCl ₂		
	Insoluble		
	H ₂ O	0,7144	1.177,53
	Total	1,0000	1.648,36
Total aliran masuk		10.788,82	Total aliran keluar
			10.788,82

7. Centrifuge (H-240A)

Fungsi: Memisahkan cairan brine dari garam

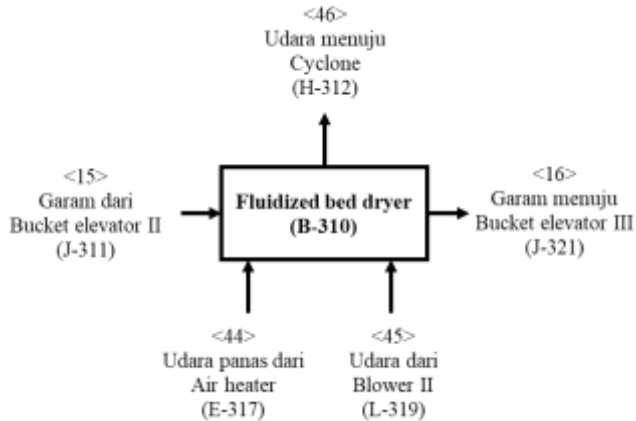


Tabel IV.9 Neraca massa Centrifuge H-240A

Aliran masuk			Aliran keluar		
Komponen	Fraksi massa	Massa (kg)	Komponen	Fraksi massa	Massa (kg)
Aliran <11> garam			Aliran <13> garam		
NaCl	0,8787	2.511,68	NaCl	0,8787	2.511,68
CaSO ₄	0,00001	0,01	CaSO ₄	0,00001	0,01
CaCl ₂	0,0003	0,93	CaCl ₂	0,0003	0,93
MgSO ₄	0,0009	2,64	MgSO ₄	0,0009	2,64
MgCl ₂	0,0014	3,96	MgCl ₂	0,0014	3,96
Insoluble	0,0005	1,57	Insoluble	0,0005	1,57
H ₂ O	0,1181	337,57	H ₂ O	0,1181	337,57
Total	1,0000	2.858,36	Total	1,0000	2.858,36
Aliran <11> brine			Aliran <22> brine		
Komponen	Fraksi massa	Massa (kg)	Komponen	Fraksi massa	Massa (kg)
NaCl	0,2856	470,83	NaCl	0,2856	470,83
CaSO ₄			CaSO ₄		
CaCl ₂			CaCl ₂		
MgSO ₄			MgSO ₄		
MgCl ₂			MgCl ₂		
Insoluble			Insoluble		
H ₂ O	0,7144	1.177,53	H ₂ O	0,7144	1.177,53
Total	1,0000	1.648,36	Total	1,0000	1.648,36
Total aliran masuk		4.506,72	Total aliran keluar		4.506,72

8. Fluidized bed dryer (B-310)

Fungsi: Mengeringkan garam basah



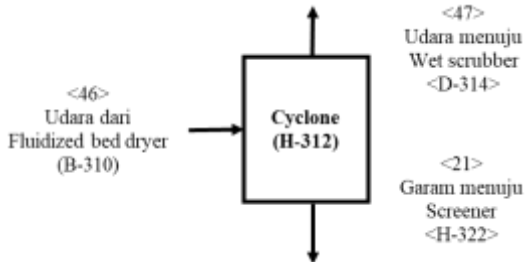
Tabel IV.10 Neraca massa Fluidized bed dryer B-310

Aliran masuk			Aliran keluar		
Komponen	Fraksi massa	Massa (kg)	Komponen	Fraksi massa	Massa (kg)
Aliran <15> garam			Aliran <16> garam		
NaCl	0,8787	5.023,37	NaCl	0,9939	5.018,34
CaSO ₄	0,00001	0,03	CaSO ₄	0,00001	0,03
CaCl ₂	0,0003	1,86	CaCl ₂	0,0004	1,86
MgSO ₄	0,0009	5,28	MgSO ₄	0,0010	5,27
MgCl ₂	0,0014	7,91	MgCl ₂	0,0016	7,90
Insoluble	0,0005	3,13	Insoluble	0,0006	3,13
H ₂ O	0,1181	675,14	H ₂ O	0,0025	12,62
Total	1,0000	5.716,71	Total	1,0000	5.049,16
Aliran <44> udara			Aliran <46> udara		
Udara	0,9815	53.848,23	Udara	0,9755	104.264
H ₂ O	0,0185	1.012,21	H ₂ O	0,0245	2.622,41

Total	1,0000	54.860,44	Total	1,0000	106.886
Aliran <45> udara			Aliran <46> garam		
Udara	0,9815	50.415,74	NaCl	0,9939	5,02
H ₂ O	0,0185	947,68	CaSO ₄	0,00001	0,00
Total	1,0000	51.363,42	CaCl ₂	0,0004	0,00
			MgSO ₄	0,0010	0,01
			MgCl ₂	0,0016	0,01
			Insoluble	0,0006	0,00
			H ₂ O	0,0025	0,01
			Total	1,0000	5,05
Total aliran masuk		111.941	Total aliran keluar		111.941

9. Cyclone (H-312)

Fungsi: Memisahkan partikel padatan dari udara



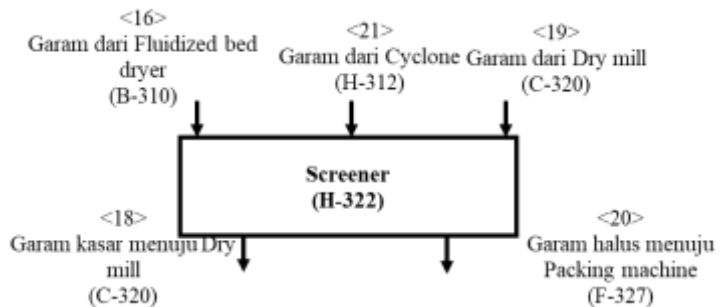
Tabel IV.11 Neraca massa Cyclone H-312

Aliran masuk			Aliran keluar		
Komponen	Fraksi massa	Massa (kg)	Komponen	Fraksi massa	Massa (kg)
Aliran <46> udara			Aliran <21> garam		
Udara	0,9755	104.264	NaCl	0,9939	4,87
H ₂ O	0,0245	2.622,41	CaSO ₄	0,0000	0,00003
Total	1,0000	106.886	CaCl ₂	0,0004	0,002

Aliran <46> garam			MgSO ₄	0,0010	0,005
NaCl	0,9939	5,02	MgCl ₂	0,0016	0,01
CaSO ₄	0,00001	0,00003	Insoluble	0,0006	0,003
CaCl ₂	0,0004	0,002	H ₂ O	0,0025	0,01
MgSO ₄	0,0010	0,005	Total	1,0000	4,90
MgCl ₂	0,0016	0,01	Aliran <47> udara		
Insoluble	0,0006	0,003	Udara	0,9755	104.264
H ₂ O	0,0025	0,01	H ₂ O	0,0245	2.622,41
Total	1,0000	5,05	Total	1,0000	106.886
			Aliran <47> garam		
			NaCl	0,9939	0,15
			CaSO ₄	0,0000	0,000001
			CaCl ₂	0,0004	0,00006
			MgSO ₄	0,0010	0,0002
			MgCl ₂	0,0016	0,0002
			Insoluble	0,0006	0,0001
			H ₂ O	0,0025	0,0004
			Total	1,0000	0,15
Total aliran masuk		106.891	Total aliran keluar		106.891

10. Screener (H-322)

Fungsi: Memisahkan garam yang berukuran halus dari yang masih kasar

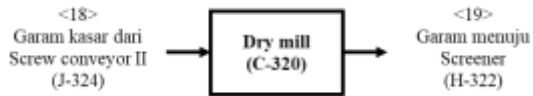


Tabel IV.12 Neraca massa Screener H-322

Aliran masuk			Aliran keluar		
Komponen	Fraksi massa	Massa (kg)	Komponen	Fraksi massa	Massa (kg)
Aliran <16> garam			Aliran <18> garam		
NaCl	0,9939	5.018,34	NaCl	0,9939	209,30
CaSO ₄	0,00001	0,03	CaSO ₄	0,00001	0,001
CaCl ₂	0,0004	1,86	CaCl ₂	0,0004	0,08
MgSO ₄	0,0010	5,27	MgSO ₄	0,0010	0,22
MgCl ₂	0,0016	7,90	MgCl ₂	0,0016	0,33
Insoluble	0,0006	3,13	Insoluble	0,0006	0,13
H ₂ O	0,0025	12,62	H ₂ O	0,0025	0,53
Total	1,0000	5.049,16	Total	1,0000	210,59
Aliran <21> garam			Aliran <20> garam		
NaCl	0,9939	4,87	NaCl	0,9939	5.023,22
CaSO ₄	0,00001	0,00003	CaSO ₄	0,00001	0,03
CaCl ₂	0,0004	0,002	CaCl ₂	0,0004	1,86
MgSO ₄	0,0010	0,005	MgSO ₄	0,0010	5,27
MgCl ₂	0,0016	0,01	MgCl ₂	0,0016	7,91
Insoluble	0,0006	0,003	Insoluble	0,0006	3,13
H ₂ O	0,0025	0,01	H ₂ O	0,0025	12,64
Total	1,0000	4,90	Total	1,0000	5.054,06
Aliran <19> garam					
NaCl	0,9939	209,30			
CaSO ₄	0,00001	0,001			
CaCl ₂	0,0004	0,08			
MgSO ₄	0,0010	0,22			
MgCl ₂	0,0016	0,33			
Insoluble	0,0006	0,13			
H ₂ O	0,0025	0,53			
Total	1,0000	210,59			
Total aliran masuk		5.264,64			

11. Dry mill (C-320)

Fungsi: Melakukan pengecilan ukuran garam kasar menjadi garam halus

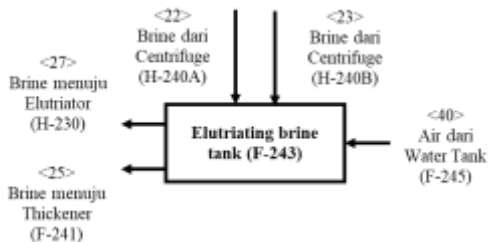


Tabel IV.13 Neraca massa Dry mill C-320

Aliran masuk			Aliran keluar		
Aliran <18> garam			Aliran <19> garam		
Komponen	Fraksi massa	Massa (kg)	Komponen	Fraksi massa	Massa (kg)
NaCl	0,9939	209,30	NaCl	0,9939	209,30
CaSO ₄	0,0000	0,00	CaSO ₄	0,0000	0,00
CaCl ₂	0,0004	0,08	CaCl ₂	0,0004	0,08
MgSO ₄	0,0010	0,22	MgSO ₄	0,0010	0,22
MgCl ₂	0,0016	0,33	MgCl ₂	0,0016	0,33
Insoluble	0,0006	0,13	Insoluble	0,0006	0,13
H ₂ O	0,0025	0,53	H ₂ O	0,0025	0,53
Total	1,0000	210,59	Total	1,0000	210,59
Total aliran masuk		210,59	Total aliran keluar		210,59

12. Elutriating brine tank (F-243)

Fungsi: Menampung brine jenuh yang murni

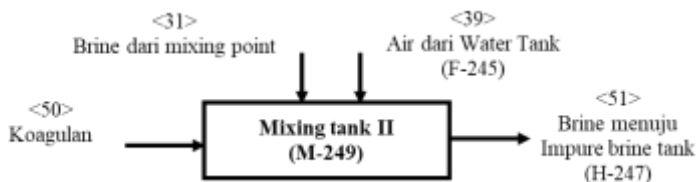


Tabel IV.14 Neraca massa Elutriating brine tank (F-243)

Aliran masuk			Aliran keluar		
Komponen	Fraksi massa	Massa (kg)	Komponen	Fraksi massa	Massa (kg)
Aliran <22> brine			Aliran <27> brine		
NaCl	0,2856	470,83	NaCl	0,2652	470,83
CaSO ₄			CaSO ₄		
CaCl ₂			CaCl ₂		
MgSO ₄			MgSO ₄		
MgCl ₂			MgCl ₂		
Insoluble			Insoluble		
H ₂ O	0,7144	1.177,53	H ₂ O	0,7348	1.304,56
Total	1,0000	1.648,36	Total	1,0000	1.775,39
Aliran <23> brine			Aliran <25> brine		
NaCl	0,2856	470,83	NaCl	0,2652	470,83
CaSO ₄			CaSO ₄		
CaCl ₂			CaCl ₂		
MgSO ₄			MgSO ₄		
MgCl ₂			MgCl ₂		
Insoluble			Insoluble		
H ₂ O	0,7144	1.177,53	H ₂ O	0,7348	1.304,56
Total	1,0000	1.648,36	Total	1,0000	1.775,39
Aliran <40> air					
NaCl					
CaSO ₄					
CaCl ₂					
MgSO ₄					
MgCl ₂					
Insoluble					
H ₂ O	1,0000	254,06			
Total	1,0000	254,06			
Total aliran masuk		3.550,78	Total aliran keluar		3.550,78

13. Mixing tank II (M-249)

Fungsi: Mencampur brine dengan koagulan



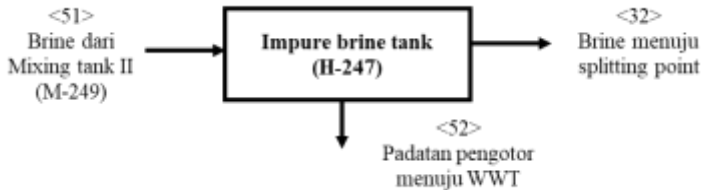
Tabel IV.15 Neraca massa Mixing tank II M-249

Aliran masuk			Aliran keluar		
Komponen	Fraksi massa	Massa (kg)	Komponen	Fraksi massa	Massa (kg)
Aliran <31> brine			Aliran <51> brine		
NaCl	0,2315	1.734,64	NaCl	0,2652	1.927,38
CaSO ₄	0,0001	1,11	CaSO ₄		
CaCl ₂	0,0095	71,30	CaCl ₂		
MgSO ₄	0,0270	202,41	MgSO ₄		
MgCl ₂	0,0405	303,62	MgCl ₂		
Insoluble	0,0160	120,17	Insoluble		
H ₂ O	0,6753	5.060,29	H ₂ O	0,7348	5.340,26
Total	1,0000	7.493,54	Total	1,0000	7.267,63
Aliran <31> garam			Aliran <51> endapan		
NaCl	0,8377	192,74	NaCl	0,4277	655,91
CaSO ₄	0,0001	0,02	CaCO ₃ ↓	0,0431	66,17
CaCl ₂	0,0051	1,17	Mg(OH) ₂ ↓	0,1882	288,65
MgSO ₄	0,0144	3,31	BaSO ₄ ↓	0,2614	400,84
MgCl ₂	0,0216	4,97	Insoluble	0,0796	122,14
Insoluble	0,0085	1,97	Total	1,0000	1.533,71
H ₂ O	0,1126	25,90			
Total	1,0000	230,08			

Aliran <39> air			
NaCl	0,0000	0,0000	
CaSO ₄	0,0000	0,0000	
CaCl ₂	0,0000	0,0000	
MgSO ₄	0,0000	0,0000	
MgCl ₂	0,0000	0,0000	
Insoluble	0,0000	0,0000	
H ₂ O	1,0000	254,06	
Total	1,0000	254,06	
Aliran <50>			
Na ₂ CO ₃	0,0851	70,07	
NaOH	0,4807	395,95	
BaCl ₂	0,4342	357,64	
Total	1,0000	823,66	
Total aliran masuk	8.801,34	Total aliran keluar	8.801,34

14. Impure brine tank (H-247)

Fungsi: Memisahkan brine dari endapan pengotor



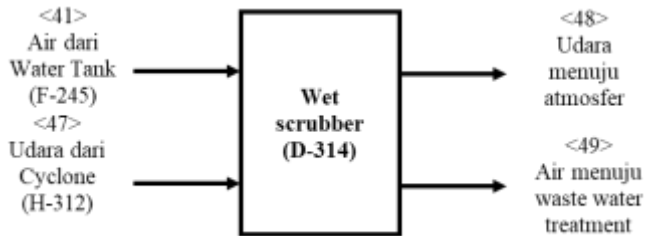
Tabel IV.16 Neraca massa Impure brine tank H-247

Aliran brine			Aliran keluar		
Komponen	Fraksi massa	Massa (kg)	Komponen	Fraksi massa	Massa (kg)
Aliran <51> brine			Aliran <32>		
NaCl	0,2652	1.927,38	NaCl	0,2652	1.927,38
CaSO ₄	0,0000	-	CaSO ₄	0,0000	-

CaCl ₂	0,0000	-	CaCl ₂	0,0000	-
MgSO ₄	0,0000	-	MgSO ₄	0,0000	-
MgCl ₂	0,0000	-	MgCl ₂	0,0000	-
Insoluble	0,0000	-	Insoluble	0,0000	-
H ₂ O	0,7348	5.340,26	H ₂ O	0,7348	5.340,26
Total	1,0000	7.267,63	Total	1,0000	7.267,63
Aliran <51> endapan			Aliran <52>		
NaCl	0,4277	655,91	NaCl	0,4277	655,91
CaCO ₃ ↓	0,0431	66,17	CaCO ₃ ↓	0,0431	66,17
Mg(OH) ₂ ↓	0,1882	288,65	Mg(OH) ₂ ↓	0,1882	288,65
BaSO ₄ ↓	0,2614	400,84	BaSO ₄ ↓	0,2614	400,84
Insoluble	0,0796	122,14	Insoluble	0,0796	122,14
Total	0,7849	5.216,10	Total	0,7849	5.216,10
Total aliran masuk		12.483,74	Total aliran keluar		12.483,74

15. Wet scrubber (D-314)

Fungsi: Menghilangkan debu dari udara



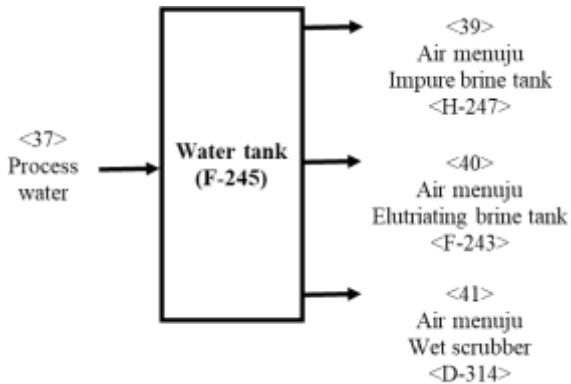
Tabel IV.17 Neraca massa Wet scrubber D-314

Aliran masuk			Aliran keluar		
Komponen	Fraksi massa	Massa (kg)	Komponen	Fraksi massa	Massa (kg)
Aliran <41> air			Aliran <48> udara		
H ₂ O	1,0000	13,50	Udara	0,9755	104.264,0

Total	1,0000	13,50	H ₂ O	0,0245	2.622,41
Aliran <47> udara			Total	1,0000	106.886,4
Udara	0,9755	104.264,0	Aliran <49> air		
H ₂ O	0,0245	2.622,41	H ₂ O	1,0000	13,50
Total	1,0000	106.886,4	Total	1,0000	13,50
Aliran <47> garam			Aliran <49> garam		
NaCl	0,9939	0,15	NaCl	0,9939	0,15
CaSO ₄	0,00001	0,000001	CaSO ₄	0,00001	0,00
CaCl ₂	0,0004	0,00006	CaCl ₂	0,0004	0,00
MgSO ₄	0,0010	0,0002	MgSO ₄	0,0010	0,00
MgCl ₂	0,0016	0,0002	MgCl ₂	0,0016	0,00
Insoluble	0,0006	0,0001	Insoluble	0,0006	0,00
H ₂ O	0,0025	0,0004	H ₂ O	0,0025	0,00
Total	1,0000	0,15	Total	1,0000	0,15
Total aliran masuk		106.900,0	Total aliran keluar		106.900,0

16. Water tank (F-245)

Fungsi: Menampung air proses



Tabel IV.18 Neraca massa Water tank F-245

Aliran masuk			Aliran keluar		
Komponen	Fraksi massa	Massa (kg)	Komponen	Fraksi massa	Massa (kg)
Aliran <37> air			Aliran <39> air		
H ₂ O	1,0000	521,62	H ₂ O	1,0000	254,06
Total	1,0000	521,62	Total	1,0000	254,06
			Aliran <40> air		
			H ₂ O	1,0000	254,06
			Total	1,0000	254,06
			Aliran <41> air		
			H ₂ O	1,0000	13,50
			Total	1,0000	13,50
Total aliran masuk		521,62	Total aliran keluar		521,62

IV.2 Neraca Panas

Tabel IV.19 Konstanta kapasitas panas komponen garam basis kering

Komponen	BM	% massa	Satuan C _p	Konstanta		
				A	B	C
NaCl	58,44	99,64%	cal/(mol)(K)	10,79	0,0042	
CaSO ₄	136,14	0,001%	cal/(mol)(K)	18,52	0,02197	-156.800
CaCl ₂	110,98	0,04%	cal/(mol)(K)	16,9	0,00386	
MgSO ₄	120,37	0,10%	cal/(mol)(K)	26,7		
MgCl ₂	95,21	0,16%	cal/(mol)(K)	17,3	0,00377	
SiO ₂	60,08	0,06%	cal/(mol)(K)	10,95	0,0055	

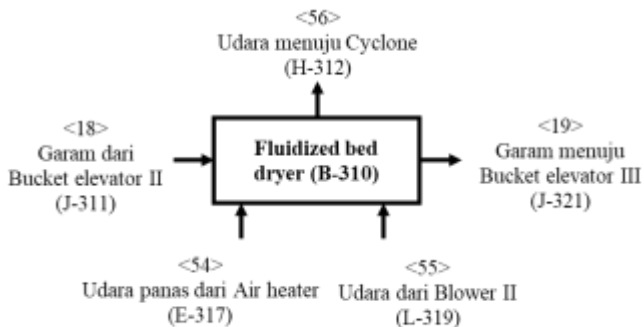
Menghitung $C_p = A + BT + CT^2$

(Perry's Chemical Engineers' Handbook 8th ed., Table 2-151)

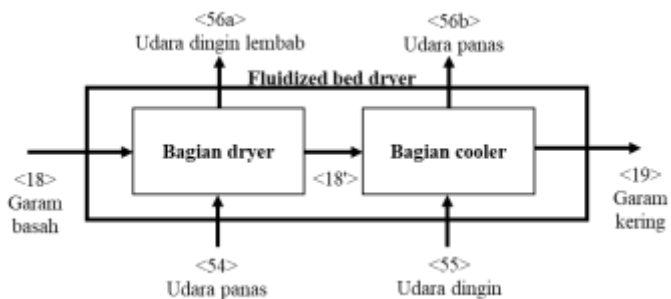
Faktor konversi 1 J = 0,238846 cal

1. Fluidized bed dryer (B-310)

Fungsi: Mengeringkan garam basah



Skema rinci



A. Bagian dryer



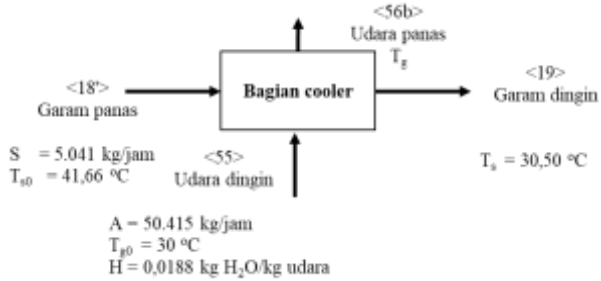
Tabel IV.20 Neraca panas dryer

Aliran masuk		Aliran keluar	
Komponen	Entalpi (kJ/jam)	Komponen	Entalpi (kJ/jam)
Aliran <18>		Aliran <18'>	
Udara-uap	-	Udara-uap	-
Air	84.799,95	Air	2.203,88
Garam	134.139,77	Garam	181.859,39
Total	218.939,72	Total	184.063,27
Aliran <54>		Aliran <56a>	
Udara-uap	9.170.150,15	Udara-uap	9.205.026,59
Air	-	Air	-
Garam	-	Garam	-
Total	9.170.150,15	Total	9.205.026,59
Total masuk	9.389.089,87	Total keluar	9.389.089,87

Tabel IV.21 Neraca panas dryer per komponen

Komponen	Entalpi (kJ/jam)			
	Aliran masuk		Aliran keluar	
	Aliran <18>	Aliran <54>	<Aliran 18'>	<Aliran 56a>
NaCl	133.667,36	-	181.218,93	-
CaSO ₄	0,65	-	0,88	-
CaCl ₂	38,97	-	52,83	-
MgSO ₄	150,54	-	204,09	-
MgCl ₂	197,42	-	267,65	-
SiO ₂	84,83	-	115,01	-
H ₂ O _(l)	84.799,95	-	2.203,88	-
Humid air _(g)	-	9.170.150,15	-	9.205.026,59
Total	9.389.089,87		9.389.089,87	

B. Bagian cooler



Tabel IV.22 Neraca panas cooler

Aliran masuk		Aliran keluar	
Komponen	Entalpi (kJ/jam)	Komponen	Entalpi (kJ/jam)
Aliran <18'>		Aliran <19>	
Udara-uap	-	Udara-uap	-
Air	2.203,88	Air	1.613,52
Garam	181.859,39	Garam	133.144,30
Total	184.063,27	Total	134.757,83
Aliran <55>		Aliran <56b>	
Udara-uap	3.800.542,12	Udara-uap	3.849.847,56
Air	-	Air	-
Garam	-	Garam	-
Total	3.800.542,12	Total	3.849.847,56
Total masuk	3.984.605,39	Total keluar	3.984.605,39

Tabel IV.23 Neraca cooler per komponen

Komponen	Entalpi (kJ/jam)			
	Aliran masuk		Aliran keluar	
	Aliran <18'>	Aliran <55>	Aliran <19>	<Aliran 56b>
NaCl	181.218,93	-	132.675,40	-
CaSO ₄	0,88	-	0,64	-

CaCl ₂	52,83	-	38,68	-
MgSO ₄	204,09	-	149,42	-
MgCl ₂	267,65	-	195,95	-
SiO ₂	115,01	-	84,20	-
H ₂ O _(l)	2.203,88	-	1.613,52	-
Humid air _(g)	-	3.800.542,12	-	3.849.847,56
Total	3.984.605,39		3.984.605,39	

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB V

DAFTAR DAN HARGA PERALATAN

V.1 Daftar Peralatan Proses

Pabrik garam industri dengan metode washing memerlukan peralatan seperti dicantumkan pada Tabel V.1 sebagai berikut.

Tabel V.1 Daftar peralatan proses

No.	Kode	Nama Peralatan
1.	F-111	Gudang Bahan Baku
2.	F-112	Feed Hopper
3.	J-113	Belt Conveyor I
4.	J-114	Bucket Elevator I
5.	C-110	Wet Mill
6.	J-210	Screw Washer
7.	M-220	Mixing Tank I
8.	L-221	Centrifugal Pump I
9.	H-231	Hydrocyclone
10.	H-230	Elutriator
11.	L-232	Centrifugal Pump II
12.	F-241	Thickener
13.	H-240	Centrifuge
14.	J-242	Belt Conveyor II
15.	F-243	Elutriating Brine Tank
16.	L-244	Centrifugal Pump III
17.	F-245	Water Tank
18.	L-246	Centrifugal Pump IV
19.	H-247	Impure Brine Tank
20.	L-248	Centrifugal Pump V
21.	M-249	Mixing Tank II
22.	J-311	Bucket Elevator II
23.	B-310	Fluidized Bed Dryer
24.	H-312	Cyclone
25.	L-313	Induced Draft Fan
26.	D-314	Wet Scrubber

No.	Kode	Nama Peralatan
27.	H-315	Air Filter I
28.	L-316	Blower I
29.	E-317	Air Heater
30.	H-318	Air Filter II
31.	L-319	Blower II
32.	J-321	Bucket Elevator III
33.	H-322	Screener
34.	J-323	Screw Conveyor I
35.	J-324	Screw Conveyor II
36.	C-320	Dry Mill
37.	J-325	Screw Conveyor III
38.	J-326	Bucket Elevator IV
39.	F-327	Packing Machine

V.2 Harga Peralatan Proses

Dalam melakukan perhitungan harga pendirian pabrik, diperlukan penaksiran nilai harga alat. Tabel V.2 menunjukkan perkiraan harga peralatan pabrik garam industri.

Tabel V.2 Daftar perkiraan harga proses

No.	Kode	Nama Peralatan	Harga Satuan (US\$, 2014)	Jumlah	Total Harga (US\$, 2019)
1.	F-111	Gudang Bahan Baku	22.500	1	25.039
2.	F-112	Feed Hopper	4.100	1	4.563
3.	J-113	Belt Conveyor I	7.100	1	7.901
4.	J-114	Bucket Elevator I	10.700	1	11.907
5.	C-110	Wet Mill	23.100	2	51.413
6.	J-210	Screw Washer	5.200	1	5.787
7.	M-220	Mixing Tank I	19.100	1	21.255
8.	L-221	Centrifugal Pump I	5.000	1	5.564
9.	H-231	Hydrocyclone	4.600	1	5.119
10.	H-230	Elutriator	4.900	1	5.453
11.	L-232	Centrifugal Pump II	5.000	1	5.564

No.	Kode	Nama Peralatan	Harga Satuan (US\$, 2014)	Jumlah	Total Harga (US\$, 2019)
12.	F-241	Thickener	3.800	1	4.229
13.	H-240	Centrifuge	17.500	2	38.949
14.	J-242	Belt Conveyor II	7.100	1	7.901
15.	F-243	Elutriating Brine Tank	6.700	1	7.456
16.	L-244	Centrifugal Pump III	5.000	1	5.564
17.	F-245	Water Tank	2.700	1	3.005
18.	L-246	Centrifugal Pump IV	5.000	1	5.564
19.	H-247	Impure Brine Tank	7.800	1	8.680
20.	L-248	Centrifugal Pump V	5.000	1	5.564
21.	M-249	Mixing Tank II	19.200	1	21.367
22.	J-311	Bucket Elevator II	9.800	1	10.906
23.	B-310	Fluidized Bed Dryer	0	1	12.000
24.	H-312	Cyclone	6.400	1	7.122
25.	L-313	Induced Draft Fan	0	1	350
26.	D-314	Wet Scrubber	19.100	1	21.255
27.	H-315	Air Filter I	300	1	334
28.	L-316	Blower I	19.800	1	22.034
29.	E-317	Air Heater	203.100	1	226.018
30.	H-318	Air Filter II	230	1	256
31.	L-319	Blower II	13.900	1	15.469
32.	J-321	Bucket Elevator III	9.800	1	10.906
33.	H-322	Screener	12.400	1	13.799
34.	J-323	Screw Conveyor I	5.200	1	5.787
35.	J-324	Screw Conveyor II	5.200	1	5.787
36.	C-320	Dry Mill	20.800	1	23.147
37.	J-325	Screw Conveyor III	5.400	1	6.009
38.	J-326	Bucket Elevator IV	4.800	1	5.342
39.	F-327	Packing Machine	0	1	8.200
Total (\$)					627.528

- Total harga peralatan proses pada tahun 2019
= \$ 627.528 × Rp 13.860/\$
= Rp 8.697.534.134

- Harga peralatan utilitas diperkirakan 30% dari harga peralatan (Timmerhaus, 5th ed.)
 = $30\% \times \text{Rp } 8.697.534.134$
 = Rp 2.609.260.240
- Total harga peralatan
 = Harga alat + Harga peralatan utilitas
 = Rp 2.609.260.240 + 8697.534.134
 = Rp 11.306.794.374

Spesifikasi peralatan yang digunakan dalam pabrik garam dengan metode pencucian adalah sebagai berikut.

1. Gudang bahan baku (F-111)

Tabel V.3 Spesifikasi Gudang bahan baku F-111

Spesifikasi	Keterangan
Nama alat	Gudang bahan baku (F-111)
Fungsi	Tempat menyimpan bahan baku garam krosok untuk produksi garam industri
Tipe	Housing
Bentuk bangunan	Fondasi berbentuk persegi panjang dengan atap
Kapasitas	4.500 m ³
Tinggi gudang	8 m
Lebar gudang	17 m
Panjang gudang	34 m
Jumlah	1 unit

2. Feed hopper (F-112)

Tabel V.4 Spesifikasi Feed hopper F-112

Spesifikasi	Keterangan	
Nama alat	Feed hopper (F-112)	
Fungsi	Tempat memasukkan bahan baku ke sistem proses	
Bentuk	Corong berbentuk limas	
Sudut inklinasi	60	°
Kapasitas	3,4	m ³
Panjang inlet (L)	3,0	m
Lebar inlet (W)	0,7	m
Tinggi bagian balok (H)	1,5	m
Panjang outlet (DF)	0,6	m
Lebar outlet (BF)	0,1	m
Tinggi bagian limas	2,1	m
Jumlah	1	unit

3. Belt conveyor I (J-113)

Tabel V.5 Spesifikasi Belt conveyor I J-113

Spesifikasi	Keterangan	
Nama alat	Belt conveyor I (J-113)	
Fungsi	Mengantarkan bahan baku ke Bucket elevator I (J-113)	
Tipe	Closed through idler rubber belt conveyor with intermediate bearing	
Daya	0,08	Hp
Trough width	0,230	m
Skirt depth	0,150	m
Skirt length	1,800	m
Skirt-to-belt clearance	0,051	m
Seal specification	0,006	m
Jumlah	1	unit

4. Bucket elevator I (J-114)

Tabel V.6 Spesifikasi Bucket elevator I J-114

Spesifikasi	Keterangan
Nama alat	Bucket elevator I (J-114)
Fungsi	Mengantarkan bahan baku ke Wet mil (C-110AB)
Tipe	Centrifugal-discharge bucket elevator (untuk padatan kasar)
Tinggi	2,5 m
Dimensi bucket	
Width	0,355 m
Projection	0,179 m
Depth	0,184 m
Lebar belt	0,381 m
Jumlah bucket	7 unit
Daya	0,8 hp
Jumlah	1 unit

5. Wet mill (C-110)

Tabel V.7 Spesifikasi Wet mill C-110

Spesifikasi	Keterangan
Nama alat	Wet mill (C-110AB)
Fungsi	Mengecilkan ukuran garam rakyat sebelum dilakukan proses pencucian
Tipe	Roll crusher dengan penambahan brine pada inlet
Roll distance	0,001 m
Roll diameter	0,1 m
Crusher width	0,8 m
Capacity	6.645 kg/jam
Daya	268 hp
Jumlah	2 unit

6. Screw washer (J-210)

Tabel V.8 Spesifikasi Screw washer J-210

Spesifikasi	Keterangan
Nama alat	Screw washer (J-210)
Fungsi	Melakukan pencucian garam
Tipe	Conveyor dengan solid screw dilengkapi intermediate bearing
Jenis aliran	Counter-current
Diameter screw	0,2 mm
Screw pitch	0,2 mm
Panjang conveyor	2 m
Tinggi conveyor	0,7 m
Sudut inklinasi	20 °
Daya	0,5 hp
Jumlah	1 unit

7. Mixing tank I (M-220)

Tabel V.9 Spesifikasi Mixing tank I M-220

Spesifikasi	Keterangan
Nama alat	Mixing tank (M-220)
Fungsi	Melakukan pencucian garam rakyat dengan brine
Tipe pengaduk	Flat six-blade turbine with disk
Bentuk	Silinder dengan tutup atas dan bawah standar dished head
Pengelasan	Double welded butt joint
Bahan	Stainless steel, SA-240, grade M
Tekanan design	0,89 psi
Kapasitas tangki	0,05 m ³
Diameter tangki	0,4 m
Tinggi tutup atas	0,1 m
Tinggi silinder	0,4 m
Tinggi tutup bawah	0,1 m
Tebal tutup atas	0,19 in

Tebal silinder	0,19	in
Tebal tutup bawah	0,19	in
Daya pengaduk	4,6	hp
Jumlah	1	unit

8. Centrifugal pump I (L-221)

Tabel V.10 Spesifikasi Centrifugal pump I L-221

Spesifikasi	Keterangan	
Nama alat	Centrifugal pump I (L-221)	
Fungsi	Memompa slurry garam dari Mixing tank M-220 ke Hydrocyclone H-231	
Tipe	Centrifugal pump	
Bahan	Commercial steel	
Nominal size	2,50	in. schedule 40
Daya	0,5	hp
Head	1,4	m
Jumlah	1	unit

9. Hydrocyclone (H-231)

Tabel V.11 Spesifikasi Hydrocyclone H-231

Spesifikasi	Keterangan	
Nama alat	Hydrocyclone (H-231)	
Fungsi	Memisahkan partikel garam yang besar dari partikel garam yang kecil	
Bahan	Stainless steel, SA-240, grade M	
Diameter overflow	0,06	m
Diameter underflow	0,02	m
Diameter umpan	0,03	m
Tinggi bagian silinder	0,10	m

Panjang pencari vorteks	0,06	m
Tinggi bagian kerucut	0,05	m
Tinggi hydrocyclone	0,15	m
Sudut konis	60	°
Jumlah	1	unit

10. Elutriator (H-230)

Tabel V.12 Spesifikasi Elutriator H-230

Spesifikasi	Keterangan
Nama alat	Elutriator (H-230)
Fungsi	Memisahkan partikel garam yang besar dari partikel garam yang kecil
Bentuk	Tangki silinder dengan bagian bawah konis
Jenis aliran	Counter-current
Bahan	Stainless steel, SA-240, grade M
Diameter	0,7 m
Tinggi	2,1 m
Tinggi bagian silinder	1,5 m
Tinggi bagian konis	0,5 m
Sudut inklinasi	60 °
Jumlah	1 unit

11. Centrifugal pump II (L-232)

Tabel V.13 Spesifikasi Centrifugal pump II L-232

Spesifikasi	Keterangan
Nama alat	Centrifugal pump II (L-232)
Fungsi	Memompa slurry garam dari Elutriator H-230 ke Thickener F-241
Tipe	Centrifugal pump

Bahan	Commercial steel
Nominal size	2,50 in. schedule 40
Daya	0,5 hp
Head	1 m
Jumlah	1 unit

12. Thickener (F-241)

Tabel V.14 Spesifikasi Thickener F-241

Spesifikasi	Keterangan
Nama alat	Thickener (F-241)
Fungsi	Memisahkan cairan brine dengan garam sebelum masuk centrifuge
Bentuk	Bejana silinder tanpa tutup atas dan tutup bawah konikal
Bahan	Stainless steel, SA-240, grade M
Diameter	0,3 m
Tinggi	0,9 m
Tebal bagian silinder	3/16 in
Tebal bagian konis	3/16 in
Diameter nozzle	2,5 in
Jumlah	1 unit

13. Centrifuge (H-240)

Tabel V.15 Spesifikasi Centrifuge H-240

Spesifikasi	Keterangan
Nama alat	Centrifuge (H-240)
Fungsi	Memisahkan brine dari garam sebelum garam dikeringkan
Tipe	Pusher centrifuge
Panjang	2,60 m
Lebar	1,80 m
Tinggi	1,70 m
Diameter basket	0,70 m
Jumlah	2 unit

14. Belt conveyor II (J-242)

Tabel V.16 Spesifikasi Belt conveyor II J-242

Spesifikasi	Keterangan	
Nama alat	Belt conveyor II (J-242)	
Fungsi	Mengantarkan garam keluar centrifuge ke Bucket elevator II (J-311)	
Tipe	Closed through idler rubber belt conveyor with intermediate bearing	
Daya	0,06	hp
Trough width	0,230	m
Skirt depth	0,150	m
Skirt length	1,800	m
Skirt-to-belt clearance	0,051	m
Seal specification	0,006	m
Jumlah	1	unit

15. Elutriating brine tank (F-243)

Tabel V.17 Spesifikasi Elutriating brine tank F-243

Spesifikasi	Keterangan	
Nama alat	Elutriating brine tank (F-243)	
Fungsi	Menampung brine jenuh yang murni	
Bahan	Stainless steel, SA-240, grade M	
Bentuk	Tangki tertutup dengan tutup atas dan bawah standard dished head	
Pengelasan	Double welded butt joint	
Bahan	Stainless steel, SA-240, grade M	
Tekanan design	3,6	psi
Kapasitas tangki	3,5	m ³
Diameter tangki	1,4	m
Tinggi tutup atas	0,2	m
Tinggi silinder	1,4	m

Tinggi tutup bawah	0,2	m
Tebal tutup atas	0,19	in
Tebal silinder	0,19	in
Tebal tutup bawah	0,19	in
Total tinggi	2	m
Jumlah	1	unit

16. Centrifugal pump III (L-244)

Tabel V.18 Spesifikasi Centrifugal pump III L-244

Spesifikasi	Keterangan
Nama alat	Centrifugal pump III (L-244)
Fungsi	Memompa brine dari Elutriating brine tank (F-243) untuk Thickener (F-241)
Tipe	Centrifugal pump
Bahan	Commercial steel
Nominal size	1,50 in. schedule 40
Daya	0,5 hp
Head	2 m
Jumlah	1 unit

17. Water tank (F-245)

Tabel V.19 Spesifikasi Water tank F-245

Spesifikasi	Keterangan
Nama alat	Water tank (F-245)
Fungsi	Menampung air proses sebelum digunakan
Bahan	Stainless steel, SA-240, grade M
Bentuk	Tangki tertutup dengan tutup atas dan bawah standard dished head
Pengelasan	Double welded butt joint
Bahan	Stainless steel, SA-240, grade M

Tekanan design	1,50	psi
Kapasitas tangki	0,72	m ³
Diameter tangki	0,8	m
Tinggi tutup atas	0,1	m
Tinggi silinder	0,8	m
Tinggi tutup bawah	0,1	m
Tebal tutup atas	3/16	in
Tebal silinder	3/16	in
Tebal tutup bawah	3/16	in
Jumlah	1	unit

18. Centrifugal pump IV (L-246)

Tabel V.20 Spesifikasi Centrifugal pump IV L-246

Spesifikasi	Keterangan
Nama alat	Centrifugal pump IV (L-246)
Fungsi	Memompa air dari Water tank (F-245) untuk Scrubber (D-314)
Tipe	Centrifugal pump
Bahan	Commercial steel
Nominal size	0,75 in. schedule 40
Daya	0,5 hp
Head	3 m
Jumlah	1 unit

19. Impure brine tank (H-247)

Tabel V.21 Spesifikasi Impure brine tank H-247

Spesifikasi	Keterangan
Nama alat	Impure brine tank (H-247)
Fungsi	Menampung brine kotor di mana pengotor diendapkan
Bentuk	Tangki silinder dengan dasar konikal tanpa tutup atas
Bahan	Stainless steel, SA-240, grade M

Kedalaman	4	m
Kapasitas tangki	8,3	m ³
Diameter tangki	13	m
Diameter nozzle	2	in
Jumlah	1	unit

20. Centrifugal pump V (L-248)

Tabel V.22 Spesifikasi Centrifugal pump V L-248

Spesifikasi	Keterangan
Nama alat	Centrifugal pump V (L-248)
Fungsi	Memompa brine dari Impure brine tank (H-247) ke Wet mill (C-110)
Tipe	Centrifugal pump
Bahan	Commercial steel
Nominal size	2 in. schedule 40
Daya	0,5 hp
Head	3 m
Jumlah	1 unit

21. Mixing tank II (M-249)

Tabel V.23 Spesifikasi Mixing tank II M-249

Spesifikasi	Keterangan
Nama alat	Mixing tank II (M-249)
Fungsi	Mencampur brine dengan koagulan
Tipe pengaduk	Flat six-blade turbine with disk
Bentuk	Silinder dengan tutup atas dan bawah standar dished head
Pengelasan	Double welded butt joint
Bahan	Stainless steel, SA-240, grade M
Tekanan design	0,79 psi
Kapasitas tangki	0,07 m ³

Diameter tangki	0,5	m
Tinggi tutup atas	0,1	m
Tinggi silinder	0,5	m
Tinggi tutup bawah	0,1	m
Tebal tutup atas	0,19	in
Tebal silinder	0,19	in
Tebal tutup bawah	0,19	in
Daya pengaduk	7	hp
Jumlah	1,00	unit

22. Bucket elevator II (J-311)

Tabel V.24 Spesifikasi Bucket elevator II J-311

Spesifikasi	Keterangan
Nama alat	Bucket elevator II (J-311)
Fungsi	Mengantarkan garam ke Fluidized bed dryer B-310
Tipe	Continuous bucket elevator (untuk padatan halus)
Tinggi	1,5 m
Dimensi bucket	
Width	0,305 m
Projection	0,178 m
Depth	0,298 m
Jumlah bucket	5 unit
Daya	0,6 hp
Jumlah	1 unit

23. Fluidized bed dryer (H-310)

Tabel V.25 Spesifikasi Fluidized bed dryer H-310

Spesifikasi	Keterangan
Nama alat	Fluidized bed dryer (B-310)
Fungsi	Mengeringkan garam basah

Jenis	Vibrating fluidized bed dryer
Tinggi alat	4 m
Panjang bagian pemanas	8 m
Panjang bagian pendingin	5 m
Amplitudo getaran	0,0008 m
Frekuensi getaran	57 Hz
Jumlah	1 unit

24. Cyclone (H-312)

Tabel V.26 Spesifikasi Cyclone H-312

Spesifikasi	Keterangan
Nama alat	Cyclone (H-312)
Fungsi	Memisahkan partikel padatan dari udara
Bahan	Stainless steel, SA-240, grade M
Diameter cyclone	0,014 m
Diameter pencari vorteks	0,007 m
Tinggi pipa inlet	0,007 m
Tinggi cyclone bagian silinder	0,029 m
Kedalaman pencari vorteks	0,002 m
Tinggi cyclone bagian kerucut	0,029 m
Diameter outlet	0,004 m
Tinggi cyclone	0,057 m
Jumlah	1 unit

25. Induced draft fan (L-313)

Tabel V.27 Spesifikasi Induced draft fan L-313

Spesifikasi	Keterangan
Nama alat	Induced draft fan (L-313)
Fungsi	Membawa udara dari Cyclone (H-312) ke Wet scrubber (D-314)
Laju volumetrik udara	89.269 m ³ /jam
Daya	37 hp
Jumlah	1 unit

26. Wet scrubber (D-314)

Tabel V.28 Spesifikasi Wet scrubber D-314

Spesifikasi	Keterangan
Nama alat	Wet scrubber (D-314)
Fungsi	Menghilangkan debu dari udara
Diameter partikel hilang	0,00001 m
Kecepatan inlet	10 m/s
Panjang sisi inlet	0,72 m
Jumlah	1 unit

27. Air filter I (H-315)

Tabel V.29 Spesifikasi Air filter I H-315

Spesifikasi	Keterangan
Nama alat	Air filter I (H-315)
Fungsi	Menyaring udara sebelum masuk Fluidized bed dryer (B-310) sebagai udara panas
Laju volumetrik udara	12 m ³ /s
Luas area	5,2 m ²
Jumlah	1 unit

28. Blower I (L-316)

Tabel V.30 Spesifikasi Blower I L-316

Spesifikasi	Keterangan
Nama alat	Blower I (L-316)
Fungsi	Membawa udara untuk dipanaskan di furnace
Tipe	Single stage blower
Laju volumetrik	46.104 m ³ /jam
Daya	60 hp
Jumlah	1 unit

29. Air heater (E-317)

Tabel V.31 Spesifikasi Air heater E-317

Spesifikasi	Keterangan
Nama alat	Air heater (E-317)
Fungsi	Melakukan pemanasan terhadap udara yang akan masuk ke pengering
Tipe	Furnace
Heat duty	5.275.000 kJ/jam
Ukuran tube	0,25 in
Spacing tube	0,5 in
Jumlah tube	56 tube
Suhu flue gas	943 °C
Jumlah	1 unit

30. Air filter II (H-318)

Tabel V.32 Spesifikasi Air filter II H-318

Spesifikasi	Keterangan
Nama alat	Air filter II (H-318)
Fungsi	Menyaring udara sebelum masuk Fluidized bed dryer (B-310) sebagai udara dingin
Laju volumetrik udara	13 m ³ /s
Luas area	5,5 m ²
Jumlah	1 unit

31. Blower II (L-319)

Tabel V.33 Spesifikasi Blower II L-319

Spesifikasi	Keterangan
Nama alat	Blower II (L-319)
Fungsi	Membawa udara dingin untuk mendinginkan garam di bagian cooler Fluidized bed dryer (B-310)
Tipe	Single stage blower
Laju volumetrik	43.165 m ³ /jam
Daya	56 hp
Jumlah	1 unit

32. Bucket elevator III (J-321)

Tabel V.34 Spesifikasi Bucket elevator II J-321

Spesifikasi	Keterangan
Nama alat	Bucket elevator III (J-321)
Fungsi	Mengantarkan garam ke Screener H-322
Tipe	Continuous bucket elevator (untuk padatan halus)
Tinggi	5,0 m

Dimensi bucket		
Width	0,305	m
Projection	0,178	m
Depth	0,298	m
Jumlah bucket	7	unit
Daya	0,6	hp
Jumlah	1	unit

33. Screener (H-322)

Tabel V.35 Spesifikasi Screener H-322

Spesifikasi	Keterangan	
Nama alat	Screener (H-322)	
Fungsi	Memisahkan garam yang berukuran halus dari yang masih kasar	
Mesh	No. 35	
Sieve opening	0,50	mm
Nominal wire diameter	0,34	mm
Mesh	32	
Luas screen	0,017	m ²
Jumlah	1	unit

34. Screw conveyor I (J-323)

Tabel V.36 Spesifikasi Screw conveyor I J-323

Spesifikasi	Keterangan	
Nama alat	Screw conveyor I (J-323)	
Fungsi	Mengangkut garam ke Screw Conveyor II (J-324)	
Tipe	Conveyor dengan solid screw dilengkapi intermediate bearing	
Diameter screw	0,15	m

Screw pitch	0,15	m
Panjang conveyor	2,0	m
Daya	0,3	hp
Jumlah	1	unit

35. Screw conveyor II (J-324)

Tabel V.37 Spesifikasi Screw conveyor II J-324

Spesifikasi	Keterangan	
Nama alat	Screw conveyor II (J-324)	
Fungsi	Mengangkut garam ke Dry mill (C-320)	
Tipe	Conveyor dengan solid screw dilengkapi intermediate bearing	
Diameter screw	0,15	m
Screw pitch	0,15	m
Panjang conveyor	7,5	m
Tinggi conveyor	2,6	m
Sudut inklinasi	20	°
Daya	0,1	hp
Jumlah	1	unit

36. Dry mill (C-320)

Tabel V.38 Spesifikasi Dry mill C-320

Spesifikasi	Keterangan	
Nama alat	Dry mill (C-320)	
Fungsi	Mengecilkan ukuran garam yang telah mengalami proses elutriasi	
Tipe	Roll crusher	
Roll distance	0,001	m
Roll diameter	0,2	m
Crusher width	0,8	m
Capacity	421	kg/jam

Daya	35 hp
Jumlah	1 unit

37. Screw conveyor III (J-325)

Tabel V.39 Spesifikasi Screw conveyor III J-325

Spesifikasi	Keterangan
Nama alat	Screw conveyor III (J-325)
Fungsi	Mengangkut garam ke Bucket elevator IV (J-326)
Tipe	Conveyor dengan solid screw dilengkapi intermediate bearing
Diameter screw	0,15 m
Screw pitch	0,15 m
Panjang conveyor	2,0 m
Daya	0,3 hp
Jumlah	1 unit

38. Bucket elevator IV (J-326)

Tabel V.40 Spesifikasi Bucket elevator IV J-326

Spesifikasi	Keterangan
Nama alat	Bucket elevator IV (J-326)
Fungsi	Mengantarkan garam ke mesin pengemasan
Tipe	Continuous bucket elevator (untuk padatan halus)
Tinggi	1 m
Dimensi bucket	
Width	0,305 m
Projection	0,178 m
Depth	0,298 m
Jumlah bucket	4 unit
Daya	0,4 hp
Jumlah	1 unit

39. Packing machine (F-327)

Tabel V.41 Spesifikasi Packing machine F-327

Spesifikasi	Keterangan
Nama alat	Packing machine (F-327)
Fungsi	Melakukan pengemasan garam industri
Tipe filling machine	Impeller
Tipe weighing machine	Simultaneous fill-and-weigh
Laju pengemasan	22 kemasan/min
Jumlah	1 unit

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB VI

ANALISA EKONOMI

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

VI.1 Pengelolaan Sumber Daya Manusia

VI.1.1 Bentuk Badan Perusahaan

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

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

VI.1.2 Sistem Organisasi Perusahaan

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

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



Gambar VI.1 Struktur organisasi perusahaan

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

1. Pimpinan

Tugas pimpinan secara garis besar adalah :

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

2. Staf (Pembantu Pimpinan)

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

Macam-macam staf antara lain:

a. Staf koordinasi

Biasanya disebut staf umum, yaitu kelompok staf yang membantu pimpinan dalam perencanaan dan pengawasan, juga setiap saat memberikan nasehat kepada pimpinan baik diminta maupun tidak.

b. Staf teknik

Biasanya disebut staf khusus, yaitu kelompok staf yang memberikan pelayanan jasa kepada komponen pelaksana untuk melancarkan tugas pabrik.

c. Staf ahli

Staf ini terdiri dari para ahli dalam bidang yang diperlukan oleh pabrik untuk membantu direktur.

VI.1.3 Struktur Organisasi Perusahaan

Pembagian kerja dalam organisasi ini adalah :

1. Dewan Komisaris

Dewan Komisaris bertindak untuk melakukan pengawasan secara umum serta memberi nasihat kepada Direksi

Tugas dewan komisaris :

- Mengawasi direktur dan berusaha agar tindakan direktur tidak merugikan perseroan.
- Menetapkan kebijaksanaan perusahaan.
- Mengadakan evaluasi/pengawasan tentang hasil yang diperoleh perusahaan.
- Memberikan nasehat kepada direktur bila direktur ingin mengadakan perubahan dalam perusahaan.

2. Direktur Utama

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

Tugas direktur utama adalah :

- Menetapkan strategi perusahaan, merumuskan rencana-rencana dan cara melaksanakannya.
- Menetapkan sistem organisasi yang dianut dan menetapkan pembagian kerja, tugas dan tanggung jawab dalam perusahaan untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan.
- Mengadakan koordinasi yang tepat dari semua bagian.

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

3. Direktur

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

Tugas Direktur :

- Membantu direktur utama dalam perencanaan maupun dalam penelaahan kebijaksanaan pokok dalam bidang masing-masing.
 - Bertanggung jawab atas kelancaran, pengaturan, serta pemeliharaan pada bidang yang dibawah.
 - Mengumpulkan fakta-fakta kemudian menggolongkannya dan mengevaluasinya.
4. Kepala Bagian Pembukuan
Kepala Bagian Pembukuan bertanggung jawab dengan segala bentuk pembukuan kegiatan yang telah dilakukan dan merencanakan kegiatan yang akan dilakukan.
 5. Kepala Bagian Pengelolaan Dana
Kepala Bagian ini bertugas untuk mengadakan kontak dengan pihak penjual bahan baku dan mempersiapkan *order-order* pembelian.
 6. Kepala Bagian *Quality Control*
Kepala Bagian ini bertanggung jawab langsung kepada Direktur Produksi. Bagian ini juga bertugas mengontrol kualitas produk.
 7. Kepala Bagian Proses
Kepala Bagian ini bertugas mengusahakan agar barang-barang produksi dengan teknik yang memudahkan karyawan sehingga diperoleh produk dengan biaya rendah, kualitas tinggi dan harga yang bersaing yang diinginkan dalam waktu yang sesingkat mungkin.
 8. Kepala Bagian Promosi
Kepala Bagian Promosi bertanggung jawab atas kesuksesan pemasaran dengan melakukan berbagai promosi ke konsumen
 9. Kepala Bagian Penjualan
Kepala Bagian ini bertugas mengusahakan agar hasil-hasil produksi dapat disalurkan dan didistribusikan secara

tepat agar harga jual terjangkau dan mendapat keuntungan optimum.

10. Kepala Bagian Pendidikan dan Latihan

Kepala Bagian Pendidikan dan Latihan tugasnya mengurus peneliitandan pelatihan terhadap karyawan maupun pelajar yang akan melakukan kerja praktek.

11. Kepala Bagian Kepegawaian

Kepala Bagian kepegawaian bertugas mengurus kesejahteraan karyawan meliputi gaji, tunjangan dan penerimaan pegawai baru.

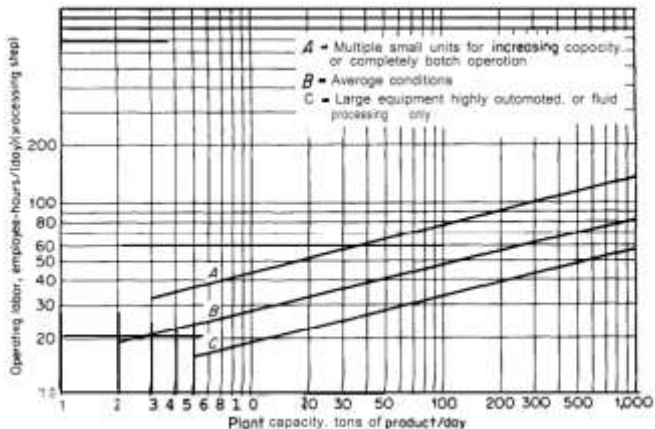
VI.1.4 Perincian Jumlah Tenaga Kerja

Jumlah karyawan yang dibutuhkan untuk proses produksi pabrik garam industri diuraikan sebagai berikut:

1. Penentuan Jumlah Karyawan Operasional

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

Kapasitas produksi Garam Industri = 121 ton/hari



Gambar VI.2 Kebutuhan pekerja dalam suatu pabrik kimia

Berdasarkan Figure 6-9 Timmerhaus 5th ed. untuk *average condition*, pada kapasitas 121 ton/hari diperoleh 50 pekerja-jam/(hari)(tahap proses), dimana dalam pabrik garam industri ini terdiri dari 3 tahapan proses sehingga jumlah karyawan proses yang terkena *shift* sebanyak 150 pekerja-jam/hari. Karyawan proses dibagi dalam 3 *shift* kerja dengan 1 *shift* kerja selama 8 jam/hari, jadi jumlah karyawan proses/*shift* adalah 6 orang/*shift*. Satu *shift* terdiri dari 3 grup sehingga jumlah operator total adalah 18 orang.

2. Jadwal Jam Kerja

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

a. Karyawan *Day Shift*

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

Jam kerja karyawan diatur sebagai berikut :

Senin – Jumat : 07.00 – 16.00

Istirahat

Senin – Kamis : 12.00 – 13.00

Jum'at : 11.30 – 13.00

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

b. Karyawan *Shift*

Karyawan *shift* berhubungan langsung dengan proses produksi. Yang termasuk karyawan *shift* adalah pekerja supervisor, operator dan *security*. Karyawan *shift* ini dibagi menjadi 3 group, yaitu A, B, C. Jam kerja karyawan diatur sebagai berikut:

Untuk pekerja operasi:

Shift pagi : 08.00 - 16.00

Shift sore : 16.00 - 24.00

Shift malam : 00.00 - 08.00

Untuk pekerja *security* :

Shift pagi	: 06.00 – 14.00
Shift sore	: 14.00 – 22.00
Shift malam	: 22.00 – 06.00

VI.1.5 Status Karyawan dan Pengupahan

Status karyawan dalam perusahaan adalah sebagai berikut.

a. **Karyawan Tetap**

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

b. **Karyawan Harian**

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

c. **Pekerja Borongan**

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

Tabel VI.1 Perincian jumlah karyawan

Jabatan	Jumlah
Dewan Komisaris	4
Direktur Utama	1
Direktur Produksi	1
Direktur Pemasaran	1
Direktur Keuangan	1
Direktur SDM	1

Jabatan	Jumlah
Sekretaris Perusahaan	1
Kepala Bagian	
Kabag Proses	1
Kabag <i>Quality Control</i>	1
Kabag Promosi	1
Kabag Penjualan	1
Kabag Pembukuan	1
Kabag Pengelolaan Dana	1
Kabag Kepegawaian	1
Kabag Pendidikan dan Pelatihan	1
Karyawan Proses	18
Karyawan <i>Quality Control</i>	8
Karyawan Promosi	6
Karyawan Penjualan	6
Karyawan Pembukuan	4
Karyawan Pengelolaan Dana	4
Karyawan Kepegawaian	2
Karyawan Pelatihan dan Pendidikan	2
Sopir	2
Satpam	2
Total	72

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

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

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

VI.2.1 Unit Pengolahan Air

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

1. Air sanitasi, meliputi air untuk laboratorium dan karyawan. Air sanitasi digunakan untuk keperluan para karyawan di lingkungan pabrik. Penggunaannya antara lain untuk konsumsi, mencuci, mandi, memasak, laboratorium, perkantoran dan lain-lain. Untuk unit penghasil air sanitasi diperlukan peralatan sebagai berikut : pompa air sungai, bak pra sedimentasi, bak koagulasi, dan flokulasi, tangki tawas, tangki $\text{Ca}(\text{OH})_2$, bak pengendap, bak penampung, pompa *sand filter*, tangki sand filter, bak penampung air bersih, bak penampung air sanitasi, dan pompa air untuk sanitasi. Adapun syarat air sanitasi, meliputi:

- a. Syarat fisik:
 - Suhu di bawah suhu udara
 - Warna jernih
 - Tidak berasa
 - Tidak berbau
 - Kekerusuhan SiO_2 tidak lebih dari 1 mg / liter
 - b. Syarat kimia:
 - pH = 6,5 - 8,5
 - Tidak mengandung zat terlarut yang berupa zat organik dan anorganik seperti PO_4 , Hg, Cu dan sebagainya
 - c. Syarat bakteriologi:
 - Tidak mengandung kuman atau bakteri, terutama bakteri patogen
 - Bakteri E. coli kurang dari 1/ 100 ml
2. Air proses
- Pada unit pengolahan air ini, peralatan yang digunakan meliputi: pompa air tangki brine, pompa air tangki mixer tangki, clarifier.

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

Analisa ekonomi dimaksudkan untuk mengetahui apakah suatu pabrik layak didirikan atau tidak. Analisa ekonomi yang dilakukan menggunakan metode *discounted cash flow* dengan anggapan sebagai berikut.

1. Modal
 - Modal sendiri = 40%
 - Modal pinjaman = 60%
2. Bunga bank = 9,75% (BCA, *personal loan*)
3. Laju inflasi = 2,72% (BI, Desember 2019)
4. Masa konstruksi 2 tahun
 - Tahun pertama menggunakan 40% modal sendiri dan 60% modal pinjaman
 - Tahun kedua menggunakan sisa modal sendiri dan pinjaman
5. Pembayaran modal pinjaman selama masa konstruksi dilakukan secara diskrit dengan cara sebagai berikut:
 - (a) Pada awal masa konstruksi (awal tahun kedua) dilakukan sebesar 50% dari modal pinjaman untuk keperluan pembelian tanah dan berbagai hal uang muka
 - (b) Pada akhir tahun kedua masa konstruksi (tahun pertama) dibayarkan sisa modal pinjaman
6. Pengembalian dalam waktu 10 tahun sebesar 10%
7. Umur pabrik diperkirakan sebesar 10 tahun dengan depresiasi sebesar 10%
8. Kapasitas produksi
 - (a) Tahun I = 60%
 - (b) Tahun II = 80%
 - (c) Tahun III = 100%

9. Pajak pendapatan = 35%
(Untuk > Rp. 500.000.00, UU PPh no. 36, 2008)

VI.3.1 Analisa Laju Pengembalian Modal (*Internal Rate of Return/IRR*)

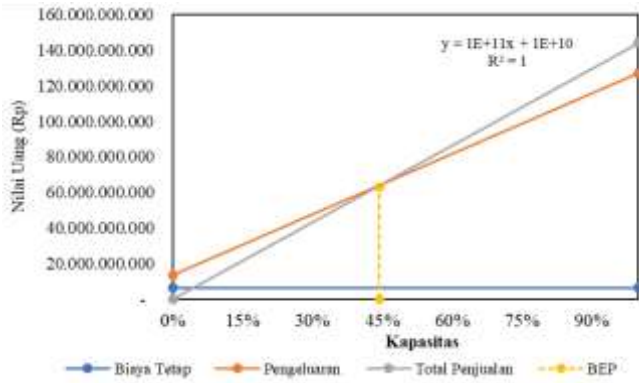
Hasil perhitungan ekonomi pada Appendiks D menunjukkan bahwa didapatkan harga discount rate $i = 19,30\%$. Nilai tersebut lebih besar dari harga bunga pinjaman, sebesar $9,75\%$ /tahun. Hal itu menunjukkan bahwa pabrik ini layak didirikan dengan kondisi tingkat bunga pinjaman $9,75\%$ per tahun.

VI.3.2 Analisa Waktu Pengembalian Modal (*Pay Out Time/POT*)

Waktu pengembalian modal yang didapatkan dari Appendiks D adalah 4,1 tahun. Hal ini menunjukkan bahwa pabrik layak didirikan karena modal telah kembali pada jangka waktu di bawah asumsi umur pabrik 10 tahun.

VI.3.3 Analisa Titik Impas (*Break Even Point/BEP*)

Analisa titik impas digunakan untuk mengetahui besarnya kapasitas produksi di mana pabrik tidak laba atau rugi atau total penjualan sama dengan total ongkos produksi. Beberapa komponen yang merupakan komponen *total production cost* digunakan untuk mencari BEP, yaitu: biaya tetap (*fixed cost/FC*), biaya variabel (*variable cost/VC*), dan biaya semivariabel (*semivariable cost/SVC*). Perhitungan Appendiks D menunjukkan bahwa titik impas terletak pada nilai $44,3\%$.



Gambar VI.3 Grafik titik impas

BAB VII KESIMPULAN

Pabrik garam industri dari garam rakyat dengan metode pencucian ini didirikan untuk memenuhi kebutuhan garam industri dalam negeri sehingga konsumsi garam industri impor dapat ditekan. Untuk mengetahui kelayakan dari pra desain pabrik garam industri dari garam rakyat dengan metode pencucian, akan didiskusikan segi teknis dan segi ekonomis desain.

VII.1 Segi Teknis

Pra desain pabrik garam industri dari garam rakyat dengan metode pencucian telah melakukan penyesuaian seleksi proses dari beberapa jenis proses yang ada. Secara teknis, pabrik telah memenuhi syarat kelayakan karena:

1. Proses pencucian digunakan oleh pabrik garam industri pada umumnya, seperti PT. Cheetam Garam Indonesia dan PT. Garam.
2. Memiliki efisiensi operasi yang baik dengan peralatan menggunakan teknologi elutriasi.
3. Kontrol yang baik dari proses ini akan menghasilkan mutu produk yang baik.

VII.2 Segi Ekonomis

Untuk mengetahui kelayakan pra desain pabrik dari segi ekonomi, telah dilakukan analisa ekonomi meliputi perhitungan *internal rate of return* (IRR), *pay out time* (POT), dan *break even point* (BEP). Untuk bunga bank 9,75%, IRR ditemukan senilai 19,30% yaitu lebih besar dari bunga bank. Untuk POT, modal pabrik akan kembali dalam 4,1 tahun, relatif singkat dibanding perkiraan umur pabrik 10 tahun. BEP didapatkan pada 44,3% produksi.

VII.3 Kesimpulan

Dari hasil yang telah diuraikan pada bab-bab sebelumnya, didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Perencanaan operasi : kontinu, 24 jam/hari, 330 hari/tahun
2. Kapasitas produksi : 40.000 ton/tahun
3. Lokasi :Kec. Arosbaya, Kab. Bangkalan, Jawa Timur
4. Bentuk perusahaan : perseroan terbatas
5. Bahan baku
 - a. Garam rakyat : 52.631 ton/tahun
 - b. Na_2CO_3 : 555 ton/tahun
 - c. NaOH : 3.136 ton/tahun
 - d. BaCl_2 : 3.149 ton/tahun
6. Umur pabrik : 10 tahun
7. Masa konstruksi : 2 tahun
8. Analisa ekonomi
 - a. Pembiayaan
 - Pemodalan : 60% pinjaman bank
40% modal sendiri
 - Bunga bank : 9,75%
 - TCI : Rp. 41.458.246.039
 - TPC : Rp. 129.648.656.066
 - b. Penerimaan
 - Hasil penjualan : Rp. 144.000.000.000/tahun
 - c. Rehabilitasi perusahaan
 - IRR : 19,30%
 - POT : 4,1 tahun
 - BEP : 44,3%

Dari hasil uraian di atas, pabrik garam industri ini layak untuk didirikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bond, FC (1961). Crushing & grinding calculations part I. *British Chemical Engineering*.
- BPS Kabupaten Bangkalan (2018). *Kabupaten Bangkalan Dalam Angka 2018*. BPS Bangkalan. <https://bangkalankab.bps.go.id/publication/2018/08/16/> Accessed 12-01-2020.
- BSN (1989). *SNI garam industri 06-0303-1989*. Badan Standardisasi Nasional.
- (2010). *SNI garam konsumsi beryodium 3356:2010*. Badan Standardisasi Nasional.
- (2017). *SNI garam bahan baku 4435:2017*. Badan Standardisasi Nasional.
- Couper, J. R., Penney, W. R., Fair, J. R., & Walas, S. M. *Chemical Process Equipment: Selection and Design*. 2012.
- Cox, P. J. (1996). Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology. *Talanta*, 5(43), 805.
- Direktorat Jenderal Pengelolaan Ruang Laut (2016). *Luas lahan garam menurut kabupaten 2016*. <http://statistik.kkp.go.id/sidatik-dev/2.php?t=25>. Accessed 25-11-2019.
- Egbe, E., & Olugboji, O. (2016). Design, fabrication and testing of a double roll crusher. *International Journal of Engineering Trends and Technology (IJETT)*, 511-516.
- Geankoplis, C. J. (2003). *Transport processes and separation process principles:(includes unit operations)*. Prentice Hall Professional Technical Reference.
- Haynes, W. M. (2014). *CRC handbook of chemistry and physics*. CRC press.
- Himmelblau, D. M., & Riggs, J. B. (2004). *Basic principles and Calculations in Chemical Engineering*, Prentice Hall,

- Kaufmann, DW (1986). *Sodium chloride: the production and properties of salt and brine*. Hafner Publishing Company, Inc.: NY.
- Kern, D. Q. (1997). *Process heat transfer*. Tata McGraw-Hill Education.
- Kulweic, R. A. (Ed.). (1985). *Materials handling handbook*. John Wiley & Sons.
- Kunii, D., & Levenspiel, O. (2013). *Fluidization engineering*. Elsevier.
- Kusnarjo (2010). *Desain tangki bertekanan*.
- Kwauk, M. (1991). Particulate fluidization: an overview. In *Advances in chemical engineering* (Vol. 17, pp. 207-360). Academic Press.
- McCabe, W. L., Smith, J. C., & Harriott, P. (2005). *Unit operations of chemical engineering* (Vol. 1130). New York: McGraw-hill.
- Mudakavi, J. R. (2010). *Principles and practices of air pollution control and analysis*. IK International Pvt Ltd.
- Mujumdar, A. S. (2014). *Handbook of industrial drying*. CRC press.
- Neikov, O. D., Nabojchenko, S. S., Murashova, I. B., Gopienko, V. G., Frishberg, I. V., & Lotsko, D. V. (2009). *Handbook of non-ferrous metal powders*. Technologies and applications by OD Neikov.
- Pakowski, Strumillo & Mujumdar (1984). Theory and applications in vibrated beds and vibrated fluid beds for drying processes. *Advances in Drying*. vol. 3. Pp. 245-299
- Perry (1997). *Perry's handbook for chemical engineers*.
- Poós, T., & Szabó, V. (2018). Volumetric Heat Transfer Coefficient in Fluidized-Bed Dryers. *Chemical Engineering & Technology*, 41(3), 628-636.
- PVMBG, Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi. (2010) KRB Gempa Jatim. <http://vsi.esdm.go.id/gallery/picture.php?/266/category/18>. Accessed 12-01-2020.

- (2017). Peta ZKGT Kabupaten Bangkalan. <http://vsi.esdm.go.id/gallery/picture.php?/173/category/17> Accessed 12-01-2020.
- Rusgiyono, A, dkk. (2013). Pemetaan produksi dan komposisi garam. *Prosiding seminar nasional statistika Universitas Diponegoro 2013*.
- Salim, Z & Munadi, E (2016). *Info komoditas garam*. Badan Pengkajian dan Pengembangan Perdagangan: Jakarta.
- Siebtechnik (n.d.) *SHS pusher centrifuge*. Siebtechnik.
- Smith, R. (2005). *Chemical process: design and integration*. John Wiley & Sons.
- Spivakovsky, A., & Dyachkov, V. K. (1955). *Conveyors and related equipment*. peace publishers.
- Timmerhaus, K. D., & West, R. E. (2003). *Plant design and economics for chemical engineers*. McGraw-Hill.
- Towler, G., & Sinnott, R. (2012). *Chemical engineering design: principles, practice and economics of plant and process design*. Elsevier.
- UN Comtrade (n.d.). *2501 - United Nations Statistics Division*. UN Comtrade.
- Undang-Undang No. 36 Tahun 2008 Tentang Pajak Penghasilan.
- Water Treatment Federation, C. D. (2005). WEF Manual of Practice No. FD-8.
- Wirth, K, Sedivy VM, Chromec, P & Rytz, D (1998). *Salt purification facility*. Patent No. 720656. Australian Patent Office.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BIODATA PENULIS



Rully Prameisti Audhina lahir di Surabaya, 14 Mei 1997. Penulis mengenyam pendidikan di SD Negeri Wonokromo 1 (2006-2009), SMP Negeri 12 Surabaya (2009-2012), dan SMA Negeri 2 Surabaya (2012-2015). Pada jenjang perkuliahan, penulis melanjutkan studi sarjananya di Departemen Teknik Kimia ITS. Penulis memiliki pengalaman kerja praktek di PT. Chandra Asri Petrochemical pada Juli 2019.

Email : rully.audhina@gmail.com

No. HP : 081 232 999 075

BIODATA PENULIS



Muhammad Hanif Chusnul Farhan lahir di Pekanbaru, 23 Februari 1998. Penulis mengenyam pendidikan di SD Muhammadiyah 4 Surabaya (2006-2009), SMP Negeri 6 Surabaya (2009-2012), dan SMA Negeri 5 Surabaya (2012-2015). Pada jenjang perkuliahan, penulis melanjutkan studi sarjananya di Departemen Teknik Kimia ITS. Penulis memiliki pengalaman kerja praktek di PT. Chandra Asri Petrochemical pada Juli 2019..

Email : mhanifcf@gmail.com

No. HP : 082 335 616 383

