



TUGAS DESAIN PABRIK KIMIA - TK184803

**PRA-DESAIN PABRIK GARAM INDUSTRI DARI
GARAM RAKYAT DENGAN METODE
HIDROEKSTRAKSI**

Oleh:

PUMA REGINKA

NRP. 02211640000064

HANA RAFIDAH HASAN

NRP. 02211640000121

Dosen Pembimbing:

Siti Zullaikah, S.T., M.T., Ph.D

Prof. Dr. Ir. H. M. Rachimoellah, Dipl. EST

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



TUGAS DESAIN PABRIK KIMIA – TK184803

PRA-DESAIN PABRIK GARAM INDUSTRI DARI GARAM RAKYAT DENGAN METODE HIDROESKTRAKSI

Oleh:

Puma Reginka

NRP 02211640000064

Hana Rafidah Hasan

NRP 02211640000121

Dosen Pembimbing 1

Siti Zullaikah, S.T., M.T., Ph.D

NIP. 19780716 200812 2 002

Dosen Pembimbing 2

Prof. Dr. Ir. H. M. Rachimoellah, Dipl. EST

NIP. 19491117 197612 1 001

DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI DAN REKAYASA

SISTEM

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SURABAYA

2020



PLANT DESIGN PROJECT – TK184803

**PRE-DESIGN OF INDUSTRIAL SALT FACTORY
FROM SOLAR SALT USING HYDROEXTRACTION
METHOD**

Written by:

Puma Reginka

NRP 02211640000064

Hana Rafidah Hasan

NRP 02211640000121

Advisor 1

Siti Zullaikah, S.T., M.T., Ph.D

NIP. 19780716 200812 2 002

Advisor 2

Prof. Dr. Ir. H. M. Rachimoellah, Dipl. EST

NIP. 19491117 197612 1 001

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

LEMBAR PENGESAHAN

Laporan Tugas Desain Pabrik Kimia dengan judul:

"PRA DESAIN PABRIK GARAM INDUSTRI DARI GARAM RAKYAT DENGAN METODE HIDROEKSTRAKSI"

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

Oleh:

Puma Reginka

02211640000064

Hana Rafidah Hasan

02211640000121

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Desain Pabrik Kimia:

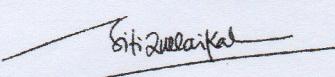
1. Hakun Wirawasista A. S.T., M.MT., Ph.D
2. Orchidea Rachmaniah, S.T., M.T.
3. Dr. Kusdianto, S.T., M. Sc. Eng.

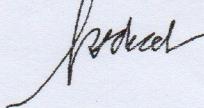


Surabaya, 11 Februari 2020

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II


Siti Zullaikah



Prof. Dr. Ir. H. M. Rachimoellah, Dipl., EST.

NIP. 19780716 200812 1 002

NIP. 19491117 197612 1 001

Mengetahui,

Kepala Departemen Teknik Kimia FTIRS-ITS



PRE-DESIGN OF INDUSTRIAL SALT FACTORY FROM SOLAR SALT USING HYDROEXTRACTION METHOD

Name	:	1. Puma Reginka (02211640000064) 2. Hana Rafidah Hasan (02211640000121)
Department	:	Chemical Engineering
Advisor	:	1. Siti Zullaikah, S.T., M.T., Ph.D 2. Prof. Dr. Ir. H. M. Rachimoellah, Dipl. EST

ABSTRACT

Salt can be defined as a collection of chemical compounds whose main composition is sodium chloride (NaCl) with impurities consisting of CaSO₄, MgSO₄, MgCl₂ and others. Salt is an inorganic compound in the form of clear crystals, dissolves in water and is hygroscopic. Salt is usually used as a cooking spice to give food a salty taste, food preservation and traditional medicine. Along with the development of science and technology, the NaCl content in salt can be increased so that it becomes a product of Industrial Salt with a 98% NaCl content which is used to support industry in Indonesia. It is estimated that the need for salt for industry will increase by around 50,000 tons every year. The high demand for salt is triggered by the continued increase in the national food industry and other industries. With these great opportunities, it can be concluded that the establishment of a salt refining plant in Indonesia will have profitable investment opportunities. The factory is planned to start operating in 2023 and the production capacity of the Industrial Salt factory is set at 200,000 tons/year.

The location for the construction of this salt refining plant is planned to be in Kec. Kalianget, Kab. Sumenep, Madura. The location determination of the factory is based on several reasons, namely proximity to raw materials, availability of water sources,

availability of power (PLN), transportation facilities and marketing close to the port.

There are generally two kinds of salt refining process, namely the recrystallization process and the brine washing process (hydro-extraction). Based on the considerations of the advantages and disadvantages of the process, it was determined that the process used was the brine washing process (hydro-extraction method) because with the hydro-extraction method, the purity achieved was higher than the other methods.

In general, the washing process using the hydro-extraction method is divided into 4 process stages, namely the Pre-Treatment stage of raw materials, the washing and separation stage, the brine-making stage and the drying and packaging stage. In the first stage, solar salt from the Raw Material Warehouse (F-111) is transported using Belt Conveyor I (J-112) to the Roll Crusher (C-110) for a size reduction process so that the size is smaller and relatively uniform. In addition to reducing the size, the roll crusher functions to break the crystal core from the salt.

In the second stage, the process of washing solar salt is carried out twice. The first washing of the solar salt from Storage Tank 1 (F-212) is flowed to Mixer Tank I (M-210). The salt that enters Mixer Tank 1 (M-210) is then added to the washing solution, namely saturated brine which is flowed from Brine Tank 1 (F-423) using the Brine Pump (L-213). In the Mixer Tank 1 (M-210), brine and solar salt will be stirred using an agitator so that impurities such as CaSO_4 , MgSO_4 , MgCl_2 and CaCl_2 will dissolve in the brine. After the first washing process, the salt solution is flowed gravity into the second washing process, namely the Screw Washer (J-220). Washing stage 2 functions to increase the NaCl level. The solid salt washed in the Screw Washer (J-220) will then be flowed to the Rotary Dryer (B-310). While the brine solution from the Screw Washer (J-220) will be directly flowed from towards Brine Tank 2 (F-421) by gravity.

In the third stage, brine is made from dissolving salt from salt that does not pass the Double Screener (H-330) which is

flowed into the Brine Mixer Tank (M-410). In the Brine Mixer Tank (M-410), industrial salt is mixed with water through a stirring process using an agitator so that the salt dissolves in water. Then, the brine is flowed to Brine Tank 1 (F-423) using the Fresh Brine Pump (L-411). Then, the brine solution was obtained from the Screw Washer (J-220) accommodated in Brine Tank 2 (F-421). Then, the brine solution is streamed to Mixer Tank 2 (M-420) where NaOH, BaCl₂ and Na₂CO₃ will be added. NaOH, BaCl₂, and Na₂CO₃ function as coagulants to form the core of impurities in brine deposits. After the Mixer Tank 2 (M-420), the brine and coagulant solution mixture was deposited in the Gravity Settling Tank (H-422). The sediment formed will be further processed at the WWTP section, while the clean brine solution is flowed to the Brine Tank I (F-423) reservoir through the Recycle Brine Pump (L-424).

In the last stage, the solids (salt crystals) then go to the Rotary Dryer (B-310) for the drying process. In the Rotary Dryer (B-310) there is a process of drying salt crystals with the help of hot air entering counter-current. Hot air is generated from ordinary air that is flowed from the Dryer Blower (G-312) and then passed to the Electrical Heater (E-313). The air that comes out of the Rotary Dryer (B-310) is flowed into the Dryer Cyclone (H-314) to separate the solids from the air. The salt crystal product that comes out of the Rotary Dryer (B-310) is still too hot so it must be cooled down before packaging. In the Rotary Cooler (B-320), there is a cooling process of salt crystals from the Rotary Dryer (B-310) with air from the Cooler Blower (G-321) entering co-current. Air released by the Rotary Cooler (B-320) is flowed into the Cooler Cyclone (H-322) to separate solids and air. The output of the Rotary Cooler (B-320) is transported using a Bucket Conveyor (J-331) to the Roll Crusher (C-332) for size reduction according to the desired product size. Solids that have passed the size reduction process will enter the Double Screener (H-330) to separate salts with sizes that meet the standard from those that are not according to the standard. Then, it is accommodated into Storage Tank 2 (F-

333). Non-standard salt will be put into the Brine Mixer Tank (M-410) to make new brine. Furthermore, the salt that conforms to the standard will be put into Salt Storage (F-334) which will then carry out the packaging process.

Based on the mass balance calculation, to meet the production capacity of 200,000 tons/year, 30,000 kg/hour of solar salt is needed and 50,000 tons/year of brine. The production process is also supported by process utilities, including water needs for sanitation and process water, electricity as a power source for process equipment and lighting.

This salt refining plant is a limited liability company (PT) with a line and staff organization system. To be able to establish a factory with a capacity of 200,000 tons/year, a total investment capital of Rp313,103,040,963 is required; total production costs Rp385,760,639,531 with an estimated annual sales proceeds of Rp460,000,000,000. With an estimated factory age of 10 years and a loan repayment period of 10 years, it can be seen that the Internal Rate of Return (IRR) is 26.6%, Pay Out Time (POT) is 4.91 years and Breakeven Point (BEP) is 42.46%.

PRA-DESAIN PABRIK GARAM INDUSTRI DARI GARAM RAKYAT DENGAN METODE HIDROEKSTRAKSI

Nama : 1. Puma Reginka (02211640000064)
2. Hana Rafidah Hasan (02211640000121)

Departemen : Teknik Kimia

Dosen Pembimbing: 1. Siti Zullaikah, S.T., M.T., Ph.D
2. Prof. Dr. Ir. H. M. Rachimoellah, Dipl.
EST

INTISARI

Garam dapat didefinisikan sebagai kumpulan senyawa kimia yang komposisi utamanya adalah Natrium Klorida (NaCl) dengan zat-zat pengotor terdiri dari CaSO₄, MgSO₄, MgCl₂, dan lain-lain. Garam merupakan senyawa anorganik yang berbentuk kristal berwarna bening, larut dalam air dan bersifat higroskopis. Garam biasanya digunakan sebagai bumbu masak untuk memberi rasa asin pada makanan, pengawetan makanan dan obat-obatan tradisional. Seiring berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi, kandungan NaCl pada garam dapat ditingkatkan sehingga menjadi produk Garam Industri dengan kadar NaCl 98% yang digunakan untuk menyokong perindustrian di Indonesia. Diperkirakan, kebutuhan garam untuk industri akan bertambah sekitar 50.000 ton setiap tahun. Tingginya kebutuhan garam ini dipicu oleh terus meningkatnya industri pangan nasional dan industri lainnya. Dengan berbagai peluang besar tersebut maka dapat disimpulkan bahwa pendirian pabrik pemurnian garam di Indonesia akan memiliki peluang investasi yang menguntungkan. Pabrik direncanakan mulai beroperasi tahun 2023 dan ditetapkan kapasitas produksi pabrik Garam Industri sebesar 200.000 ton/tahun.

Lokasi pendirian pabrik pemurnian garam ini direncanakan berada di kecamatan Kalianget, kabupaten Sumenep, Madura.

Penentuan lokasi pendirian pabrik didasarkan pada beberapa alasan, yaitu dekat dengan bahan baku, ketersediaan sumber air, ketersediaan *power* (PLN), sarana transportasi, dan pemasaran dekat dengan pelabuhan.

Proses pemurnian garam pada umumnya ada dua macam, yaitu proses rekristalisasi dan proses pencucian dengan *brine* (hidroekstraksi). Berdasarkan pertimbangan keuntungan dan kekurangan proses ditetapkan proses yang digunakan adalah proses pencucian dengan *brine* (metode hidroekstraksi) karena dengan metode hidroekstraksi, kemurnian yang dicapai lebih tinggi dibandingkan dengan metode yang lainnya.

Secara umum proses pencucian dengan metode hidroekstraksi dibagi menjadi 4 tahapan proses, yaitu tahap *Pre-Treatment* bahan baku, tahap pencucian dan pemisahan, tahap pembuatan *brine* dan tahap pengeringan dan pengemasan. Tahap pertama, garam rakyat dari Gudang Bahan Baku (F-111) diangkut menggunakan *Belt Conveyor I* (J-112) menuju ke *Roll Crusher* (C-110) untuk dilakukan proses *size reduction* agar ukurannya menjadi lebih kecil dan relatif seragam. Selain untuk melakukan pengecilan ukuran, *roll crusher* berfungsi memecah inti kristal dari garam.

Pada tahap kedua, proses pencucian garam rakyat dilakukan 2 kali. Pencucian pertama garam rakyat dari Tangki Penampung 1 (F-212) dialirkan menuju *Mixer Tank I* (M-210). Garam yang masuk *Mixer Tank I* (M-210) kemudian ditambahkan larutan pencuci yaitu *brine* jenuh yang dialirkan dari *Brine Tank I* (F-423) menggunakan *Brine Pump* (L-213). Di dalam *Mixer Tank I* (M-210), *brine* dan garam rakyat akan diaduk menggunakan *agitator* sehingga pengotor seperti CaSO₄, MgSO₄, MgCl₂, dan CaCl₂ akan larut pada *brine*. Setelah dilakukan proses pencucian pertama, larutan garam dialirkan secara gravitasi menuju pencuci tahap 2 yaitu *Screw Washer* (J-220). Pencucian tahap 2 berfungsi untuk meningkatkan kadar NaCl. Padatan garam hasil pencucian di *Screw Washer* (J-220) yang selanjutnya akan dialirkan ke *Rotary Dryer* (B-310). Sedangkan larutan *brine* dari *Screw Washer* (J-220)

akan langsung dialirkan menuju dari menuju *Brine Tank 2* (F-421) secara gravitasi.

Pada tahap ketiga, *brine* dibuat dari melarutkan garam dari garam yang tidak lolos *Double Screener* (H-330) dialirkan menuju *Brine Mixer Tank* (M-410). Pada *Brine Mixer Tank* (M-410), garam industri dicampurkan dengan air melalui proses pengadukan menggunakan *agitator* agar garam larut di dalam air. Kemudian, *brine* dialirkan menuju *Brine Tank 1* (F-423) menggunakan *Fresh Brine Pump* (L-411). Kemudian, larutan *brine* didapat dari *Screw Washer* (J-220) ditampung di *Brine Tank 2* (F-421). Lalu, larutan *brine* dialirkan menuju *Mixer Tank 2* (M-420) yang di mana akan dilakukan penambahan NaOH, BaCl₂, dan Na₂CO₃. NaOH, BaCl₂, dan Na₂CO₃ berfungsi sebagai koagulan untuk membentuk inti endapan dari pengotor dalam *brine*. Setelah dari *Mixer Tank 2* (M-420), dilakukan pengendapan pada campuran larutan *brine* dan koagulan di dalam *Gravity Settling Tank* (H-422). Endapan yang terbentuk akan dilakukan proses lanjutan di bagian WWTP, sedangkan larutan *brine* yang telah bersih dialirkan menuju penampungan *Brine Tank 1* (F-423) melalui *Recycle Brine Pump* (L-424).

Pada tahap terakhir, padatan (kristal garam) kemudian menuju ke *Rotary Dryer* (B-310) untuk dilakukan proses pengeringan. Pada *Rotary Dryer* (B-310) terjadi proses pengeringan kristal garam dengan bantuan udara panas yang masuk secara *counter-current*. Udara panas dihasilkan dari udara biasa yang dialirkan dari *Dryer Blower* (G-312) lalu dilewatkan pada *Electrical Heater* (E-313). Udara yang keluar dari *Rotary Dryer* (B-310) dialirkan menuju *Dryer Cyclone* (H-314) untuk memisahkan antara padatan dan udara. Produk kristal garam yang keluar dari *Rotary Dryer* (B-310) masih terlalu panas sehingga harus dilakukan pendinginan terlebih dahulu sebelum dilakukan pengemasan. Pada *Rotary Cooler* (B-320), terjadi proses pendinginan kristal garam dari *Rotary Dryer* (B-310) dengan udara dari *Cooler Blower* (G-321) yang masuk secara *co-current*. Udara keluaran *Rotary Cooler* (B-320) dialirkan menuju *Cooler Cyclone*

(H-322) untuk memisahkan antara padatan dan udara. Produk keluaran *Rotary Cooler* (B-320) diangkut menggunakan *Bucket Conveyor* (J-331) menuju *Roll Crusher* (C-332) untuk dilakukan *size reduction* sesuai dengan ukuran produk yang diinginkan. Padatan yang telah melewati proses *size reduction* akan masuk ke dalam *Double Screener* (H-330) untuk memisahkan garam dengan ukuran yang telah sesuai standar dengan yang tidak sesuai standar. Kemudian, ditampung ke dalam Tangki Penampung 2 (F-333). Garam yang tidak sesuai standar akan dimasukkan ke *Brine Mixer Tank* (M-410) untuk dibuat *brine* baru. Selanjutnya garam yang sesuai standar akan dimasukkan ke dalam *Salt Storage* (F-334) yang selanjutnya akan dilakukan proses *packaging*.

Berdasarkan perhitungan neraca massa, untuk memenuhi kapasitas produksi sebanyak 200.000 ton/tahun dibutuhkan bahan baku garam rakyat sebanyak 30.000 kg/jam dan bahan *brine* sebanyak 50.000 ton/tahun. Proses produksi juga didukung oleh utilitas proses, antara lain kebutuhan air yang digunakan untuk sanitasi dan air proses, listrik sebagai sumber tenaga penggerak peralatan proses dan penerangan.

Pabrik pemurnian garam ini merupakan perusahaan yang berbadan hukum Perseroan Terbatas (PT) dengan sistem organisasi garis dan staff. Untuk dapat mendirikan pabrik dengan kapasitas 200.000 ton/tahun diperlukan total modal investasi sebesar Rp313.103.040.963; total biaya produksi Rp385.760.639.531 dengan estimasi hasil penjualan per-tahun Rp460.000.000.000. Dengan estimasi umur pabrik 10 tahun dan waktu pengembalian pinjaman selama 10 tahun, dapat diketahui *Internal Rate of Return* (IRR) sebesar 26,6%, *Pay Out Time* (POT) 4,91 tahun dan *Breakeven Point* (BEP) sebesar 42,46%.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya yang dicurahkan kepada kami sehingga kami dapat menyelesaikan laporan tugas akhir dengan judul:

“PRA-DESAIN PABRIK GARAM INDUSTRI DARI GARAM RAKYAT DENGAN METODE HIDROEKSTRAKSI”

Penulisan laporan ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan pada jenjang S-1 untuk memperoleh gelar kesarjanaan di Departemen Teknik Kimia FTI-ITS Surabaya. Penulis menyadari dalam penyusunan laporan pra desain pabrik ini tidak akan selesai tanpa bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini kami ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Orang tua dan keluarga atas segala kasih sayang, kesabaran, doa dan pengorbanan dalam mendidik dan membesarkan kami.
2. Ibu Dr. Widiyastuti, S.T., M.T. selaku Kepala Departemen Teknik Kimia FTIRS-ITS.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. H. M. Rachimoellah, Dipl. Est. selaku Kepala Laboratorium Biomassa dan Konversi Energi dan Dosen Pembimbing yang banyak memberikan masukan bagi kami.
4. Ibu Siti Zullaikah, S.T., M.T., Ph.D. selaku dosen pembimbing atas bimbingan, kesabaran dan saran serta waktu yang diberikan.
5. Ibu Orchidea Rachmaniah, S.T., M.T. selaku dosen Laboratorium Biomassa dan Konversi Energi.
6. Bapak dan Ibu selaku dosen pengajar serta seluruh karyawan Departemen Teknik Kimia FTIRS-ITS.
7. Teman-teman Laboratorium Biomassa dan Konversi Energi serta rekan-rekan K-56 Tebas

Tuntas atas kebersamaannya yang telah memberikan motivasi, semangat, dan dukungannya kepada kami.

Kami menyadari bahwa materi yang kami sajikan masih banyak kekurangan dan jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, kami sangat mengharapkan saran dan masukan yang konstruktif dari pembaca.

Surabaya, 12 Januari 2020

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	
INTISARI	i
ABSTRACT.....	v
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
BAB I LATAR BELAKANG	I-1
BAB II BASIS DESAIN DATA	II-1
II.1 Kapasitas Produksi	II-1
II.2 Lokasi.....	II-3
II.2.1 Faktor Utama dalam Pemilihan Lokasi Pabrik	II-4
II.2.2 Faktor Pendukung dalam Pemilihan Lokasi Pabrik	II-14
II.3 Kualitas Bahan Baku dan Produk	II-20
II.3.1 Potensi Bahan Baku.....	II-20
II.3.2 Spesifikasi Bahan Baku	II-20
II.3.3 Kualitas Produk	II-21
BAB III SELEKSI DAN URAIAN PROSES	III-1
III.1 Macam-Macam Proses Pemurnian Garam	III-1
III.1.1 Pencucian dengan <i>Brine (Washing)</i>	III-1
III.1.2 Rekrystalisasi	III-3
III.2 Parameter-Parameter dalam Pemilihan Proses .	III-4
III.3 Pemilihan Proses	III-5
III.4 Uraian Proses	III-6
III.4.1 Tahap <i>Pre-Treatment</i> Bahan Baku (Perlakuan Awal)	III-6
III.4.2 Tahap <i>Washing and Filtration</i> (Pencucian dan Pemisahan)	III-7
III.4.3 Tahap <i>Brine Preparation</i> (Pembuatan <i>Brine</i>)	III-7

III.4.4 Tahap <i>Drying and Packing</i>	
Produk (Pengeringan dan Pengemasan)	.. III-8
BAB IV NERACA MASSA DAN ENERGI.....	IV-1
IV.1 Neraca Massa	IV-1
IV.2 Neraca Energi	IV-21
BAB V DAFTAR DAN HARGA PERALATAN	V-1
BAB VI ANALISA EKONOMI	VI-1
VI.1 Pengelolaan Sumber Daya Manusia	VI-1
VI.1.1 Bentuk Badan Perusahaan	VI-1
VI.1.2 Sistem Organisasi Perusahaan	VI-2
VI.1.3 Struktur Organisasi Perusahaan	VI-4
VI.1.4 Perincian Jumlah Tenaga Kerja	VI-7
VI.1.5 Status Karyawan dan Pengupahan....	VI-9
VI.2 Utilitas	VI-11
VI.2.1 Unit Pengolahan Air	VI-12
VI.2.2 Unit Pembangkit Tenaga Listrik.....	VI-13
VI.2.3 Unit Penangan Limbah	VI-13
VI.3 Analisa Ekonomi.....	VI-14
VI.3.1 Asumsi Perhitungan	VI-14
VI.3.2 Analisa Keuangan	VI-14
BAB VII KESIMPULAN	VII-1
DAFTAR PUSTAKA	xix

DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1	Peta persebaran sentra produksi garam di Indonesia.....	I-1
Gambar II.1	Peta produksi garam di Indonesia.....	II-5
Gambar II.2	Peta wilayah kabupaten Sumenep	II-16
Gambar II.3	Peta wilayah kabupaten Pamekasan	II-17
Gambar II.4	Lokasi pabrik garam industri di kec. Kalianget, kabupaten Sumenep	II-19
Gambar III.1	Diagram proses Pencucian dengan <i>Brine</i> (<i>Washing</i>)	III-1
Gambar III.2	Diagram proses Rekrystalisasi	III-3
Gambar VI.1	Struktur organisasi perusahaan	VI-3
Gambar VI.2	Kebutuhan pekerja operator untuk industri kimia.....	VI-8

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR TABEL

Tabel II.1	<i>Supply demand</i> garam industri di Indonesia.....	II-1
Tabel II.2	Pertumbuhan <i>supply demand</i> garam industri di Indonesia.....	II-2
Table II.3	Proyeksi <i>supply demand</i> garam industri di Indonesia pada tahun 2023.....	II-3
Tabel II.4	Jumlah produksi garam per kabupaten sentra garam	II-4
Tabel II.5	Penambang garam dan luas areal pertambangan garam rakyat menurut kecamatan di Kabupaten Pamekasan 2018	II-8
Tabel II.6	Penambang garam dan luas areal pertambangan garam rakyat menurut kecamatan di Kabupaten Sumenep 2018.....	II-9
Tabel II.7	Target pasar garam industri di Jawa Timur pada tahun 2015	II-11
Tabel II.8	Komposisi garam rakyat berdasarkan PT Garam.....	II-20
Tabel II.9	Standar kualitas garam industri menurut standar SNI.....	II-21
Tabel III.1	Perbandingan proses pemurnian garam	III-5
Tabel IV.1	Neraca massa pada Conveyor (J-112)	IV-1
Tabel IV.2	Neraca massa pada Roll Crusher (C-110).....	IV-2
Tabel IV.3	Neraca massa pada Bucket Elevator (J-211)	IV-2
Tabel IV.4	Neraca massa pada Tangki Penampung 1 (F-212).....	IV-3
Tabel IV.5	Neraca massa pada Brine Mixer Tank (M-410) saat <i>Start Up</i>	IV-3
Tabel IV.6	Neraca massa pada Brine Tank 1 saat <i>Start Up</i> (F-423).....	IV-4
Tabel IV.7	Neraca massa pada Splitter Point	IV-5
Tabel IV.8	Neraca massa pada Mixer Tank 1 (M-210)	IV-6
Tabel IV.9	Neraca massa pada Screw Washer (J-220)	IV-6
Tabel IV.10	Neraca massa pada Brine Tank 2 (F-421)	IV-7

Tabel IV.11 Neraca massa pada Mixer Tank 2 (M-420)	IV-8
Tabel IV.12 Neraca massa pada Gravity Settler Tank (H-422)	IV-9
Tabel IV.13 Neraca massa pada Rotary Dryer (B-310).....	IV-10
Tabel IV.14 Neraca massa pada Dryer Cyclone (H-314)	IV-11
Tabel IV.15 Neraca massa pada Rotary Cooler (B-320)	IV-12
Tabel IV.16 Neraca massa pada Cooler Cyclone (H-322)... .	IV-13
Tabel IV.17 Neraca massa pada Meeting Point Udara	IV-14
Tabel IV.18 Neraca massa pada Bucket Elevator (J-331) ...	IV-14
Tabel IV.19 Neraca massa pada Roll Crusher (C-332).....	IV-15
Tabel IV.20 Neraca massa pada Double Screener (H-330) .	IV-16
Tabel IV.21 Neraca massa pada Tangki Penampung 2 (F-333).....	IV-17
Tabel IV.22 Neraca massa pada Brine Mixer Tank (M-410).....	IV-17
Tabel IV.23 Neraca massa pada Brine Tank 1 (F-423)	IV-18
Tabel IV.24 Neraca massa pada Air Filter (H-311).....	IV-19
Tabel IV.25 Neraca massa pada Dryer Blower (G-312).....	IV-19
Tabel IV.26 Neraca massa pada Electrical Heater (E-313)..	IV-20
Tabel IV.27 Neraca massa pada Cooler Blower (G-321)	IV-20
Tabel IV.28 Data <i>heat capacity</i> komponen	IV-21
Tabel IV.29 Neraca energi sistem Brine Mixer Tank (M-410).....	IV-21
Tabel IV.30 Neraca energi sistem Mixer Tank 2 (M-420) ..	IV-22
Tabel IV.31 Neraca energi sistem Rotary Dryer (B-310)....	IV-22
Tabel IV.32 Neraca energi sistem Rotary Cooler (B-320)... .	IV-23
Tabel IV.33 Neraca energi sistem Electrical Heater (E-313).....	IV-23
Tabel V.1 Spesifikasi Storage (F-111)	V-1
Tabel V.2 Spesifikasi Belt Conveyor (J-112)	V-1
Tabel V.3 Spesifikasi Roll Crusher (C-110).....	V-3
Tabel V.4 Spesifikasi Bucket Elevator (J-211).....	V-3
Tabel V.5 Spesifikasi Tangki Penampung 1 (F-212).....	V-4
Tabel V.6 Spesifikasi Mixer Tank 1 (M-210).....	V-5
Tabel V.7 Spesifikasi Screw Washer (J-220)	V-6

Tabel V.8	Spesifikasi Fresh Brine Pump (L-411).....	V-6
Tabel V.9	Spesifikasi Dryer Blower (G-312)	V-7
Tabel V.10	Spesifikasi Cooler Blower (G-321)	V-8
Tabel V.11	Spesifikasi Electrical Heater (E-313).....	V-8
Tabel V.12	Spesifikasi Rotary Dryer (B-310)	V-9
Tabel V.13	Spesifikasi Rotary Cooler (B-320).....	V-9
Tabel V.14	Spesifikasi Bucker Elevator (J-331)	V-10
Tabel V.15	Spesifikasi Brine Tank 2 (F-421).....	V-10
Tabel V.16	Spesifikasi Mixer Tank 2 (M-420).....	V-11
Tabel V.17	Spesifikasi Gravity Settling Tank (H-422).....	V-12
Tabel V.18	Spesifikasi Recycle Brine Pump (L-424).....	V-13
Tabel V.19	Spesifikasi Brine Tank 1 (F-423).....	V-14
Tabel V.20	Spesifikasi Brine Pump (L-213)	V-15
Tabel V.21	Spesifikasi Dryer Cyclone (H-314).....	V-15
Tabel V.22	Spesifikasi Dryer Cyclone (H-322).....	V-16
Tabel V.23	Spesifikasi Roll Crusher (C-322).....	V-17
Tabel V.24	Spesifikasi Double Screener (H-330)	V-17
Tabel V.25	Spesifikasi Tangki Penampung 2 (F-333).....	V-18
Tabel V.26	Spesifikasi Salt Storage (F-324)	V-19
Tabel V.27	Spesifikasi Brine Mixer Tank (M-410).....	V-19
Tabel VI.1	Jadwal Shift dengan Sistem 2-2-2	VI-9
Tabel VI.2	Perincian jumlah karyawan	VI-10
Tabel VI.3	Parameter perhitungan ekonomi	VI-15

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB I

LATAR BELAKANG

Secara geografis Indonesia membentang dari 6° LU sampai 11° LS dan 92° sampai 142° BT, terdiri dari pulau-pulau besar dan kecil yang jumlahnya kurang lebih 17.504 pulau. Tiga perempat wilayahnya adalah laut (5,9 juta km²), dengan panjang garis pantai 95.161 km, terpanjang kedua setelah Kanada. Indonesia adalah negara kepulauan dan memiliki lautan yang luas dengan berbagai sumber daya hayati dan non-hayati yang sangat tinggi. Laut Indonesia menyimpan banyak potensi untuk dimanfaatkan, antara lain garam seperti terlihat pada **Gambar I.1**. Indonesia sebagai Negara maritim, mengakui eksistensi sektor kelautan serta pengelolaan wilayah pesisir sebagai salah satu agenda pembangunan nasional. Namun faktanya, pembangunan bidang kelautan hingga saat ini belum dimanfaatkan secara optimal, padahal tersimpan potensi sumber daya alam dan jasa-jasa lingkungan yang sangat besar (Lasabuda, 2013).



Gambar I.1 Peta persebaran sentra produksi garam di Indonesia

Garam merupakan salah satu bahan kimia yang sering dimanfaatkan oleh manusia khususnya dalam bidang konsumsi. Penyusun terbesar garam yaitu senyawa Natrium Klorida. Selain NaCl terdapat pula bahan pengotor antara lain CaSO₄, MgSO₄, MgCl₂, dan lain-lain. Berdasarkan pemanfaatannya, garam dibagi menjadi dua kelompok yaitu garam konsumsi dan garam industri. Garam konsumsi berdasarkan Permenperin no. 84 tahun 2014 memiliki kandungan NaCl minimal 94%. Untuk garam industri, dibutuhkan kandungan NaCl lebih tinggi, sebagai contoh industri perminyakan, tekstil, dan penyamakan kulit membutuhkan kandungan NaCl di atas 97,5%, industri petrokimia dengan kadar NaCl di atas 96%, dan industri farmasi dengan kadar NaCl di atas 99,8% (Marihati dan Muryati, 2008).

Garam rakyat merupakan garam yang diproduksi secara konvensional oleh masyarakat yang memanfaatkan tenaga panas matahari dengan tujuan membuat kandungan NaCl semakin pekat. Jumlah target produksi garam rakyat berdasarkan data Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) semenjak tahun 2015 meningkat dan pada 2019 akan menyentuh 4,5 juta ton per tahun. Namun, tingginya produksi garam rakyat bertolak belakang dengan kondisi yang ada karena Indonesia masih melakukan impor garam industri setiap tahun (KKP, 2018). Kebutuhan garam industri tahun 2018 berdasarkan data Asosiasi Industri Pengguna Garam Indonesia (AIPGI) diperkirakan mencapai 3,7 juta ton. Dari data kebutuhan garam industri tersebut, Kementerian Perdagangan mengimpor garam industri sebesar 2,37 juta ton dengan sisa kebutuhan dipenuhi oleh produksi dalam negeri dan Asosiasi Industri Pengguna Garam Indonesia (AIPGI, 2018).

Berdasarkan permasalahan tingginya kebutuhan garam industri dan kurangnya produksi garam industri di Indonesia serta ketersediaan bahan baku berupa garam

rakyat yang diperoleh dari PT Garam, maka hal tersebut membuka peluang untuk membangun pabrik garam industri dengan bahan baku garam rakyat. Harapan dari pembangunan pabrik garam industri dengan proses hidroekstraksi mampu mengurangi impor garam industri dan memenuhi kebutuhan garam industri dalam negeri.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB II

BASIS DESAIN DATA

II.1 Kapasitas Produksi

Penentuan kapasitas produksi pabrik merupakan faktor terpenting yang harus diperhatikan. Pra Desain Pabrik Garam Industri dari Garam Rakyat dengan Metode Hidroekstraksi direncanakan mulai beroperasi pada tahun 2023. Penentuan tahun pendirian pabrik mengacu pada kebutuhan nasional akan garam industri yang didukung dengan data-data berupa jumlah produksi, konsumsi, ekspor, dan impor dari tahun 2011 hingga 2017. Berikut merupakan data *supply demand* garam industri di Indonesia pada tahun 2011 hingga 2017.

Tabel II.1 *Supply demand* garam industri di Indonesia

No.	Tahun	Produksi (Ton)	Konsumsi (Ton)	Ekspor (Ton)	Impor (Ton)
1.	2011	956.410,00	1.802.750,00	0,00	1.691.450,00
2.	2012	1.764.250,00	1.803.750,00	0,00	2.111.900,00
3.	2013	930.890,00	2.027.500,00	0,00	1.826.800,00
4.	2014	1.875.000,00	2.241.230,00	0,00	2.154.700,00
5.	2015	2.495.000,00	2.447.190,00	0,00	1.770.800,00
6.	2016	500.000,00	2.347.660,00	0,00	2.036.600,00
7.	2017	916.900,00	3.500.000,00	0,00	2.194.800,00

(Sumber: Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2017)

Tabel II.2 Pertumbuhan *supply demand* garam industri di Indonesia

No.	Tahun	Pertumbuhan			
		Produksi (%)	Konsumsi (%)	Ekspor (%)	Impor (%)
1.	2011 - 2012	0.8447	0.0006	0	0.2486
2.	2012 - 2013	-0.4724	0.1240	0	-0.1350
3.	2013 - 2014	1.0142	0.1054	0	0.1795
4.	2014 - 2015	0.3307	0.0919	0	-0.1782
5.	2015 - 2016	-0.7996	-0.0407	0	0.1501
6.	2016 - 2017	0.8338	0.4908	0	0.0777
Pertumbuhan rata-rata		0.2919	0.1287	0	0.0571

Dari data pada kedua tabel di atas, dapat dilihat bahwa kebutuhan garam industri di Indonesia memiliki *trend* pertumbuhan positif. Sedangkan produksi garam industri nasional belum mencukupi kebutuhan dalam negeri, sehingga pemerintah harus melakukan kegiatan impor untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri. Dengan menggunakan *trendline* dan pertumbuhan rata-rata dari data konsumsi produksi eksport dan impor garam industri dari tahun 2011 sampai dengan 2017, diperkirakan data konsumsi, produksi, eksport, dan impor pada tahun 2023 adalah sebagai berikut.

Tabel II.3 Proyeksi *supply demand* garam industri di Indonesia pada tahun 2023

Tahun	Produksi (Ton)	Konsumsi (Ton)	Ekspor (Ton)	Impor (Ton)
2023	463.069,07	4.811.645,56	0,00	2.388.544,64

Berdasarkan uraian di atas dapat diperoleh kebutuhan garam industri yang belum terpenuhi oleh produksi nasional pada tahun 2023 sebesar:

$$\Delta = (\text{Produksi} + \text{Impor}) - (\text{Konsumsi} + \text{Ekspor})$$

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan Garam Industri} &= (\text{Produksi} + \text{Impor}) - (\text{Ekspor} + \text{Konsumsi}) \\ &= (463.069,07 + 2.388.544,64) - \\ &\quad (0 + 4.811.645,56) \\ &= -1.960.031,85\end{aligned}$$

Melalui perhitungan yang dilakukan, didapatkan kebutuhan garam industri yang belum terpenuhi pada tahun 2023 akan mencapai 1.960.031,85 ton/tahun. Oleh karena bahan baku yang akan diolah merupakan garam rakyat yang berasal dari PT Garam, ditentukan jumlah kapasitas produksi pabrik yang akan didirikan sebesar 200.000 ton/tahun, untuk memenuhi sekitar 10% kebutuhan garam industri di Indonesia yang belum terpenuhi dan 4% kebutuhan total garam industri di Indonesia.

II.2 Lokasi

Letak geografis suatu pabrik mempunyai pengaruh besar terhadap kelangsungan atau keberhasilan pabrik tersebut. Oleh karena itu, penentuan lokasi pabrik yang akan didirikan sangat penting dalam perencanaannya. Lokasi pabrik yang tepat, ekonomis dan menguntungkan, harga produk yang semurah mungkin dengan keuntungan yang sebesar mungkin. Idealnya lokasi yang akan dipilih harus dapat memberikan keuntungan jangka panjang baik untuk perusahaan maupun warga sekitar serta

dapat memberikan kemungkinan untuk memperluas atau menambah kapasitas pabrik tersebut.

Dalam penentuan lokasi pabrik, terdapat faktor-faktor penentu yang harus mempertimbangkan aspek ekonomis, kemungkinan perluasan area pabrik untuk keuntungan jangka panjang, dan kedekatan lokasi dengan sumber bahan baku. Aspek-aspek yang harus diperhatikan dalam penentuan lokasi pabrik adalah sebagai berikut:

1. Ketersediaan bahan baku
2. Pasar
3. Transportasi
4. Sumber tenaga kerja
5. Utilitas
6. Harga tanah dan Gedung
7. Kemungkinan perluasan pabrik
8. Kondisi geografis wilayah

II.2.1 Faktor Utama dalam Pemilihan Lokasi Pabrik

1. Ketersediaan Bahan baku

Menurut Kementerian Kelautan dan Perikanan, produksi garam di Indonesia dapat dilihat pada **Gambar II.1** dan **Tabel II.4**.



Gambar II.1 Peta produksi garam di Indonesia

Tabel II.4 Jumlah produksi garam per kabupaten sentra garam

No.	Lokasi	Produksi (Ton)
I	Provinsi Aceh	11.689,00
1.	Aceh Besar	57,00
2.	Aceh Timur	554,00
3.	Aceh Utara	1.213,00
4.	Bireun	4.108,00
5.	Pidie	5.265,00
6.	Pidie Jaya	492,00
II	Provinsi Jawa Barat	479.086,00
7.	Cirebon	149.803,00
8.	Indramayu	319.936,00
9.	Karawang	9.347,00
III	Provinsi Jawa Tengah	637.178,00
10.	Brebes	43.197,00

No.	Lokasi	Produksi (Ton)
11.	Demak	101.324,00
12.	Jepara	49.949,00
13.	Pati	257.794,00
14.	Rembang	184.914,00
IV	Bali	4.533,00
15.	Buleleng	3.171,00
16.	Karang Asem	1.343,00
17.	Klungkung	19,00
V	Nusa Tenggara Barat	309.185,00
18.	Bima	263.238,00
19.	Kota Bima	277,00
20.	Lombok Barat	1.129,00
21.	Lombok Tengah	25.180,00
22.	Lombok Timur	13.760,00
23.	Sumbawa	5.601,00
VI	Sulawesi Tengah	982,00
24.	Palu	982,00
VII	Provinsi Jawa Timur	783.713,00
25.	Bangkalan	2.750,00
26.	Gresik	11.977,00
27.	Kota Pasuruan	11.044,00
28.	Kota Surabaya	2.272,00
29.	Lamongan	20.487,00
30.	Pamekasan	134.596,00
31.	Pasuruan	25.300,00
32.	Probolinggo	27.229,00
33.	Sampang	312.061,00
34.	Sidoarjo	8.309,00

No.	Lokasi	Produksi (Ton)
35.	Sumenep	199.075,00
36.	Tuban	28.613,00
VIII	Gorontalo	1.263,00
37.	Pohuwato	1.263,00
IX	Sulawesi Selatan	111.835,00
38.	Jeneponto	65.025,00
39.	Kepulauan Selayar	197,00
40.	Pangkajene dan Kepulauan	29.015,00
41.	Takalar	17.598,00
X	Nusa Tenggara Timur	10.806,00
42.	Alor	8,00
43.	Ende	401,00
44.	Flores Timur	167,00
45.	Kupang	291,00
46.	Lembata	961,00
47.	Manggarai	1.833,00
48.	Nagekeo	6.383,00
49.	Rote Ndao	90,00
50.	Sumba Timur	672,00
Jumlah Produksi PUGAR dan Non PUGAR		2.350.270,00
Jumlah Produksi PT Garam		369.626
Total Produksi Garam Nasional		2.719.896

(Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2018)

Berdasarkan data produksi garam nasional per sentra kabupaten di Indonesia tahun 2017 di atas, Provinsi Jawa Timur adalah provinsi penyumbang garam terbesar di

Indonesia, tepatnya pada Madura. Jika dilihat dari kabupaten-kabupaten di pulau Madura yang merupakan sentra garam yang menunjang hasil produksi garam di Jawa Timur, kami memilih pulau Madura sebagai lokasi umum pabrik kami.

Jika ditinjau lebih rinci, tiga kabupaten dengan jumlah produksi garam paling banyak adalah Kabupaten Sampang, Kabupaten Sumenep, dan Kabupaten Pamekasan. Namun, akibat kurangnya data yang bisa kami akses terhadap Kabupaten Sampang, maka penentuan lokasi selanjutnya akan difokuskan kepada dua kabupaten lainnya yaitu Kabupaten Sumenep dan Kabupaten Pamekasan. Berikut ditampilkan kecamatan pada tiap kabupaten dalam jumlah produksi garam yang dihasilkan.

Tabel II.5 Penambang garam dan luas areal pertambangan garam rakyat menurut kecamatan di Kabupaten Pamekasan 2018

No.	Kecamatan	Jumlah Penambang	Luas Lahan (Ha)	Produksi (Ton)	Rata-rata Produksi (Ton/Ha)
1.	Tlanakan	21	9,6	1.097	114,27
2.	Pademawu	645	446	67.123	150,5
3.	Galis	795	457,9	60.026,5	131,09
4.	Larangan	-	-	-	-
5.	Pamekasan	-	-	-	-
6.	Proppo	-	-	-	-
7.	Palengaan	-	-	-	-
8.	Pegantenan	-	-	-	-
9.	Kadur	-	-	-	-
10.	Pakong	-	-	-	-
11.	Waru	-	-	-	-
12.	Batumarmar	-	-	-	-
13.	Pasean	-	-	-	-

Total	1.461	913,5	12.8246,5	395,86
--------------	--------------	--------------	------------------	---------------

(Badan Pusat Statistik, 2018)

Tabel II.6 Penambang garam dan luas areal pertambangan garam rakyat menurut kecamatan di Kabupaten Sumenep 2018

No.	Kecamatan	Jumlah Penambang	Luas Lahan (Ha)	Produksi (Ton)	Rata-rata Produksi(Ton)/Ha
1.	Pragaan	335	203,01	31.449,40	154,92
2.	Bluto	-	-	-	-
3.	Saronggi	664	213	39.303,55	184,52
4.	Giligenting	499	176,74	34.670,78	196,17
5.	Talango	20	8	405	50,63
6.	Kalianget	796	369,44	67.609,07	183
7.	Kota Sumenep	-	-	-	-
8.	Batuan	-	-	-	-
9.	Lenteng	-	-	-	-
10.	Ganding	-	-	-	-
11.	Guluk-Guluk	-	-	-	-
12.	Pasongsongan	-	-	-	-
13.	Ambunten	-	-	-	-
14.	Rubaru	-	-	-	-
15.	Dasuk	-	-	-	-
16.	Manding	-	-	-	-
17.	Batuputih	-	-	-	-
18.	Gapura	454	232,59	38.978,10	171,88
19.	Batang Batang	-	-	-	-
20.	Dungkek	39	0,7	120	171,43
21.	Nonggunong	-	-	-	-

No.	Kecamatan	Jumlah Penambang	Luas Lahan (Ha)	Produksi (Ton)	Rata-rata Produksi(Ton)/Ha
22.	Gayam	-	-	-	-
23.	Raas	175	126,3	13.267,00	105,04
24.	Sapeken	127	56	3.380	60,36
25.	Arjasa	88	54,56	3.700,00	67,7
26.	Kangayan	25	19,56	3.005,00	153,63
27.	Masalembu	-	-	-	-
Total		3.222,00	1.459,90	235.887,90	1.499,28

(Badan Pusat Statistik, 2018)

2. Pasar

Lokasi pemasaran merupakan salah satu aspek dalam pemilihan lokasi pabrik. Salah satu konsumen terbesar dari garam Industri antara lain yang berkaitan dengan Industri Farmasi, Kimia, Aneka Pangan, dan Perminyakan. Suatu daerah bisa menjadi salah satu opsi pemilihan lokasi pabrik karena dekat dengan konsumen (target pasar). Berikut merupakan pabrik pengkonsumsi garam industri di Jawa Timur seperti ditunjukkan oleh **Tabel II.7**.

Tabel II.7 Target pasar garam industri di Jawa Timur pada tahun 2015

Nama Perusahaan	Jenis Industri	Lokasi Perusahaan
PT Otsuka Indonesia	Farmasi	Malang
PT Jayamas Medika Industri		Jombang
PT Amerta Indah Otsuka		Pasuruan
PT Sanbe Farma		Surabaya
PT Widatra Bhakti		Pasuruan
PT Kertas Tjiwi Kimia	Kimia	Sidoarjo
PT Sumatraco Langgeng Makmur	Pangan	Surabaya
PT Susanti Megah		Surabaya
PT Garindo Sejahtera Abadi	Perminyakan	Gresik
PT Sumatraco Langgeng Makmur		Surabaya

Produksi garam industri hanya terpusat di Pulau Jawa, sedangkan untuk wilayah Nusa Tenggara Timur dengan kebutuhan terbesar garam konsumsi. Hal ini menurut Kementerian Perindustrian (2018), kebutuhan garam nasional tahun 2018 diperkirakan sekitar 4,5 juta ton yang terdiri atas kebutuhan industri 3,7 juta ton dan konsumsi sebesar 800.000 ton. Sektor yang paling banyak menggunakan garam industri adalah industri klor alkali (CAP), industri aneka pangan, dan farmasi yang mana industri tersebut terpusat di pulau Jawa.

3. Transportasi

Transportasi merupakan salah satu faktor penting dalam pendirian lokasi untuk menunjang dalam menjalankan aktivitas pabrik. Ketersediaan jalur trasnportasi dan kualitas jalur transportasi yang baik memungkinkan kelancaran dalam distribusi bahan baku maupun produk.

Secara umum Madura memiliki pintu gerbang yang dapat dijadikan berbagai kegiatan terutama lintas barang dan jasa yang menghubungkan pulau terpadat Jawa dan Madura, yaitu

memiliki jembatan terpanjang di Indonesia, jembatan Suramadu. Madura memiliki letak yang strategis untuk mendukung perkembangan sektor industri, yaitu bersebrangan dengan kota Surabaya, kota pusat pemerintahan dan bisnis di Jawa Timur. Dengan adanya jembatan Suramadu yang menghubungkan secara langsung jalur darat antara Surabaya dan Sumenep, tentunya akan berdampak positif terhadap potensi ekonomi yang ada.

Transportasi di kabupaten Sumenep dapat dikatakan baik. Kabupaten Sumenep memiliki panjang jalan sepanjang 1.544,676 km. Dengan kondisi jalan baik sepanjang 667,361 km, kondisi jalan rusak ringan 376,165 km, dan kondisi rusak berat mencapai 501,150 km. Jenis jalan terbagi atas jalan negara, jalan provinsi sepanjang 61.120 km, dan jalan kabupaten sepanjang 1.544,676 km. Kabupaten Sumenep juga memiliki dua pelabuhan, yaitu pelabuhan Kertasada yang merupakan pelabuhan tertua di Sumenep dan pelabuhan Kaliangget yang merupakan pelabuhan satu-satunya yang menghubungkan antara daratan Sumenep dengan wilayah pulau-pulau di sekitarnya (BPS, 2019).

Menurut BPS di pertengahan tahun 2019, moda transportasi di kabupaten Pamekasan cukup baik. Hal ini dapat disimpulkan dari salah satunya yaitu kondisi jalan yang dikategorikan baik di kabupaten ini sepanjang 408.101 km, jalan dengan kategori sedang yaitu sepanjang 75.519 km, jalan dengan kategori rusak sepanjang 21.964 km, dan di kategori rusak berat yaitu 6.775 km. Adapun pelabuhan paling besar di kabupaten Pamekasan yaitu pelabuhan Batu Kerbuy. Namun, pelabuhan ini sekarang terbengkalai dan kurang terawat. Padahal, pelabuhan inilah yang menghubungkan jalur ekonomi pulau Madura bagian utara dengan pulau Kalimantan dan pulau di timur pulau Madura.

4. Tenaga Kerja

Tenaga kerja merupakan faktor yang turut berpengaruh dalam pemilihan lokasi pabrik, diusahakan pabrik berada di daerah yang masyarakatnya mempunyai latar belakang pendidikan yang cukup maju dan berada di rentang usia sebagai pekerja agar bisa menarik tenaga berpendidikan.

Kabupaten Sumenep pada tahun 2018 memiliki penduduk sejumlah 1.085.227 jiwa yang terdiri dari 516.322 laki-laki dan 568.905 jiwa perempuan. Ditinjau berdasarkan angkatan kerjanya sebagian besar masyarakat Sumenep tidak lulus SD, kemudian disusul tamatan SD, dan Sarjana. Hal ini menunjukkan bahwa kesinambungan pendidikan di wilayah ini masih minim walaupun jumlah sarjana yang dilahirkan sudah lebih banyak daripada lulusan SMA/SLTA dan SMP/SLTP yaitu sebanyak 30.275 jiwa. Jika dilihat dari jumlah angkatan kerjanya, jumlah angkatan kerja di kabupaten berjumlah 640.718 jiwa dengan kesempatan kerja sejumlah 620.967 jiwa dan sisanya adalah pengangguran dan para pencari kerja. Kondisi ini menunjukkan pemerataan lapangan pekerjaan sudah cukup baik dan didukung dari keberagaman sektor pekerjaan di wilayah Sumenep. Jika melihat upah minimum kabupaten (UMK) kabupaten Sumenep menyentuh angka Rp 1.622.602,00.

Sementara itu, di kabupaten Pamekasan dihuni oleh warga sebanyak 871.497 jiwa dengan rasio laki-laki dibandingkan dengan perempuan sebesar 95 jiwa laki-laki dibanding 100 jiwa perempuan. Apabila ditinjau dari angkatan kerjanya, jumlah angkatan kerja di kabupaten Pamekasan sejumlah 458.086 jiwa atau dapat dikatakan lebih dari 50% jumlah masyarakatnya. Ditinjau dari tingkat pendidikannya, diketahui baik pengangguran terbuka maupun pencari kerja terbanyak disumbang oleh lulusan universitas atau disebut sarjana yaitu sebanyak 4.114 jiwa. Hal ini mengindikasikan kurangnya lapangan pekerjaan yang tersedia di kabupaten ini.

Sementara itu, upah minimum kabupaten (UMK) kabupaten Pamekasan menyentuh angka Rp 1.588.660,00 (BPS, 2019).

5. Utilitas

Fasilitas utilitas meliputi penyediaan air, bahan bakar, dan listrik untuk menunjang kebutuhan utama suatu produksi. Pada wilayah Sumenep, kebutuhan listrik dapat dipenuhi dengan listrik dari Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU), Sumenep, Madura sebesar 400 MW atau Perusahaan Listrik Negara (PLN) Jawa-Bali sebanyak 26.014,85 MW. Adapun sumber air di wilayah Sumenep selain dari air laut terdapat 22 sungai dengan berbagai panjang dan volume air. Sumber bahan bakar di wilayah Sumenep masih diakomodasi oleh PT Pertamina.

Sementara itu, pasokan listrik dan bahan bakar di wilayah kabupaten Pamekasan tidak jauh berbeda dengan wilayah Sumenep, hanya saja karena kabupaten Pamekasan lebih kecil, penggunaan listrik juga lebih rendah dibandingkan Sumenep serta kemudahan memperoleh bahan bakar lebih sulit karena berada di timur pulau Madura. Sumber air selain air laut di wilayah Pamekasan dapat dipasok lewat sungai, terdapat 13 sungai di Pamekasan dan yang terpanjang bernama sungai Semajid yaitu sepanjang 16 km (BPS, 2019).

II.2.2 Faktor Pendukung dalam Pemilihan Lokasi Pabrik

1. Kemungkinan Perluasan Pabrik

Kabupaten Sumenep dan Pamekasan secara umum termasuk daerah yang tidak padat penduduk dan masih banyak lahan kosong yang dapat dimanfaatkan termasuk untuk ekspansi wilayah pabrik. Wilayah Sumenep terdapat tiga wilayah yang hak pakainya dapat dimaksimalkan di antaranya Kecamatan Saronggi 18.646.488 Ha, kecamatan Gapura 13.420.380 Ha, dan kecamatan Kalianget 8.857.589 Ha. Sementara itu, di kabupaten Pamekasan tidak ada kecamatan yang hak pakainya lebih dari 500 Ha, kecamatan dengan hak

pakai paling luas terdapat di kecamatan Pamekasan sendiri yaitu seluas 473 Ha (BPS, 2019).

2. Kondisi Geografis Wilayah

Jika dilihat dari kondisi geografisnya Wilayah Kabupaten Sumenep berada diujung timur Pulau Madura yang terletak diantara $113^{\circ}32'54''$ - $116^{\circ}16'48''$ Bujur Timur dan $4^{\circ}55'$ - $7^{\circ}24'$ Lintang Selatan, dengan batas-batas sebagai berikut:

1. Sebelah selatan berbatasan dengan Selat Madura
2. Sebelah utara berbatasan dengan Laut Jawa
3. Sebelah barat berbatasan dengan Kabupaten Pamekasan
4. Sebelah timur berbatasan dengan Laut Jawa dan Laut Flores

Wilayah Kabupaten Sumenep terdiri dari daratan dan kepulauan sebanyak 126 pulau. Wilayah Daratan dengan luas $1.146,927 \text{ km}^2$ (54,79%) terbagi atas 18 Kecamatan. Wilayah kepulauan dengan luas $946,531 \text{ km}^2$ (45,21%) terbagi atas 9 Kecamatan.

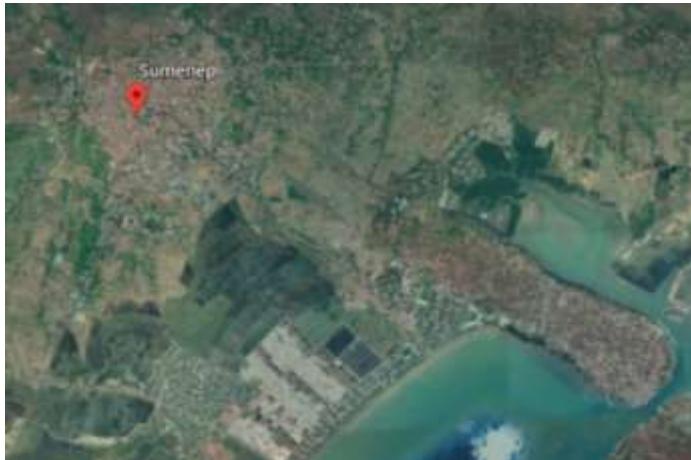
Kondisi topografi di Kabupaten Sumenep dapat dilihat dari ketinggian dan kemiringan lahan. Kemiringan lahan merupakan salah satu faktor penting yang perlu dilihat dalam aspek topografi, karena beberapa peruntukan lahan memerlukan persyaratan kemiringan lahan. Kabupaten Sumenep secara umum berada pada ketinggian antara 0-500 meter diatas permukaan laut. Sedangkan sebagian lagi berada pada ketinggian antara 500-1000 meter diatas permukaan laut, sehingga ketinggian lahan di Kabupaten Sumenep dapat dikategorikan menjadi 2 bagian, yaitu:

- a. Wilayah dengan ketinggian 0-500 meter dpl seluas 208.697,40 Ha atau mencapai luasan sekitar 99,72% dari seluruh luas wilayah Kabupaten Sumenep
- b. Wilayah yang memiliki ketinggian 500-1000 meter dpl mencapai luasan 578,42 Ha atau sekitar 0,28% dari seluruh luas wilayah Kabupaten Sumenep. Selain ketinggian, kondisi topografi juga dapat dilihat dari kemiringan lahan

luas wilayah Kabupaten Sumenep dengan luas sekitar 2.093,458 km², memiliki tingkat kemiringan lahan yang bervariasi antara lain:

- Wilayah yang memiliki kemiringan antara 0-30% luasnya sekitar 1.613,29 Ha atau 77,51%
- Wilayah yang memiliki kemiringan antara 30-60% luasnya sekitar 437,39 Ha atau 21,02%, kawasan ini dapat dijumpai pada kawasan perbukitan
- Luas wilayah yang memiliki kemiringan > 60% berupa area pegunungan dengan luasan sekitar 30,75 Ha atau 1,48%

(<http://bappeda.jatimprov.go.id>)



Gambar II.2 Peta wilayah kabupaten Sumenep

Sementara itu, kondisi geografis kabupaten Pamekasan dilihat dari wilayah administratif berbatasan langsung dengan:

1. Utara : Laut Jawa
2. Selatan : Selat Madura
3. Barat : Kabupaten Sampang
4. Timur : Kabupaten Sumenep

Wilayah Kabupaten Pamekasan terletak pada $113^{\circ}19'$ – $113^{\circ}58'$ Bujur Timur dan $6^{\circ}51'$ – $7^{\circ}31'$ Lintang Selatan, dengan ketinggian berkisar antara 6-312 meter dari permukaan laut (dpl). Wilayah tertinggi adalah Kecamatan Pegantenan dengan ketinggian 312 meter dpl dengan luas wilayah 86,04 km². Sedangkan wilayah terendah adalah Kecamatan Galis, yaitu 6 meter dpl. Sementara kondisi iklim dijelaskan sebagai berikut:

- Suhu udara : 28-30°C
- Kelembaban : 80%
- Rata-rata curah hujan : 256,75 mm
- Tekanan : 1 atm



Gambar II.3 Peta wilayah kabupaten Pamekasan

Jika ditarik kesimpulan dapat dipilih kecamatan Kalianget kabupaten Sumenep sebagai lokasi yang tepat untuk pendirian pabrik. Hal ini didasari oleh:

1. Kabupaten Sumenep memproduksi garam rakyat sebagai bahan baku garam industri lebih banyak dibanding kabupaten Pamekasan, khususnya kecamatan Kalianget sebagai kecamatan penghasil garam terbesar di Sumenep dengan produksi sebanyak 67.609,07 ton dan dengan luas lahan seluas 369,44 Ha di tahun 2018.
2. Ketersediaan jalan di kabupaten Sumenep lebih memadai yaitu sepanjang 1.544,676 km dengan 667,361 km dalam kondisi baik sedangkan di kabupaten Pamekasan sepanjang 408.101 km dengan jalan dengan kondisi baik 512.359 km. Selain itu, Sumenep didukung oleh pelabuhan aktifnya yaitu pelabuhan Kertasada dan Kalianget yang berada di kecamatan Kalianget.
3. Berdasarkan angkatan kerja, jumlah lulusan terdidik sarja di kabupaten Sumenep lebih banyak yaitu sebanyak 30.275 jiwa dibanding kabupaten Pamekasan yaitu sebanyak 4.114 jiwa dengan catatan nilai UMK tidak selisih terlalu jauh.
4. Sistem utilitas di kabupaten Sumenep bisa dikatakan cukup apalagi ditambah unit PLTU dengan kapasitas 400 MW.
5. Luas ekspansi lahan juga sangat bisa dikembangkan untuk perluasan pabrik jika didirikan di kecamatan Kalianget yaitu dengan potensi lahan dengan hak pakai seluas 8.857.589 Ha.

Berdasarkan peta Indonesia, lokasi pabrik yang akan didirikan terletak di kecamatan Kalianget kabupaten Sumenep sesuai gambar berikut.



Gambar II.4 Lokasi pabrik garam industri di kec. Kalianget, kabupaten Sumenep

II.3 Kualitas Bahan Baku dan Produk

II.3.1 Potensi Bahan Baku

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

II.3.2 Spesifikasi Bahan Baku

Bahan baku utama yang digunakan adalah garam rakyat dengan spesifikasi sebagai berikut

Tabel II.8 Komposisi garam rakyat berdasarkan PT Garam

Parameter	Kadar
Ca	
Wet basis	0,33%
Dry basis	0,31%
Mg	
Wet basis	0,38%
Dry basis	0,41%
Cl	53,37%
SO ₄	
Wet basis	0,88%
Dry basis	0,94%
NaCl	
Wet basis	87,94%
Dry basis	93,96%
Bagian tak larut dalam air	0,03%
H ₂ O	6,4%

II.3.3 Kualitas Produk

Karakter utama yang dapat menjelaskan garam industri sebagai produk komersial ditentukan oleh beberapa parameter fisik dan kimia. Standar garam industri menyesuaikan dengan standar garam dari SNI yang ditunjukkan pada **Tabel II.9.**

Tabel II.9 Standar kualitas garam industri menurut standar SNI

Parameter	Standar
NaCl (adbb)	min. 98%
Ca (adbb)	maks. 0,1%
Mg (adbb)	maks. 0,05
H ₂ O (b/b)	maks. 2,5%
SO ₄ (adbb)	maks. 0,2%
Bagian tak larut dalam air	maks. 0,05%
CATATAN:	
adbb : atas dasar bobot basah	
b/b : berat per berat	

Kami menargetkan produk kami adalah garam industri menurut garam SNI 0428 seperti yang tertera pada Tabel II.9 dengan kandungan NaCl minimum 98%.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB III

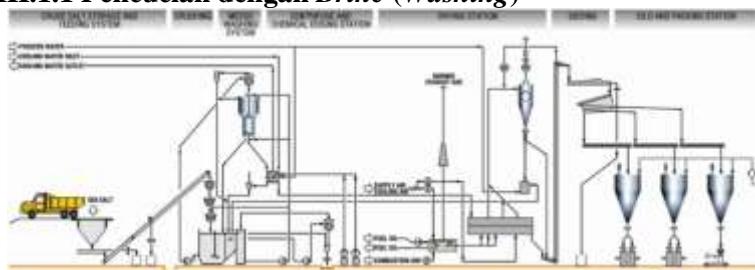
SELEKSI DAN UARAIAN PROSES

III.1 Macam-Macam Proses Pemurnian Garam

Ada beberapa macam proses pemurnian garam (*sodium chloride*) dengan bahan garam kasar (garam rakyat). Metode-metode yang dimaksud antara lain:

1. Proses Pencucian dengan *Brine (Washing)*;
2. Proses Rekrystalisasi.

III.1.1 Pencucian dengan *Brine (Washing)*



Gambar III.1 Diagram proses Pencucian dengan *Brine (Washing)*

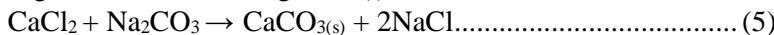
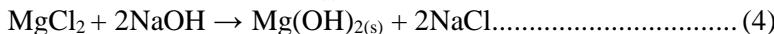
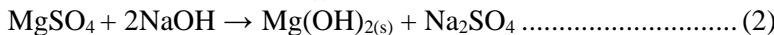
Sumber: GEA Messo PT

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

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

Untuk mengurangi *impurities* dalam garam, dapat dilakukan dengan kombinasi dari peroses pencucian dan pelarutan cepat pada saat pembuatan garam. Sedangkan untuk penghilangan *impurities*

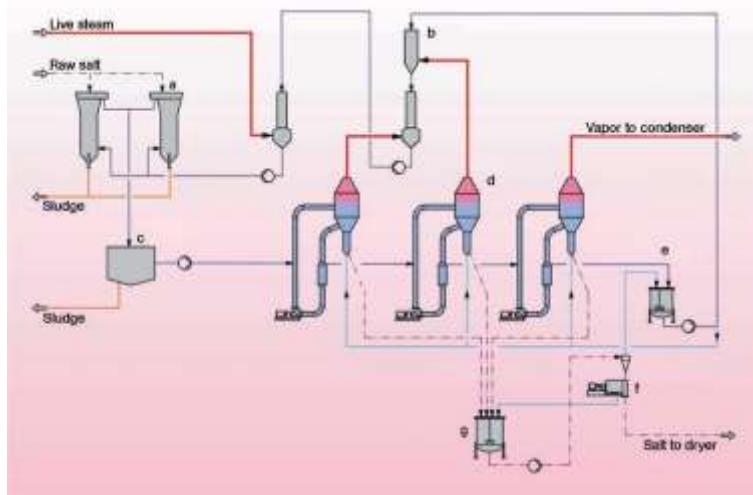
dari produk garam, dapat dilakukan dengan proses kimia, yaitu dengan mereaksiannya dengan Na_2CO_3 dan NaOH sehingga terbentuk endapan CaCO_3 dan $\text{Mg}(\text{OH})_2$. Reaksi kimia yang terjadi adalah sebagai berikut:



Pencucian garam dilakukan dengan menggunakan larutan garam jenuh (*brine*) yang digunakan berulang kali. Tujuannya adalah menghilangkan kotoran dari permukaan garam. Berdasarkan Serra Salt Engineers (2005), kemurnian dari garam rakyat yang sudah dicuci mencapai 98 – 99,5% di Afrika, Amerika, India, dan China serta 99,7% di Eropa, Australia, dan Meksiko.

Proses pemurnian garam dengan hidroekstraksi memanfaatkan sifat kelarutan NaCl sebagai komponen utama dari garam. Dalam proses ini, pengotor dalam garam yang akan diesktrak keluar menggunakan pelarut berupa *brine*. *Brine* akan melarutkan pengotor dalam kristal garam, sedangkan garam (NaCl) tidak akan ikut melarut. Proses ini dapat mereduksi kandungan pengotor, baik pengotor terlarut maupun tidak terlarut di permukaan dan di dalam kristal garam.

III.1.2 Rekrystalisasi



Gambar III.2 Diagram proses Rekrystalisasi

Sumber: Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry

Proses rekrystalisasi pertama kali diperkenalkan dalam industri garam pada tahun 1951 oleh *International Salt* sebagai proses Richards dan oleh Salins du Midi sebagai proses Pompe à Sel. Proses dimulai dengan batu atau garam surya sebagai input dan berakhir dengan garam vakum. Pada prinsipnya yang digunakan adalah disolusi dingin dan panas dari garam. Proses rekrystalisasi mirip dengan desalinasi *flash-evaporation* air laut atau pabrik penguapan *multiflash*. Proses yang diutamakan adalah disolusi panas *undersaturated resirculation brine* menjadi jenuh dengan garam padat pada sekitar 108°C dan diumpulkan ke hilir ke beberapa *flash crystallizers* yang bekerja pada tekanan yang berbeda. Kejenuhan dicapai dalam kristalisasi vakum dengan penguapan simultan air dan pendingin adiabatik dari *brine* pakan, dan akibatnya kristalisasi garam dimulai. Pembersih dari *crystallizer* terakhir adalah dipompa ke kolom *preheater*, di mana *brine* dingin dicampur dengan uap panas dari *evaporator*.

Akhirnya, *output* dari kolom adalah *undersaturated brine* pada suhu hampir 100°C yang kembali ke *saturator*. Proses kehilangan panas dikompensasi melalui pemanas *booster* dibangun ke panas pipa resirkulasi *brine*. Konten panas uap dari *evaporator* terakhir hilang. Konsep termal lain menggunakan uap dari *evaporator* terakhir dengan uap mekanis rekompresi hingga tekanan pemanasan sistem.

Proses disolusi panas antara lain yang lain memiliki dua keuntungan besar. Seperti kelarutan CaSO₄ sangat terbalik, hanya sejumlah kecil CaSO₄ tetap dalam solusi sehingga CaSO₄ tetap kurang jenuh dalam seluruh proses. Tergantung pada kualitas garam mentah dan konstruksi logam bahan, tidak ada atau hanya beberapa bahan kimia alkali (soda api, *milk of lime*) harus ditambahkan untuk kontrol pH. Bahan tidak larut seperti pasir, lumpur, dan tanah liat harus dipindahkan ke hilir *saturator* melalui *decanters*, filter pasir, dll.

III.2 Parameter – parameter dalam Pemilihan Proses

Dalam menentukan proses yang ingin digunakan, diperlukan beberapa parameter sebagai bahan pertimbangan. Adapun beberapa parameter yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Bahan Baku Pembantu

Pada pembuatan garam dengan proses Pencucian dengan *Brine (Washing)* memiliki bahan baku pembantu. Pada proses Pencucian dengan Brine (*Washing*), bahan baku pembantu yang digunakan adalah *brine*, Na₂CO₃, NaOH, dan BaCl₂ yang berfungsi untuk menghilangkan sejumlah zat-zat pengotor seperti senyawa – senyawa Mg, Ca, dan SO₄. Untuk proses Rekrystalisasi, hanya diperlukan air proses.

2. Kemurnian Produk

Pada proses Pencucian dengan *Brine (Washing)* akan menghasilkan produk garam dengan kadar NaCl 98 – 99,5%. Untuk proses Rekrystalisasi akan menghasilkan produk garam dengan kadar NaCl 99,98%.

3. *Pretreatment*

Dari kedua proses pembuatan garam industri yang telah disebutkan, dibutuhkan *pretreatment* pada tiap-tiap prosesnya. *Washing* merupakan proses pembuatan garam industri dengan metode pencucian dengan *brine*. Proses *washing* memerlukan *pretreatment* berupa *curshing* untuk mengubah ukuran partikel menjadi lebih kecil sebelum masuk ke dalam *mixer tank*. Pada proses Rekrystalisasi, dibutuhkan *pretreatment* yaitu pelarutan garam ke dalam air.

4. Kebutuhan Energi (*Steam*)

Pada kedua proses di atas, yaitu proses Pencucian dengan *Brine* (*Washing*) dan Rekrystalisasi memiliki kebutuhan energi yang berbeda-beda. Pada proses dengan Pencucian dengan *Brine* (*Washing*) dan Rekrystalisasi, keduanya membutuhkan energi di mana untuk Pencucian dengan *Brine* (*Washing*) dibutuhkan untuk mengeringkan kristal garam, sedangkan untuk Rekrystalisasi dibutuhkan saat proses pengkristalan. Perbedaannya terletak pada medianya, di mana Pencucian dengan *Brine* (*Washing*) menggunakan udara, sedangkan Rekrystalisasi menggunakan *steam*.

III.3 Pemilihan Proses

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

Tabel III.1 Perbandingan proses pemurnian garam

Parameter	Macam-Macam Proses	
	Pencucian dengan <i>Brine</i> (<i>Washing</i>)	Rekrystalisasi
Bahan Baku Utama	Garam rakyat	Garam rakyat
Ketersediaan Bahan Baku Utama	Banyak	Banyak
Bahan Baku Pembantu	Na_2CO_3 , NaOH , BaCl_2	Air proses

Kebutuhan Energi (<i>Steam</i>)	-	Membutuhkan <i>steam</i> untuk pengkristalisasi
Kemurnian Produk	Garam industri (98 – 99,5%)	Garam industri (99,98%)
<i>Pretreatment</i>	<i>Crushing</i>	Pelarutan garam
Harga Alat Utama	Murah	Mahal

Berdasarkan perbandingan kedua proses di atas, dapat dipilih proses Pencucian dengan *Brine (Washing)*. Pemilihan proses tersebut didasarkan pada pertimbangan bahwa proses Pencucian dengan *Brine (Washing)* lebih ekonomis karena tidak membutuhkan *steam* di mana pada proses Rekrystalisasi membutuhkan *steam* untuk proses kristalisasi.

III.4 Uraian Proses

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

1. Tahap *Pre-Treatment* Bahan Baku (Perlakuan awal);
2. Tahap *Washing and Filtration* (Pencucian dan Pemisahan);
3. Tahap *Brine Preparation* (Pembuatan *Brine*);
4. Tahap *Drying and Packing* Produk (Pengeringan dan Pengemasan).

III.4.1 Tahap *Pre-Treatment* Bahan Baku (Perlakuan Awal)

Tahap pertama, garam rakyat dari Gudang Bahan Baku (F-111) diangkut menggunakan *Belt Conveyor I* (J-112) menuju ke *Roll Crusher* (C-110) untuk dilakukan proses *size reduction* agar ukurannya menjadi lebih kecil dan relatif seragam. Selain untuk melakukan pengecilan ukuran, *roll crusher* berfungsi memecah inti kristal dari garam.

III.4.2 Tahap *Washing and Filtration* (Pencucian dan Pemisahan)

Proses pencucian garam rakyat dilakukan 2 kali. Pencucian pertama garam rakyat dari Tangki Penampung 1 (F-212) dialirkan menuju *Mixer Tank 1* (M-210). Garam yang masuk *Mixer Tank 1* (M-210) kemudian ditambahkan larutan pencuci yaitu *brine* jenuh yang dialirkan dari *Brine Tank 1* (F-423) menggunakan *Brine Pump* (L-213). Di dalam *Mixer Tank 1* (M-210), *brine* dan garam rakyat akan diaduk menggunakan *agitator* sehingga pengotor seperti CaSO_4 , MgSO_4 , MgCl_2 , dan CaCl_2 akan larut pada *brine*. Setelah dilakukan proses pencucian pertama, larutan garam dialirkan secara gravitasi menuju pencuci tahap 2 yaitu *Screw Washer* (J-220). Pencucian tahap 2 berfungsi untuk meningkatkan kadar NaCl . Padatan garam hasil pencucian di *Screw Washer* (J-220) yang selanjutnya akan dialirkan ke *Rotary Dryer* (B-310). Sedangkan larutan *brine* dari *Screw Washer* (J-220) akan langsung dialirkan menuju dari menuju *Brine Tank 2* (F-421) secara gravitasi.

III.4.3 Tahap *Brine Preparation* (Pembuatan *Brine*)

Brine dibuat dari melarutkan garam dari garam yang tidak lolos *Double Screener* (H-330) dialirkan menuju *Brine Mixer Tank* (M-410). Pada *Brine Mixer Tank* (M-410), garam industri dicampurkan dengan air melalui proses pengadukan menggunakan *agitator* agar garam larut di dalam air. Kemudian, *brine* dialirkan menuju *Brine Tank 1* (F-423) menggunakan *Fresh Brine Pump* (L-411). Kemudian, larutan *brine* didapat dari *Screw Washer* (J-220) ditampung di *Brine Tank 2* (F-421). Lalu, larutan *brine* dialirkan menuju *Mixer Tank 2* (M-420) yang di mana akan dilakukan penambahan NaOH , BaCl_2 , dan Na_2CO_3 . NaOH , BaCl_2 , dan Na_2CO_3 berfungsi sebagai koagulan untuk membentuk inti endapan dari pengotor dalam *brine*. Setelah dari *Mixer Tank 2* (M-420), dilakukan

pengendapan pada campuran larutan *brine* dan koagulan di dalam *Gravity Settling Tank* (H-422). Endapan yang terbentuk akan dilakukan proses lanjutan di bagian WWTP, sedangkan larutan *brine* yang telah bersih dialirkan menuju penampungan *Brine Tank I* (F-423) melalui *Recycle Brine Pump* (L-424).

III.4.4 Tahap Drying and Packing Produk (Pengeringan dan Pengemasan)

Padatan (kristal garam) kemudian menuju ke *Rotary Dryer* (B-310) untuk dilakukan proses pengeringan. Pada *Rotary Dryer* (B-310) terjadi proses pengeringan kristal garam dengan bantuan udara panas yang masuk secara *counter-current*. Udara panas dihasilkan dari udara biasa yang dialirkan dari *Dryer Blower* (G-312) lalu dilewatkan pada *Electrical Heater* (E-313). Udara yang keluar dari *Rotary Dryer* (B-310) dialirkan menuju *Dryer Cyclone* (H-314) untuk memisahkan antara padatan dan udara. Produk kristal garam yang keluar dari *Rotary Dryer* (B-310) masih terlalu panas sehingga harus dilakukan pendinginan terlebih dahulu sebelum dilakukan pengemasan. Pada *Rotary Cooler* (B-320), terjadi proses pendinginan kristal garam dari *Rotary Dryer* (B-310) dengan udara dari *Cooler Blower* (G-321) yang masuk secara *co-current*. Udara keluaran *Rotary Cooler* (B-320) dialirkan menuju *Cooler Cyclone* (H-322) untuk memisahkan antara padatan dan udara. Produk keluaran *Rotary Cooler* (B-320) diangkat menggunakan *Bucket Conveyor* (J-331) menuju *Roll Crusher* (C-332) untuk dilakukan *size reduction* sesuai dengan ukuran produk yang diinginkan. Padatan yang telah melewati proses *size reduction* akan masuk ke dalam *Double Screener* (H-330) untuk memisahkan garam dengan ukuran yang telah sesuai standar dengan yang tidak sesuai standar. Kemudian, ditampung ke dalam Tangki

Penampung 2 (F-333). Garam yang tidak sesuai standar akan dimasukkan ke *Brine Mixer Tank* (M-410) untuk dibuat *brine* baru. Selanjutnya garam yang sesuai standar akan dimasukkan ke dalam *Salt Storage* (F-334) yang selanjutnya akan dilakukan proses *packaging*.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB IV

NERACA MASSA DAN ENERGI

Kapasitas Produksi = 200.000,00 ton/tahun
 = 606.060,61 kg/hari
 = 25.252,53 kg/jam

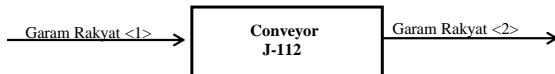
Ditetapkan
 1 Tahun = 330 hari
 Waktu Operasi = 24 jam/hari

Bahan Baku = 30.000,00 kg/jam
 Basis = 1 kg/jam

IV.1 Neraca Massa

1. Conveyor (J-112)

Fungsi : Transportasi garam rakyat dari Gudang Bahan Baku ke Roll Crusher
 Kondisi Operasi
 Tekanan : 1 atm
 Suhu : 30 °C



Tabel IV.1 Neraca massa pada Conveyor (J-112)

Neraca Massa Conveyor (J-112)					
Neraca Massa Aliran Masuk			Neraca Massa Aliran Keluar		
Aliran <1> Garam Rakyat			Aliran <2> Garam Rakyat		
Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)	Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)
NaCl	0,9396	28.188,00	NaCl	0,9396	28.188,00
CaSO ₄	0,0147	441,45	CaSO ₄	0,0147	441,45
CaCl ₂	0,0078	233,04	CaCl ₂	0,0078	233,04
MgCl ₂	0,0248	745,22	MgCl ₂	0,0248	745,22
MgSO ₄	0,0124	372,81	MgSO ₄	0,0124	372,81
Insoluble	0,0006	19,48	Insoluble	0,0006	19,48
Total <1>	1,0000	30.000,00	Total <2>	1,0000	30.000,00
Total Aliran Masuk		30.000,00	Total Aliran Keluar		30.000,00

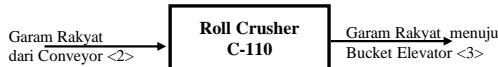
2. Roll Crusher (C-110)

Fungsi : Mengubah ukuran garam rakyat dan melepaskan pengotor yang terdapat di dalam kristal garam

Kondisi Operasi

Tekanan : 1 atm

Suhu : 30 °C



Tabel IV.2 Neraca massa pada Roll Crusher (C-110)

Neraca Massa Aliran Masuk			Neraca Massa Aliran Keluar		
Aliran <> Garam Rakyat			Aliran <> Garam Rakyat		
Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)	Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)
NaCl	0,9396	28.188,00	NaCl	0,9396	28.188,00
CaSO ₄	0,0147	441,45	CaSO ₄	0,0147	441,45
CaCl ₂	0,0078	233,04	CaCl ₂	0,0078	233,04
MgCl ₂	0,0248	745,22	MgCl ₂	0,0248	745,22
MgSO ₄	0,0124	372,81	MgSO ₄	0,0124	372,81
Insoluble	0,0006	19,48	Insoluble	0,0006	19,48
Total <>	1,0000	30.000,00	Total <>	1,0000	30.000,00
Total Aliran Masuk		30.000,00	Total Aliran Keluar		30.000,00

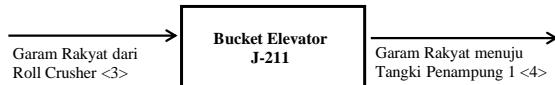
3. Bucket Elevator (J-211)

Fungsi : Transportasi garam rakyat dari Roll Crusher ke Tempat Penyimpanan 1

Kondisi Operasi

Tekanan : 1 atm

Suhu : 30 °C



Tabel IV.3 Neraca massa pada Bucket Elevator (J-211)

Neraca Massa Aliran Masuk			Neraca Massa Aliran Keluar		
Aliran <> Garam Rakyat			Aliran <> Garam Rakyat		
Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)	Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)
NaCl	0,9396	28.188,00	NaCl	0,9396	28.188,00
CaSO ₄	0,0147	441,45	CaSO ₄	0,0147	441,45
CaCl ₂	0,0078	233,04	CaCl ₂	0,0078	233,04
MgCl ₂	0,0248	745,22	MgCl ₂	0,0248	745,22
MgSO ₄	0,0124	372,81	MgSO ₄	0,0124	372,81
Insoluble	0,0006	19,48	Insoluble	0,0006	19,48
Total <>	1,0000	30.000,00	Total <>	1,0000	30.000,00
Total Aliran Masuk		30.000,00	Total Aliran Keluar		30.000,00

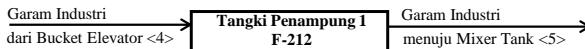
4. Tangki Penampung 1 (F-212)

Fungsi : Tempat menampung garam rakyat sebelum masuk ke Mixer Tank 1

Kondisi Operasi

Tekanan : 1 atm

Suhu : 30 °C



Tabel IV.4 Neraca massa pada Tangki Penampung 1 (F-212)

Neraca Massa Tangki Penampung 1 (F-212)		
Neraca Massa Aliran Masuk		Neraca Massa Aliran Keluar
Aliran <4> Garam Rakyat		Aliran <5> Garam Rakyat
Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)
NaCl	0,9396	28.188,00
CaSO ₄	0,0147	441,45
CaCl ₂	0,0078	233,04
MgCl ₂	0,0248	745,22
MgSO ₄	0,0124	372,81
Insoluble	0,0006	19,48
Total <4>	1,0000	30.000,00
Total Aliran Masuk	30.000,00	Total Aliran Keluar
		30.000,00

5. Brine Mixer Tank

Fungsi : Tangki pencampuran garam industri dengan air untuk membuat brine

Kondisi Operasi

Tekanan : 1 atm

Suhu : 30 °C



Tabel IV.5 Neraca massa pada Brine Mixer Tank (M-410) saat Start Up

Neraca Massa Brine Mixer Tank (M-410)		
Neraca Massa Aliran Masuk		Neraca Massa Aliran Keluar
Aliran <14> Garam Industri		Aliran <16> Fresh Brine
Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)
NaCl	0,9800	12.500,00
CaSO ₄	0,0047	60,40
CaCl ₂	0,0058	73,70
MgCl ₂	0,0045	57,66
MgSO ₄	0,0032	41,14
Insoluble	0,0017	22,20
H ₂ O	0,0000	0,00
Total <14>	1,0000	12.755,1
Aliran <15> Air Proses		
Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)
NaCl	0,0000	0,00
CaSO ₄	0,0000	0,00
CaCl ₂	0,0000	0,00
MgCl ₂	0,0000	0,00

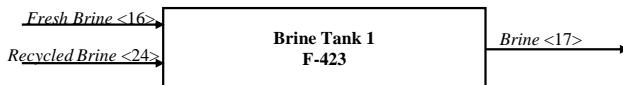
MgSO ₄	0,0000	0,00
Insoluble	0,0000	0,00
H ₂ O	1,0000	37.244,90
Total <15>	1,0000	37.244,90
Total Aliran Masuk	50.000,00	Total Aliran Keluar
		50.000,00

6. Brine Tank 1 (F-423)

Fungsi : Tempat menampung *brine* yang akan digunakan dalam proses pencucian

Kondisi Operasi

Tekanan : 1 atm
Suhu : 30 °C



Tabel IV.6 Neraca massa pada Brine Tank 1 (F-423) saat *Start Up*

Neraca Massa Brine Tank 1 (F-423)		
Neraca Massa Aliran Masuk		Neraca Massa Aliran Keluar
Aliran <16> Fresh Brine		Aliran <17> Brine
Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)
NaCl	0,2500	12.500,00
CaSO ₄	0,0012	60,40
CaCl ₂	0,0015	73,70
MgCl ₂	0,0012	57,66
MgSO ₄	0,0008	41,14
Insoluble	0,0004	22,20
H ₂ O	0,7449	37.244,90
Total <16>	1,0000	50.000,00
Aliran <24> Recycled Brine		Total <17>
Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)
NaCl	0,0000	0,00
CaSO ₄	0,0000	0,00
CaCl ₂	0,0000	0,00
MgCl ₂	0,0000	0,00
MgSO ₄	0,0000	0,00
Insoluble	0,0000	0,00
H ₂ O	0,0000	0,00
Total <24>	0,0000	0,00
Total Aliran Masuk	50.000,00	Total Aliran Keluar
		50.000,00

7. Splitter Point

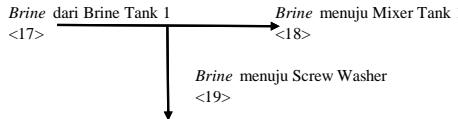
Fungsi : Memisahkan aliran *brine* yang akan dialirkan ke Mixer Tank 1 dan Screw Washer

Kondisi Operasi

Tekanan : 1 atm

Suhu : 30 °C

Asumsi : 20% aliran *brine* menuju screw washer



Tabel IV.7 Neraca massa pada Splitter Point

Neraca Massa Aliran Masuk			Neraca Massa Aliran Keluar			
Aliran <17> Brine			Aliran <18> Brine			
Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)	Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)	
NaCl	0,2500	12.500,00	NaCl	0,2500	10.000,00	
CaSO ₄	0,0012	60,40	CaSO ₄	0,0012	48,32	
CaCl ₂	0,0015	73,70	CaCl ₂	0,0015	58,96	
MgCl ₂	0,0012	57,66	MgCl ₂	0,0012	46,13	
MgSO ₄	0,0008	41,14	MgSO ₄	0,0008	32,91	
Insoluble	0,0004	22,20	Insoluble	0,0004	17,76	
H ₂ O	0,7449	37.244,90	H ₂ O	0,7449	29.795,92	
Total <17>	1,0000	50.000,00	Total <18>	1,0000	40.000,00	
Aliran <19> Brine			Aliran <19> Brine			
Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)	Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)	
NaCl	0,2500	2.500,00	NaCl	0,2500	2.500,00	
CaSO ₄	0,0012	12,08	CaSO ₄	0,0012	12,08	
CaCl ₂	0,0015	14,74	CaCl ₂	0,0015	14,74	
MgCl ₂	0,0012	11,53	MgCl ₂	0,0012	11,53	
MgSO ₄	0,0008	8,23	MgSO ₄	0,0008	8,23	
Insoluble	0,0004	4,44	Insoluble	0,0004	4,44	
H ₂ O	0,7449	7.448,98	H ₂ O	0,7449	7.448,98	
Total <19>	1,0000	10.000,00	Total Aliran Masuk	50.000,00	Total Aliran Keluar	50.000,00

8. Mixer Tank 1 (M-210)

Fungsi : Mencuci garam rakyat dengan *brine*

Kondisi Operasi

Tekanan : 1 atm

Suhu : 30 °C

Prinsip pencucian : Mengontakkan garam rakyat dengan *brine* selama 20 menit

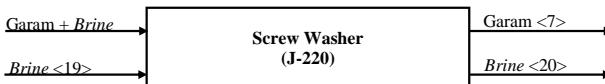


Tabel IV.8 Neraca massa pada Mixer Tank 1 (M-210)

Neraca Massa Mixer Tank 1 (M-210)					
Neraca Massa Aliran Masuk			Neraca Massa Aliran Keluar		
Aliran <5> Garam Rakyat			Aliran <6> Garam		
Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)	Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)
NaCl	0,9396	28.188,00	NaCl	0,9765	28.047,06
CaSO ₄	0,0147	441,45	CaSO ₄	0,0031	88,29
CaCl ₂	0,0078	233,04	CaCl ₂	0,0016	46,61
MgCl ₂	0,0248	745,22	MgCl ₂	0,0052	149,04
MgSO ₄	0,0124	372,81	MgSO ₄	0,0026	74,56
Insoluble	0,0006	19,48	Insoluble	0,0007	19,48
H ₂ O	0,0000	0,00	H ₂ O	0,0104	297,96
Total <5>	1,0000	30.000,00	Total <6>	1,0000	28.723,00
Aliran <18> Brine			Aliran <6> Brine		
Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)	Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)
NaCl	0,2500	10.000,00	NaCl	0,2458	10.140,94
CaSO ₄	0,0012	48,32	CaSO ₄	0,0097	401,48
CaCl ₂	0,0015	58,96	CaCl ₂	0,0059	245,39
MgCl ₂	0,0012	46,13	MgCl ₂	0,0156	642,31
MgSO ₄	0,0008	32,91	MgSO ₄	0,0080	331,16
Insoluble	0,0004	17,76	Insoluble	0,0000	0,00
H ₂ O	0,7449	29.795,92	H ₂ O	0,7149	29.497,96
Total <18>	1,0000	40.000,00	Total <6>	1,0000	41.259,24
Total Aliran Masuk	70.000,00		Total Aliran Keluar	69.982,24	

9. Screw Washer (J-220)

- Fungsi : Mencuci garam rakyat dengan *brine*
 Kondisi Operasi
 Tekanan : 1 atm
 Suhu : 30 °C
 Prinsip pencucian : Mengontakkan Garam Rakyat dengan *brine* secara *counter current*



Tabel IV.9 Neraca massa pada Screw Washer (J-220)

Neraca Massa Screw Washer (J-220)					
Neraca Massa Aliran Masuk			Neraca Massa Aliran Keluar		
Aliran <6> Garam			Aliran <7> Garam		
Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)	Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)
NaCl	0,9765	28.047,06	NaCl	0,9849	28.047,06
CaSO ₄	0,0031	88,29	CaSO ₄	0,0005	13,24
CaCl ₂	0,0016	46,61	CaCl ₂	0,0002	6,99
MgCl ₂	0,0052	149,04	MgCl ₂	0,0008	22,36
MgSO ₄	0,0026	74,56	MgSO ₄	0,0004	11,18
Insoluble	0,0007	19,48	Insoluble	0,0001	2,92
H ₂ O	0,0104	297,96	H ₂ O	0,0131	372,45
Total <6>	1,0000	28.723,00	Total <7>	1,0000	28.476,21
Aliran <6> Brine			Aliran <20> Brine		
Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)	Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)
NaCl	0,2458	10.140,94	NaCl	0,2454	12.640,94

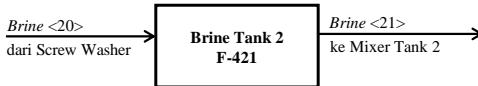
CaSO ₄	0,0097	401,48	CaSO ₄	0,0095	488,60
CaCl ₂	0,0059	245,39	CaCl ₂	0,0058	299,75
MgCl ₂	0,0156	642,31	MgCl ₂	0,0152	780,53
MgSO ₄	0,0080	331,16	MgSO ₄	0,0078	402,77
Insoluble	0,0000	0,00	Insoluble	0,0004	21,00
H ₂ O	0,7149	29.497,96	H ₂ O	0,7159	36.872,45
Total <6>	1,0000	41.259,24	Total <20>	1,0000	51.506,03
Aliran <20> Brine					
Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)			
NaCl	0,2500	2.500,00			
CaSO ₄	0,0012	12,08			
CaCl ₂	0,0015	14,74			
MgCl ₂	0,0012	11,53			
MgSO ₄	0,0008	8,23			
Insoluble	0,0004	4,44			
H ₂ O	0,7449	7.448,98			
Total <20>	1,0000	10.000,00			
Total Aliran Masuk	79.982,24	Total Aliran Keluar	79.982,24		

10. Brine Tank 2 (F-421)

Fungsi : Tempat pencampuran brine kotor dari Mixer Tank 1 dan Screw Washer

Kondisi Operasi

Tekanan : 1 atm
Suhu : 30°C



Tabel IV.10 Neraca massa pada Brine Tank 2 (F-421)

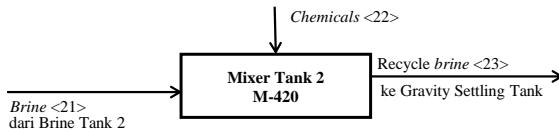
Neraca Massa Brine Tank 2 (F-421)		
Neraca Massa Aliran Masuk		Neraca Massa Aliran Keluar
Aliran <20> Brine		Aliran <21> Brine
Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)
NaCl	0,2454	12640,94
CaSO ₄	0,0095	488,60
CaCl ₂	0,0058	299,75
MgCl ₂	0,0152	780,53
MgSO ₄	0,0078	402,77
Insoluble	0,0004	21,00
H ₂ O	0,7159	36872,45
Total <20>	1,0000	51506,03
Total Aliran Masuk	51506,03	Total Aliran Keluar
		51.506,03

11. Mixer Tank 2 (M-420)

Fungsi : Tempat pencampuran *brine* dengan bahan kimia

Kondisi Operasi

Tekanan : 1 atm
Suhu : 30°C



Tabel IV.11 Neraca massa pada Mixer Tank 2 (M-420)

Neraca Massa Mixer Tank 2 (M-420)		
Neraca Massa Aliran Masuk		Neraca Massa Aliran Keluar
Aliran <21> Brine		Aliran <23> Recycle brine
Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)
NaCl	0,2454	12.640,94
CaSO ₄	0,0095	488,60
CaCl ₂	0,0058	299,75
MgCl ₂	0,0152	780,53
MgSO ₄	0,0078	402,77
Insoluble	0,0004	21,00
H ₂ O	0,7159	36.872,45
Na ₂ CO ₃	0,0000	0,00
BaCl ₂	0,0000	0,00
NaOH	0,0000	0,00
CaCO ₃	0,0000	0,00
BaSO ₄	0,0000	0,00
Mg(OH) ₂	0,0000	0,00
Total <21>	1,0000	51.506,03
Total <23>	1,0000	49.513,39
Aliran <22> Chemicals		
Aliran <23> Solid		
Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)
NaCl	0,0000	0,00
CaSO ₄	0,0000	0,00
CaCl ₂	0,0000	0,00
MgCl ₂	0,0000	0,00
MgSO ₄	0,0000	0,00
Insoluble	0,0000	0,00
H ₂ O	0,0000	0,00
Na ₂ CO ₃	0,1885	312,01
BaCl ₂	0,4516	747,33
NaOH	0,3599	595,56
CaCO ₃	0,0000	0,00
BaSO ₄	0,0000	0,00
Mg(OH) ₂	0,0000	0,00
Total <22>	1,0000	1.654,90
Total <23>	1,0000	3.975,36
Total Aliran Masuk	53.160,93	Total Aliran Keluar 53.488,75

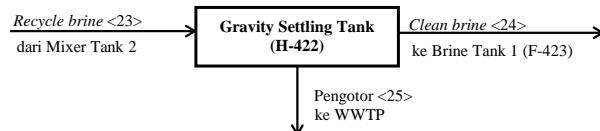
12. Gravity Settling Tank (H-422)

Fungsi : Memisahkan *brine* dengan *solid* pengotor yang terendapkan

Kondisi operasi

Tekanan : 1 atm

Suhu : 30°C



Tabel IV.12 Neraca massa Gravity Settling Tank (H-422)

Neraca Massa Gravity Settling Tank (H-422)					
Neraca Massa Aliran Masuk			Neraca Massa Aliran Keluar		
Aliran <23> Recycle Brine		Aliran <24> Clean Brine			
Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)	Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)
NaCl	0,2553	12.640,94	NaCl	0,2553	11.376,85
CaSO ₄	0,0000	0,00	CaSO ₄	0,0000	0,00
CaCl ₂	0,0000	0,00	CaCl ₂	0,0000	0,00
MgCl ₂	0,0000	0,00	MgCl ₂	0,0000	0,00
MgSO ₄	0,0000	0,00	MgSO ₄	0,0000	0,00
Insoluble	0,0000	0,00	Insoluble	0,0000	0,00
H ₂ O	0,7447	36.872,45	H ₂ O	0,7447	33.185,20
Na ₂ CO ₃	0,0000	0,00	Na ₂ CO ₃	0,0000	0,00
BaCl ₂	0,0000	0,00	BaCl ₂	0,0000	0,00
NaOH	0,0000	0,00	NaOH	0,0000	0,00
CaCO ₃	0,0000	0,00	CaCO ₃	0,0000	0,00
BaSO ₄	0,0000	0,00	BaSO ₄	0,0000	0,00
Mg(OH) ₂	0,0000	0,00	Mg(OH) ₂	0,0000	0,00
Total <23>	1,0000	49.513,39	Total <24>	1,0000	44.562,05
Aliran <23> Solid			Aliran <25> Pengotor		
Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)	Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)
NaCl	0,4811	1.693,33	NaCl	0,3500	2.957,43
CaSO ₄	0,0000	0,00	CaSO ₄	0,0000	0,00
CaCl ₂	0,0000	0,00	CaCl ₂	0,0000	0,00
MgCl ₂	0,0000	0,00	MgCl ₂	0,0000	0,00
MgSO ₄	0,0000	0,00	MgSO ₄	0,0000	0,00
Insoluble	0,0060	21,00	Insoluble	0,0000	0,00
H ₂ O	0,0000	0,00	H ₂ O	0,4364	3.687,24
Na ₂ CO ₃	0,0000	0,00	Na ₂ CO ₃	0,0000	0,00
BaCl ₂	0,0000	0,00	BaCl ₂	0,0000	0,00
NaOH	0,0000	0,00	NaOH	0,0000	0,00
CaCO ₃	0,0837	294,64	CaCO ₃	0,0349	294,64
BaSO ₄	0,2380	837,60	BaSO ₄	0,0991	837,60
Mg(OH) ₂	0,1913	673,25	Mg(OH) ₂	0,0797	673,25
Total <23>	1,0000	3.519,81	Total <25>	1,0000	8.450,15
Total Aliran Masuk	53.033,20		Total Aliran Keluar	53.012,20	

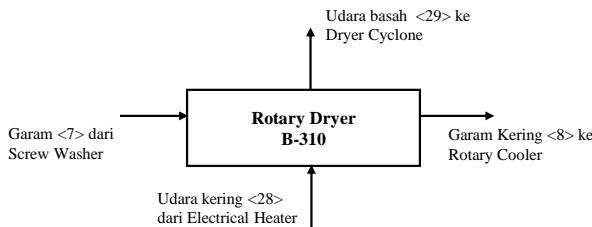
13. Rotary Dryer (B-310)

Fungsi : Mengurangi kadar air dari garam yang dikontakkan secara langsung dengan udara kering yang panas

Kondisi Operasi

Tekanan : 1 atm

Suhu : 120 °C



Tabel IV.13 Neraca massa pada Rotary Dryer (B-310)

Neraca Massa Aliran Masuk			Neraca Massa Aliran Keluar		
Aliran <7> Garam			Aliran <8> Garam		
Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)	Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)
NaCl	0,9440	26.775,92	NaCl	0,9952	26.508,16
CaSO ₄	0,0012	33,11	CaSO ₄	0,0012	32,77
CaCl ₂	0,0006	17,48	CaCl ₂	0,0006	17,31
MgCl ₂	0,0008	22,35	MgCl ₂	0,0008	22,13
MgSO ₄	0,0010	27,96	MgSO ₄	0,0010	27,68
Insoluble	0,0001	1,46	Insoluble	0,0001	1,45
H ₂ O	0,0524	1.486,07	H ₂ O	0,0010	26,91
Total <7>	1,0000	28.364,35	Total <8>	1,0000	26.636,40
Aliran <28> Udara Masuk			Aliran <29> Udara Keluar		
Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)	Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)
NaCl	0,0000	0,00	NaCl	0,0000	0,00
CaSO ₄	0,0000	0,00	CaSO ₄	0,0000	0,00
CaCl ₂	0,0000	0,00	CaCl ₂	0,0000	0,00
MgCl ₂	0,0000	0,00	MgCl ₂	0,0000	0,00
MgSO ₄	0,0000	0,00	MgSO ₄	0,0000	0,00
Insoluble	0,0000	0,00	Insoluble	0,0000	0,00
H ₂ O	0,0185	1.311,44	H ₂ O	0,0382	2770,60
Udara	0,9815	69.757,40	Udara	0,9618	69757,40
Total <28>	1,0000	71.068,84	Total <29>	1,0000	72.528,00
Aliran <29> Garam yang Terikut					
Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)			
NaCl	0,9962	267,76			
CaSO ₄	0,0012	0,33			
CaCl ₂	0,0007	0,17			
MgCl ₂	0,0008	0,22			
MgSO ₄	0,0010	0,28			
Insoluble	0,0001	0,01			
H ₂ O	0,0000	0,00			
Udara	0,0000	0,00			
Total <29>	1,0000	268,78			
Total Aliran Masuk	99.433,19		Total Aliran Keluar	99.433,19	

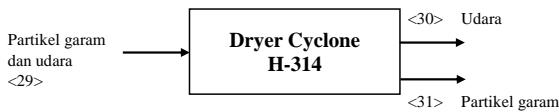
14. Dryer Cyclone (H-314)

Fungsi : Memisahkan kristal garam yang terbawa oleh udara keluaran Rotary Dryer

Kondisi operasi

Tekanan : 1 atm

Suhu : 30 °C



Tabel IV.14 Neraca massa pada Dryer Cyclone (H-314)

Neraca Massa Aliran Masuk			Neraca Massa Aliran Keluar		
Aliran <29> Udara Masuk			Aliran <30> Udara		
Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)	Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)
NaCl	0,0000	0,00	NaCl	0,0000	0,00
CaSO ₄	0,0000	0,00	CaSO ₄	0,0000	0,00
CaCl ₂	0,0000	0,00	CaCl ₂	0,0000	0,00
MgCl ₂	0,0000	0,00	MgCl ₂	0,0000	0,00
MgSO ₄	0,0000	0,00	MgSO ₄	0,0000	0,00
Insoluble	0,0000	0,00	Insoluble	0,0000	0,00
H ₂ O	0,0382	2770,60	H ₂ O	0,0382	2770,60
Udara	0,9618	69757,40	Udara	0,9618	69.757,40
Total <31>	1,0000	72.528,00	Total <30>	1,0000	72.528,00
Aliran <29> Garam yang Terikut			Aliran <31> Partikel Garam		
Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)	Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)
NaCl	0,9962	267,76	NaCl	0,9962	267,76
CaSO ₄	0,0012	0,33	CaSO ₄	0,0012	0,33
CaCl ₂	0,0007	0,17	CaCl ₂	0,0007	0,17
MgCl ₂	0,0008	0,22	MgCl ₂	0,0008	0,22
MgSO ₄	0,0010	0,28	MgSO ₄	0,0010	0,28
Insoluble	0,0001	0,01	Insoluble	0,0001	0,01
H ₂ O	0,0000	0,00	H ₂ O	0,0000	0,00
Udara	0,0000	0,00	Udara	0,0000	0,00
Total <29>	1,0000	268,78	Total <31>	1,0000	268,78
Total Aliran Masuk	72.796,79		Total Aliran Keluar	72.796,79	

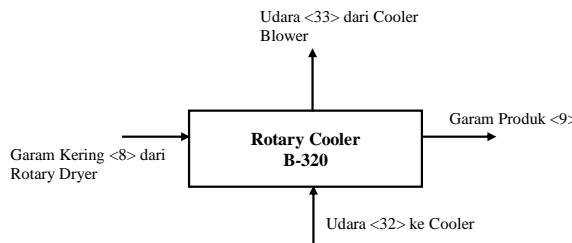
15. Rotary Cooler (B-320)

Fungsi : Menurunkan suhu garam dengan udara

Kondisi Operasi

Tekanan : 1 atm

Suhu : 30 °C



Tabel IV.15 Neraca massa pada Rotary Cooler (B-320)

Neraca Massa Aliran Masuk			Neraca Massa Aliran Keluar		
Aliran <8> Garam			Aliran <9> Garam		
Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)	Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)
NaCl	0,9952	26.508,16	NaCl	0,9815	26.243,08
CaSO ₄	0,0012	32,77	CaSO ₄	0,0012	32,45
CaCl ₂	0,0006	17,31	CaCl ₂	0,0006	17,13
MgCl ₂	0,0008	22,13	MgCl ₂	0,0008	21,91
MgSO ₄	0,0010	27,68	MgSO ₄	0,0010	27,40
Insoluble	0,0001	1,45	Insoluble	0,0001	1,43
H ₂ O	0,0010	26,91	H ₂ O	0,0148	395,07
Total <8>	1,0000	26.636,40	Total <9>	1,0000	26.738,47
Aliran <32> Udara Masuk			Aliran <33> Udara Keluar		
Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)	Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)
NaCl	0,0000	0,00	NaCl	0,0000	0,00
CaSO ₄	0,0000	0,00	CaSO ₄	0,0000	0,00
CaCl ₂	0,0000	0,00	CaCl ₂	0,0000	0,00
MgCl ₂	0,0000	0,00	MgCl ₂	0,0000	0,00
MgSO ₄	0,0000	0,00	MgSO ₄	0,0000	0,00
Insoluble	0,0000	0,00	Insoluble	0,0000	0,00
H ₂ O	0,0185	706,28	H ₂ O	0,0089	338,11
Udara	0,9815	37567,89	Udara	0,9911	37567,89
Total <32>	1,0000	38.274,17	Total <33>	1,0000	37906,01
Aliran <33> Garam yang Terikut					
Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)			
NaCl	0,9962	265,08			
CaSO ₄	0,0012	0,33			
CaCl ₂	0,0007	0,17			
MgCl ₂	0,0008	0,22			
MgSO ₄	0,0010	0,28			
Insoluble	0,0001	0,01			
H ₂ O	0,0000	0,00			
Udara	0,0000	0,00			
Total <33>	1,0000	266,09			
Total Aliran Masuk	64.910,57		Total Aliran Keluar	64.910,57	

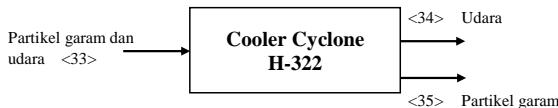
16. Cooler Cyclone (H-322)

Fungsi : Memisahkan kristal garam yang terbawa oleh udara keluaran Rotary Cooler

Kondisi operasi

Tekanan : 1 atm

Suhu : 30 °C



Tabel IV.16 Neraca massa pada Cooler Cyclone (H-322)

Neraca Massa Aliran Masuk			Neraca Massa Aliran Keluar		
Aliran <33> Udara dan Partikel Garam			Aliran <34> Udara		
Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)	Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)
NaCl	0,0000	0,00	NaCl	0,0000	0,00
CaSO ₄	0,0000	0,00	CaSO ₄	0,0000	0,00
CaCl ₂	0,0000	0,00	CaCl ₂	0,0000	0,00
MgCl ₂	0,0000	0,00	MgCl ₂	0,0000	0,00
MgSO ₄	0,0000	0,00	MgSO ₄	0,0000	0,00
Insoluble	0,0000	0,00	Insoluble	0,0000	0,00
H ₂ O	0,0089	338,11	H ₂ O	0,0089	338,11
Udara	0,9911	37567,89	Udara	0,9911	37.567,89
Total <33>	1,0000	37.906,01	Total <34>	1,0000	37.906,01
Aliran <33> Garan yang Terikut			Aliran <35> Partikel Garam		
Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)	Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)
NaCl	0,9962	265,08	NaCl	0,9962	265,08
CaSO ₄	0,0012	0,33	CaSO ₄	0,0012	0,33
CaCl ₂	0,0007	0,17	CaCl ₂	0,0007	0,17
MgCl ₂	0,0008	0,22	MgCl ₂	0,0008	0,22
MgSO ₄	0,0010	0,28	MgSO ₄	0,0010	0,28
Insoluble	0,0001	0,01	Insoluble	0,0001	0,01
H ₂ O	0,0000	0,00	H ₂ O	0,0000	0,00
Udara	0,0000	0,00	Udara	0,0000	0,00
Total <33>	1,0000	266,09	Total <35>	1,0000	266,09
Total Aliran Masuk	38.172,10		Total Aliran Keluar	38.172,10	

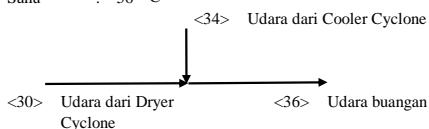
17. Meeting Point Udara

Fungsi : Mempertemukan udara keluaran Dryer Cyclone dan Cooler Cyclone

Kondisi operasi

Tekanan : 1 atm

Suhu : 56 °C



Tabel IV.17 Neraca massa pada Mixing Point Udara

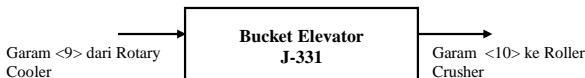
Neraca Massa Mixing Point Udara					
Neraca Massa Aliran Masuk			Neraca Massa Aliran Keluar		
Aliran <30> Udara dari Dryer Cyclone			Aliran <36> Udara Buangan		
Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)	Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)
NaCl	0,0000	0,00	NaCl	0,0000	0,00
CaSO ₄	0,0000	0,00	CaSO ₄	0,0000	0,00
CaCl ₂	0,0000	0,00	CaCl ₂	0,0000	0,00
MgCl ₂	0,0000	0,00	MgCl ₂	0,0000	0,00
MgSO ₄	0,0000	0,00	MgSO ₄	0,0000	0,00
Insoluble	0,0000	0,00	Insoluble	0,0000	0,00
H ₂ O	0,0382	2770,60	H ₂ O	0,0281	3108,71
Udara	0,9618	69757,40	Udara	0,9719	107325,29
Total <30>	1,0000	72.528,00	Total <36>	1,0000	110.434,01
Aliran <35> Udara dari Cooler Cyclone					
Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)			
NaCl	0,0000	0,00			
CaSO ₄	0,0000	0,00			
CaCl ₂	0,0000	0,00			
MgCl ₂	0,0000	0,00			
MgSO ₄	0,0000	0,00			
Insoluble	0,0000	0,00			
H ₂ O	0,0089	338,11			
Udara	0,9911	37567,89			
Total <35>	1,0000	37.906,01			
Total Aliran Masuk	110.434,01	Total Aliran Keluar	110.434,01		

18. Bucket Elevator (J-331)

Fungsi : Memindahkan garam dari Rotary Cooler menuju Crusher

Kondisi Operasi

Tekanan : 1 atm
Suhu : 30 °C



Tabel IV.18 Neraca massa pada Bucket Elevator (J-331)

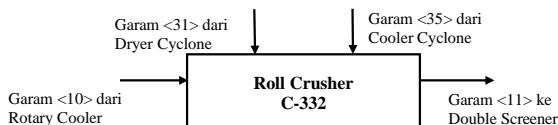
Neraca Massa Bucket Elevator (J-331)					
Neraca Massa Aliran Masuk			Neraca Massa Aliran Keluar		
Aliran <9> Garam			Aliran <10> Garam		
Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)	Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)
NaCl	0,9815	26.243,08	NaCl	0,9815	26.243,08
CaSO ₄	0,0012	32,45	CaSO ₄	0,0012	32,45
CaCl ₂	0,0006	17,13	CaCl ₂	0,0006	17,13
MgCl ₂	0,0008	21,91	MgCl ₂	0,0008	21,91
MgSO ₄	0,0010	27,40	MgSO ₄	0,0010	27,40
Insoluble	0,0001	1,43	Insoluble	0,0001	1,43
H ₂ O	0,0148	395,07	H ₂ O	0,0148	395,07
Total <9>	1,0000	26.738,47	Total <10>	1,0000	26.738,47
Total Aliran Masuk	26.738,47	Total Aliran Keluar	26.738,47		

19. Roll Crusher (C-332)

Fungsi : Mengcilkan ukuran partikel garam sesuai spesifikasi produk

Kondisi Operasi

Tekanan : 1 atm
Suhu : 30 °C



Tabel IV.19 Neraca massa pada Roll Crusher (C-332)

Neraca Massa Aliran Masuk			Neraca Massa Aliran Keluar		
Aliran <10> Garam			Aliran <11> Garam		
Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)	Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)
NaCl	0,9815	26.243,08	NaCl	0,9818	26.775,92
CaSO ₄	0,0012	32,45	CaSO ₄	0,0012	33,11
CaCl ₂	0,0006	17,13	CaCl ₂	0,0006	17,48
MgCl ₂	0,0008	21,91	MgCl ₂	0,0008	22,35
MgSO ₄	0,0010	27,40	MgSO ₄	0,0010	27,96
Insoluble	0,0001	1,43	Insoluble	0,0001	1,46
H ₂ O	0,0148	395,07	H ₂ O	0,0145	395,07
Total <10>	1,0000	26.738,47	Total <11>	1,0000	27.273,35
Aliran <31> Garam dari Dryer Cyclone					
Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)			
NaCl	0,9962	267,76			
CaSO ₄	0,0012	0,33			
CaCl ₂	0,0007	0,17			
MgCl ₂	0,0008	0,22			
MgSO ₄	0,0010	0,28			
Insoluble	0,0001	0,01			
H ₂ O	0,0000	0,00			
Total <31>	1,0000	268,78			
Aliran <35> Garam dari Cooler Cyclone					
Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)			
NaCl	0,9962	265,08			
CaSO ₄	0,0012	0,33			
CaCl ₂	0,0007	0,17			
MgCl ₂	0,0008	0,22			
MgSO ₄	0,0010	0,28			
Insoluble	0,0001	0,01			
H ₂ O	0,0000	0,00			
Total <35>	1,0000	266,09			
Total Aliran Masuk		27.273,35	Total Aliran Keluar	27.273,35	

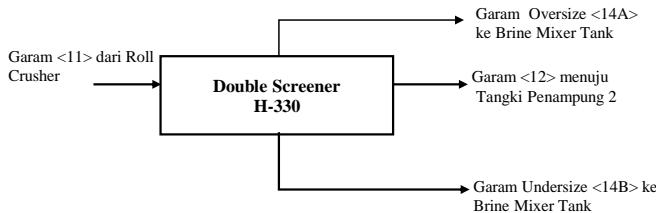
20. Double Screener (H-330)

Fungsi : Menyeleksi ukuran garam dengan range 0,02 mm - 0,5 mm

Kondisi Operasi

Tekanan : 1 atm

Suhu : 30 °C



Tabel IV.20 Neraca massa pada Double Screener (H-330)

Neraca Massa Double Screener (H-330)		
Neraca Massa Aliran Masuk		Neraca Massa Aliran Keluar
Aliran <11> Garam		
Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)
NaCl	0,9818	26.775,92
CaSO ₄	0,0012	33,11
CaCl ₂	0,0006	17,48
MgCl ₂	0,0008	22,35
MgSO ₄	0,0010	27,96
Insoluble	0,0001	1,46
H ₂ O	0,0145	395,07
Total <11>	1,0000	27.273,35
		Total <12> 1,0000 25.909,68
		Aliran <14A> Garam Oversize
Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)
NaCl	0,9818	803,28
CaSO ₄	0,0012	0,99
CaCl ₂	0,0006	0,52
MgCl ₂	0,0008	0,67
MgSO ₄	0,0010	0,84
Insoluble	0,0001	0,04
H ₂ O	0,0145	11,85
Total <14A>	1,0000	818,20
		Aliran <14B> Garam Undersize
Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)
NaCl	0,9818	535,52
CaSO ₄	0,0012	0,66
CaCl ₂	0,0006	0,35
MgCl ₂	0,0008	0,45
MgSO ₄	0,0010	0,56
Insoluble	0,0001	0,03
H ₂ O	0,0145	7,90
Total <14B>	1,0000	545,47
Total Aliran Masuk	27.273,35	Total Aliran Keluar 27.273,35

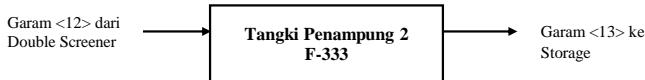
21. Tangki Penampung 2 (F-333)

Fungsi : Menampung produk garam yang sesuai dengan spesifikasi sebelum proses packing

Kondisi Operasi

Tekanan : 1 atm

Suhu : 30 °C



Tabel IV.21 Neraca massa pada Tangki Penampung 2 (F-333)

Neraca Massa Aliran Masuk			Neraca Massa Aliran Keluar		
Aliran <12> Garam			Aliran <13> Garam		
Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)	Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)
NaCl	0,9818	25.437,13	NaCl	0,9818	25.437,13
CaSO ₄	0,0012	31,45	CaSO ₄	0,0012	31,45
CaCl ₂	0,0006	16,61	CaCl ₂	0,0006	16,61
MgCl ₂	0,0008	21,23	MgCl ₂	0,0008	21,23
MgSO ₄	0,0010	26,56	MgSO ₄	0,0010	26,56
Insoluble	0,0001	1,39	Insoluble	0,0001	1,39
H ₂ O	0,0145	375,32	H ₂ O	0,0145	375,32
Total <12>	1,0000	25.909,68	Total <13>	1,0000	25.909,68
Total Aliran Masuk		25.909,68	Total Aliran Keluar		25.909,68

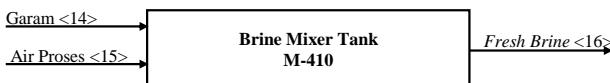
22. Brine Mixer Tank (M-410)

Fungsi : Tangki pencampuran garam industri dengan air untuk membuat brine

Kondisi Operasi

Tekanan : 1 atm

Suhu : 30 °C



Tabel IV.22 Neraca Massa pada Brine Mixer Tank (M-410)

Neraca Massa Aliran Masuk			Neraca Massa Aliran Keluar		
Aliran <14> Garam Industri			Aliran <16> Fresh Brine		
Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)	Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)
NaCl	0,9818	1.338,80	NaCl	0,2462	1.338,80
CaSO ₄	0,0012	1,66	CaSO ₄	0,0003	1,66
CaCl ₂	0,0006	0,87	CaCl ₂	0,0002	0,87
MgCl ₂	0,0008	1,12	MgCl ₂	0,0002	1,12
MgSO ₄	0,0010	1,40	MgSO ₄	0,0003	1,40
Insoluble	0,0001	0,07	Insoluble	0,0000	0,07
H ₂ O	0,0145	19,75	H ₂ O	0,7529	4.094,04
Total <14>	1,0000	1.363,7	Total <16>	1,0000	5.437,95
Aliran <15> Air Proses			Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)

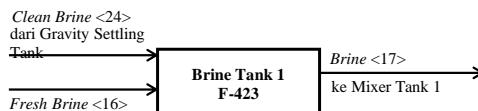
NaCl	0,0000	0,00
CaSO ₄	0,0000	0,00
CaCl ₂	0,0000	0,00
MgCl ₂	0,0000	0,00
MgSO ₄	0,0000	0,00
Insoluble	0,0000	0,00
H ₂ O	1,0000	4.074,28
Total <15>	1,0000	4.074,28
Total Aliran Masuk	5.437,95	Total Aliran Keluar
		5.437,95

23. Brine Tank 1 (F-432)

Fungsi : Tempat pencampuran pure brine dari Gravity Settling Tank dan brine baru dari Brine Mixer Tank

Kondisi Operasi

Tekanan : 1 atm
Suhu : 30°C



Tabel IV.23 Neraca massa pada Brine Tank 1 (F-423)

Neraca Massa Brine Tank 1 (F-423)		
Neraca Massa Aliran Masuk		Neraca Massa Aliran Keluar
Aliran <24> Clean Brine		Aliran <17> Brine
Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)
NaCl	0,2553	11376,85
CaSO ₄	0,0000	0,00
CaCl ₂	0,0000	0,00
MgCl ₂	0,0000	0,00
MgSO ₄	0,0000	0,00
Insoluble	0,0000	0,00
H ₂ O	0,7447	33185,20
Total <24>	1,0000	44562,05
Aliran <16> Fresh Brine		
Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)
NaCl	0,2462	1.338,80
CaSO ₄	0,0003	1,66
CaCl ₂	0,0002	0,87
MgCl ₂	0,0002	1,12
MgSO ₄	0,0003	1,40
Insoluble	0,0000	0,07
H ₂ O	0,7529	4.094,04
Total <16>	1,0000	5.437,95
Total Aliran Masuk	50000,00	Total Aliran Keluar
		50.000,00

24. Air Filter (H-311)

Fungsi : Menyaring debu yang terbawa udara

Kondisi Operasi

Tekanan : 1 atm

Suhu : 30 °C



Tabel IV.24 Neraca massa pada Air Filter (H-311)

Neraca Massa Air Filter (H-311)		
Neraca Massa Aliran Masuk		Neraca Massa Aliran Keluar
Aliran <26> Udara Kering		Aliran <26> Udara Kering
Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)
NaCl	0,0000	0,00
CaSO ₄	0,0000	0,00
CaCl ₂	0,0000	0,00
MgCl ₂	0,0000	0,00
MgSO ₄	0,0000	0,00
Insoluble	0,0000	0,00
H ₂ O	0,0185	2017,72
Udara	0,9815	107325,29
Total <26>	1,0000	109343,01
Total Aliran Masuk	109343,01	
	Total <26'>	1,0000
	Total Aliran Keluar	109,343,01
	Total Aliran Keluar	109,343,01

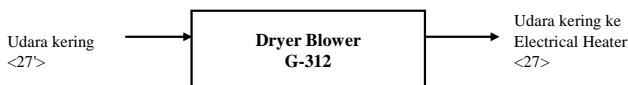
25. Dryer Blower (G-312)

Fungsi : Mengalirkan udara kering ke Electrical Heater

Kondisi Operasi

Tekanan : 1 atm

Suhu : 30 °C



Tabel IV.25 Neraca massa pada Dryer Blower (G-312)

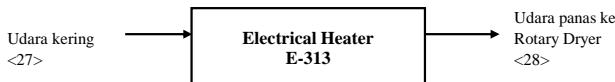
Neraca Massa Dryer Blower (G-312)		
Neraca Massa Aliran Masuk		Neraca Massa Aliran Keluar
Aliran <27> Udara Masuk		Aliran <27> Udara Keluar
Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)
NaCl	0,0000	0,00
CaSO ₄	0,0000	0,00
CaCl ₂	0,0000	0,00
MgCl ₂	0,0000	0,00
MgSO ₄	0,0000	0,00
Insoluble	0,0000	0,00
H ₂ O	0,0185	1311,44
Udara	0,9815	69757,40
Total <27'>	1,0000	71068,84
Total Aliran Masuk	71068,84	
	Total <27>	1,0000
	Total Aliran Keluar	71.068,84
	Total Aliran Keluar	71.068,84

26. Electrical Heater (E-313)

Fungsi : Memanaskan udara menjadi 120°C

Kondisi Operasi

Tekanan : 1 atm
Suhu : 120 °C



Tabel IV.26 Neraca massa pada Electrical Heater (E-313)

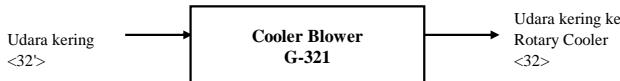
Neraca Massa Aliran Masuk			Neraca Massa Aliran Keluar		
Aliran <27> Udara Kering			Aliran <28> Udara Panas		
Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)	Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)
NaCl	0,0000	0,00	NaCl	0,0000	0,00
CaSO ₄	0,0000	0,00	CaSO ₄	0,0000	0,00
CaCl ₂	0,0000	0,00	CaCl ₂	0,0000	0,00
MgCl ₂	0,0000	0,00	MgCl ₂	0,0000	0,00
MgSO ₄	0,0000	0,00	MgSO ₄	0,0000	0,00
Insoluble	0,0000	0,00	Insoluble	0,0000	0,00
H ₂ O	0,0185	1311,44	H ₂ O	0,0185	1.311,44
Udara	0,9815	69757,40	Udara	0,9815	69.757,40
Total <27>	1,0000	71068,84	Total <28>	1,0000	71.068,84
Total Aliran Masuk		71068,84	Total Aliran Keluar		71.068,84

26. Cooler Blower (G-321)

Fungsi : Mengalirkan udara kering ke Rotary Cooler

Kondisi Operasi

Tekanan : 1 atm
Suhu : 30 °C



Tabel IV.27 Neraca massa pada Cooler Blower (G-321)

Neraca Massa Aliran Masuk			Neraca Massa Aliran Keluar		
Aliran <32> Udara Kering			Aliran <32> Udara Panas		
Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)	Komponen	Fraksi Massa	Massa (kg)
NaCl	0,0000	0,00	NaCl	0,0000	0,00
CaSO ₄	0,0000	0,00	CaSO ₄	0,0000	0,00
CaCl ₂	0,0000	0,00	CaCl ₂	0,0000	0,00
MgCl ₂	0,0000	0,00	MgCl ₂	0,0000	0,00
MgSO ₄	0,0000	0,00	MgSO ₄	0,0000	0,00
Insoluble	0,0000	0,00	Insoluble	0,0000	0,00
H ₂ O	0,0185	706,28	H ₂ O	0,0185	706,28

Udara	0,9815	37567,89	Udara	0,9815	37.567,89
Total <32'>	1,0000	38274,17	Total <32'>	1,0000	38.274,17
Total Aliran Masuk		38274,17	Total Aliran Keluar		38.274,17

IV.2 Neraca Energi

Tabel IV.28 Data *heat capacity* komponen

Data Heat Capacity			
Komponen	BM	Phase*	Heat Capacity (Cp, kkal/kgmol.K)
NaCl	58,5	c	$10,79 + 0,00420 T$
CaSO ₄	136	c	$18,52 + 0,02197 T - 156800/T^2$
CaCl ₂	111	c	$16,9 + 0,00386 T$
MgCl ₂	95	c	$17,3 + 0,00377 T$
MgSO ₄	120	c	26,7
H ₂ O	18	l	$4,373 + 0,113 T - 0,0003 T^2$
		g	$8,22 + 0,00015 T + 0,00000134 T^2$
Na ₂ CO ₃	106	c	28,9
BaCl ₂	208,2	c	$17 + 0,00334 T$
CaCO ₃	100,1	c	$19,68 + 0,01189 T - 307600/T^2$
NaOH	40	c	0,46
BaSO ₄	233,4	c	$21,35 + 0,0141 T$
Mg(OH) ₂	58,3	c	18,2

*) c = solid, l = liquid, g = gas

Sumber: Perry, sixth ed.

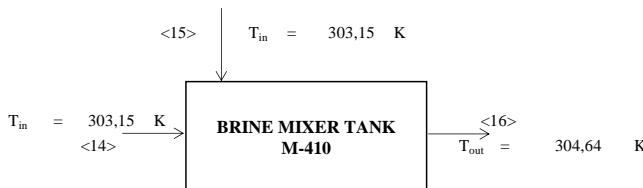
1. Brine Mixer Tank (M-410)

Fungsi : Membuat larutan garam yang akan digunakan untuk pencucian
Kondisi operasi

$$\text{Tekanan} = 1 \text{ atm}$$

$$T_{\text{ref}} = 298,15 \text{ K}$$

$$\text{Suhu Operasi} = 303,15 \text{ K}$$



Tabel IV.29 Neraca energi sistem Brine Mixer Tank (M-410)

Masuk		Keluar	
Q masuk	29.203.770,87	Q keluar	38.154.728,60
		Q pelarutan	-8.950.957,71
Total Masuk (kJ)	29.203.770,9	Total Keluar (kJ)	29.203.770,9

2. Mixer Tank 2 (M-420)

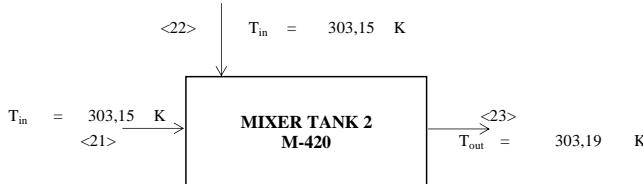
Fungsi : Tempat pencampuran *brine* dengan bahan kimia

Kondisi operasi

$$\text{Tekanan} = 1 \text{ atm}$$

$$T_{\text{ref}} = 298,15 \text{ K}$$

$$\text{Suhu Operasi} = 303,15 \text{ K}$$



Tabel IV.30 Neraca energi sistem Mixer Tank 2 (M-420)

Masuk	Keluar		
Q masuk	Q keluar	Q reaksi	
		-266.100,97	
Total Masuk (kJ)	29.027.024,9	Total Keluar (kJ)	29.027.024,9

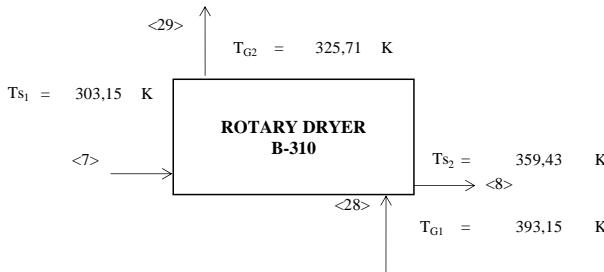
3. Rotary Dryer (B-310)

Fungsi : Mengurangi kadar air pada kristal garam

Kondisi operasi

$$\text{Tekanan} = 1 \text{ atm}$$

$$T_{\text{ref}} = 298,15 \text{ K}$$



Tabel IV.31 Neraca energi sistem Rotary Dryer (B-310)

Masuk	Keluar		
Aliran	H (kJ)	Aliran	H (kJ)
<7> Garam basah	135.008,90	<8> Kristal NaCl	1.442.727,30
<28> Udara panas	10.050.039,78	<29> Udara keluar	8.742.321,38
Total Masuk (kJ)	10.185.048,7	Total Keluar (kJ)	10.185.048,7

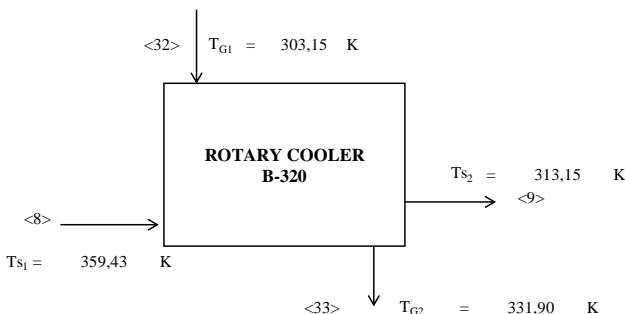
4. Rotary Cooler (B-320)

Fungsi : Mengurangi kadar air pada kristal garam

Kondisi Operasi

Tekanan : 1 atm

Suhu : 30 °C



Tabel IV.31 Neraca energi sistem Rotary Cooler (B-320)

Masuk		Keluar	
Aliran	H (kJ)	Aliran	H (kJ)
<8> Garam masuk	1.436.301,17	<9> Garam keluar	350.795,40
<32> Udara dingin	188.778,67	<33> Udara panas	1.274.284,44
Total Masuk (kJ)	1.625.079,8	Total Keluar (kJ)	1.625.079,8

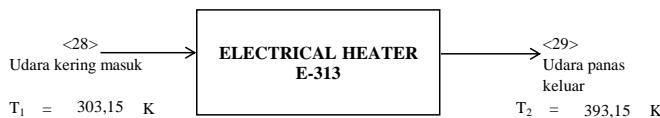
5. Electrical Heater (E-313)

Fungsi : Memanaskan udara sebelum masuk Rotary Dryer

Kondisi Operasi

Tekanan : 1 atm

Suhu : 120 °C



Tabel IV.33 Neraca energi sistem Electrical Heater (E-313)

Masuk		Keluar	
Aliran	H (kJ)	Aliran	H (kJ)
<28> Udara masuk	1.821,28	<29> Udara keluar	1.821,28
Total Masuk (kJ)	1.821,3	Total Keluar (kJ)	1.821,3

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB V

DAFTAR HARGA DAN PERALATAN

Spesifikasi peralatan yang digunakan dalam Pra Desain Pabrik Pemurnian Garam Rakyat Menjadi Garam Industri dengan Metode Hidroekstraksi adalah sebagai berikut:

1. Storage (F-111)

Tabel V.1 Spesifikasi Storage (F-111)

Spesifikasi	Keterangan
Nama Alat	Storage (F-111)
Fungsi	Untuk menyimpan bahan baku garam rakyat sebagai persediaan produksi garam industri
Tipe	<i>Housing</i>
Bentuk Bangunan	Fondasi berbentuk persegi panjang dengan atap berventilasi
Kapasitas (m^3)	36189
Tinggi Gudang (m)	8
Panjang Gudang (m)	95
Lebar Gudang (m)	48
Jumlah (unit)	1
Harga Satuan (US\$)	44.000

2. Belt Conveyor (J-112)

Tabel V.2 Spesifikasi Belt Conveyor (J-112)

Spesifikasi	Keterangan
Nama Alat	Belt Conveyor (J-112)
Fungsi	Mengangkut bahan baku (garam rakyat) dari gudang menuju Roll Crusher
Tipe	

	<i>Closed through idler rubber belt conveyor with standard bearings</i>
Kapasitas (kg/jam)	30000
Lebar Belt (m)	0,226
Panjang Conveyor (m)	30,5
Belt Speed (m/s)	0,98
Power (hp)	400
Jumlah (unit)	1
Harga Satuan (US\$)	8.000

3. Roll Crusher (C-110)

Tabel V.3 Spesifikasi Roll Crusher (C-110)

Spesifikasi	Keterangan
Nama Alat	Roll Crusher (C-110)
Fungsi	Mengecilkan ukuran partikel garam rakyat menjadi 4 mm untuk mengoptimalkan proses washing
Tipe	Roll Crusher
Kapasitas (kg/jam)	40000
Diameter Roll (ft)	0,2
Lebar Roll (m)	1
Kecepatan Rotasi (rpm)	519
Ukuran Feed (mm)	10
Ukuran Produk (mm)	4
Reduction Ratio	2,5
Power (hp)	20
Jumlah (unit)	1
Harga Satuan (US\$)	600

4. Bucket Elevator (J-211)

Tabel V.4 Spesifikasi Bucket Elevator (J-211)

Spesifikasi	Keterangan
Nama Alat	Bucket Elevator (J-211)
Fungsi	Mengangkat bahan baku (garam rakyat) dari output Roll Crusher ke input Silo
Tipe Elevator	<i>Slow speed gravity charge</i>
Tipe Bucket	<i>Deep bucket</i>
Bahan Konstruksi	<i>Salt (Abrasive-small lumped)</i>
Kapasitas (kg/jam)	33000

Tinggi (m)	13
Kecepatan Belt (m/s)	0,6
Kapasitas bucket (liter)	0,8
Lebar Bucket (in)	6
Tinggi Bucket (in)	4
Jarak Antar Bucket (in)	12
Power (hp)	2
Jumlah (unit)	1
Harga Satuan (US\$)	5.360

5. Tangki Penampung 1 (F-212)

Tabel V.5 Spesifikasi Tangki Penampung 1 (F-212)

Spesifikasi	Keterangan
Nama Alat	Tangki Penampung 1 (F-212)
Fungsi	Tempat penyimpanan sementara garam rakyat sebelum masuk Mixer Tank 1 (M-210)
Bentuk Tangki	Persegi panjang dengan tutup bawah limas
Bahan Konstruksi	Type 316, grade M (SA-240)
Kapasitas (kg/jam)	30000
Volume (ft ³)	610
Tinggi (ft)	16
Lebar (ft)	5
Panjang (ft)	5
Tebal (in)	2
Jumlah (unit)	1
Harga Satuan (US\$)	21.096

6. Mixer Tank 1 (M-210)

Tabel V.6 Spesifikasi Mixer Tank 1 (M-210)

Spesifikasi	Keterangan
Nama Alat	Mixer Tank 1 (M-210)
Fungsi	Silinder dengan tutup atas dan bawah <i>standard dished head</i>
Bahan Konstruksi	Type 316, grade M (SA-240)
Kapasitas (kg/ jam)	10.000,00
Volume (m ³)	21
Tinggi (m)	4,63
Diameter (m)	2,52
Tebal Silinder (in)	0,19
Tebal Tutup (in)	0,10
Jenis Pengaduk	Turbine
Diameter Pengaduk (m)	0,76
Kecepatan Pengaduk (rpm)	60
Power (hp)	2
Diameter Nozzle Aliran <5> (in)	3
Diameter Nozzle Aliran <18> (in)	6
Diameter Nozzle Aliran <6> (in)	6
Jumlah (unit)	1
Harga Satuan (US\$)	733.156

7. Screw Washer (J-220)

Tabel V.7 Spesifikasi Screw Washer (J-220)

Spesifikasi	Keterangan
Nama Alat	Screw Washer (J-220)
Fungsi	<i>Conveyor dengan solid screw</i> dan dilengkapi dengan <i>intermediate bearing</i>
Tipe Aliran	<i>Counter-Current Flow</i>
Kapasitas (kg/jam)	88.000,00
Diameter Screw (m)	0,8
Screw Rotation (rpm)	31,39
Load Propulsion Rate (m/s)	0,34
Panjang Screw (m)	20,93
Inclination (°)	20
Power (hp)	30000,0
Torque (kgm)	681.880,11
Jumlah (unit)	1
Harga Satuan (US\$)	75.336

8. Fresh Brine Pump (L-411)

Tabel V.8 Spesifikasi Fresh Brine Pump (L-411)

Spesifikasi	Keterangan
Nama Alat	Fresh Brine Pump (L-411)
Fungsi	Memindahkan <i>brine</i> dari Brine Mixer Tank ke dalam Brine Tank 1
Tipe	<i>Centrifugal Pump</i>
Nominal Pipe Size	5 in sch 40
Outside Diameter (in)	5

Inside Diameter (in)	5,05
Luas Penampang (ft ²)	0,14
Power (hp)	3
Jumlah (unit)	2
Harga Satuan (US\$)	7.268

9. Dryer Blower (G-312)

Tabel V.9 Spesifikasi Dryer Blower (G-312)

Spesifikasi	Keterangan
Nama Alat	Dryer Blower (G-312)
Fungsi	Transportasi udara ke Heater untuk keperluan Rotary Dryer
Tipe	<i>Single stage blower discharge pressure</i>
Kapasitas (m ³ /jam)	60949,44
Power (hp)	20
Jumlah (unit)	1
Harga Satuan (US\$)	42.632

10. Cooler Blower (G-321)

Tabel V.10 Spesifikasi Cooler Blower (G-321)

Spesifikasi	Keterangan
Nama Alat	Cooler Blower (G-321)
Fungsi	Transportasi udara ke Rotary Cooler
Tipe	<i>Single stage blower discharge pressure</i>
Kapasitas (m ³ /jam)	32824,36
Power (hp)	30
Jumlah (unit)	1
Harga Satuan (US\$)	8.774

11. Electrical Heater (E-313)

Tabel V.11 Spesifikasi Electrical Heater (E-313)

Spesifikasi	Keterangan
Nama Alat	Electrical Heater (E-313)
Fungsi	Memanaskan udara sebelum masuk Rotary Dryer
Jenis Elemen	Spiral Elemen
Tipe	SWG 10
Surface Area (m ²)	10,00
Diameter Coil (mm)	10
Panjang Coil (m)	145,2
Panas (kW)	1709,77
Power (kW)	2137,22
Jumlah (unit)	1
Harga Satuan (US\$)	10.060

12. Rotary Dryer (B-310)

Tabel V.12 Spesifikasi Rotary Dryer (B-310)

Spesifikasi	Keterangan
Nama Alat	Rotary Dryer (B-310)
Fungsi	Mengurangi kandungan H ₂ O dalam garam dengan udara panas dari Electric Heater
Tipe	Direct heat rotary dryer
Bahan Konstruksi	Type 304, grade S (SA-240)
Panjang (m)	4,72
Diameter (m)	2,37
Tebal Insulasi (in)	0,01
Power (hp)	60
Jumlah (unit)	1
Harga Satuan (US\$)	66.695

13. Rotary Cooler (B-320)

Tabel V.13 Spesifikasi Rotary Cooler (B-320)

Spesifikasi	Keterangan
Nama Alat	Rotary Cooler (B-316)
Fungsi	Mendinginkan garam dari Rotary Dryer
Bahan Konstruksi	Type 304, grade S (SA-240)
Panjang (m)	4,88
Diameter (m)	1,97
Power (hp)	25
Jumlah (unit)	1
Harga Satuan (US\$)	46.842

14. Bucket Elevator (J-331)

Tabel V.14 Spesifikasi Bucket Elevator (J-331)

Spesifikasi	Keterangan
Nama Alat	Bucket Elevator (J-331)
Fungsi	Mengangkut garam industri dari Rotary Cooler ke Roll Crusher
Tipe Elevator	<i>Slow Speed gravity charge</i>
Tipe Bucket	<i>Deep bucket</i>
Bahan Konstruksi	<i>Salt (Abrasive-small lumped)</i>
Kapasitas (kg/jam)	29412,32
Tinggi (m)	6
Kecepatan Belt (m/s)	0,6
Kapasitas Bucket (Liter)	7,8
Lebar Bucket (in)	14
Tinggi Bucket (in)	7
Jarak antar Bucket (mm)	500
Power (hp)	2
Jumlah (unit)	1
Harga Satuan (US\$)	5.850

15. Brine Tank 2 (F-421)

Tabel V.15 Spesifikasi Brine Tank 2 (F-421)

Spesifikasi	Keterangan
Nama Alat	Brine Tank 2 (F-421)
Fungsi	Tempat menampung <i>brine</i> kotor sebelum memasuki proses pemurnian <i>brine</i>
Tipe	Silinder dengan tutup atas dan bawah berbentuk datar

Bahan Konstruksi	Type 316, grade M (SA-240)
Kapasitas (kg/jam)	51506
Volume (m ³)	55
Tinggi (m)	5,39
Diameter (m)	3,59
Tebal Silinder (in)	0,1875
Tebal Tutup (in)	0,1875
Diameter Nozzle Aliran <20> (in)	5
Diameter Nozzle Aliran <21> (in)	5
Jumlah (unit)	1
Harga Satuan (US\$)	70.019

16. Mixer Tank 2 (M-420)

Tabel V.16 Spesifikasi Mixer Tank 2 (M-420)

Spesifikasi	Keterangan
Nama Alat	Mixer Tank 2 (M-420)
Fungsi	Sebagai tempat pencampuran brine keluar dari proses washing dengan penambahan bahan kimia
Tipe	Silinder dengan tutup atas dan bawah standard dished head
Bahan Konstruksi	Type 316, grade M (SA-240)
Kapasitas (kg/jam)	53161
Volume (m ³)	59
Tinggi (m)	6,47
Diameter (m)	3,52
Tebal Silinder (in)	0,188

Tebal Tutup (in)	0,188
Jenis Pengaduk	Turbine
Diameter Pengaduk (m)	1,06
Kecepatan Pengaduk (rpm)	60
Power (hp)	10
Diameter Nozzle Aliran <21> (in)	5
Diameter Nozzle Aliran <22> (in)	1
Diameter Nozzle Aliran <23> (in)	6
Jumlah (unit)	2
Harga Satuan (US\$)	733.156

17. Gravity Settling Tank (H-422)

Tabel V.17 Spesifikasi Gravity Settling Tank (H-422)

Spesifikasi	Keterangan
Nama Alat	Gravity Settling Tank (H-422)
Fungsi	Memisahkan <i>brine</i> yang bersih dengan <i>solid</i> pengotornya
Tipe	Silinder dengan tutup atas <i>dished head</i> dan tutup bawah <i>conical</i>
Bahan Konstruksi	Type 304, grade S (SA-240)
Kapasitas (kg/jam)	53566
Volume (m ³)	44
Tinggi (m)	8,12
Diameter (m)	5,89
Tebal Silinder (in)	0,313
Tebal Tutup (in)	0,375

Diameter Nozzle (in)	5
Jumlah (unit)	1
Harga Satuan (US\$)	585.940

18. Recycle Brine Pump (L-424)

Tabel V.18 Spesifikasi Recycle Brine Pump (L-424)

Spesifikasi	Keterangan
Nama Alat	Recycle Brine Pump (L-424)
Fungsi	Memindahkan <i>brine</i> dari Gravity Settling Tank ke dalam Brine Tank 1
Tipe	<i>Centrifugal Pump</i>
Nominal Pipe Size	5 in sch 40
Outside Diameter (in)	5
Inside Diameter (in)	5,05
Luas Penampang (ft ²)	0,14
Power (hp)	5
Jumlah (unit)	2
Harga Satuan (US\$)	7.268

19. Brine Tank 1 (F-423)

Tabel V.19 Spesifikasi Brine Tank 1 (F-423)

Spesifikasi	Keterangan
Nama Alat	Brine Tank 1 (F-423)
Fungsi	Tempat menampung <i>brine</i> sebelum memasuki proses pencucian
Tipe	Silinder dengan tutup atas dan bawah berbentuk datar
Bahan Konstruksi	Type 316, grade M (SA-240)
Kapasitas (kg/jam)	50000
Volume (m ³)	54
Tinggi (m)	4,81
Diameter (m)	3,21
Tebal Silinder (in)	0,1875
Tebal Tutup (in)	0,1875
Diameter Nozzle Aliran <16> (in)	5
Diameter Nozzle Aliran <24> (in)	2
Diameter Nozzle Aliran <17> (in)	5
Jumlah (unit)	1
Harga Satuan (US\$)	65.809

20. Brine Pump (L-213)

Tabel V.20 Spesifikasi Brine Pump (L-213)

Spesifikasi	Keterangan
Nama Alat	Brine Pump (L-213)
Fungsi	Memindahkan <i>brine</i> dari Brine Tank 1 ke Mixer Tank
Tipe	<i>Centrifugal Pump</i>
Nominal Pipe Size	5 in sch 40
Outside Diameter (in)	5
Inside Diameter (in)	5,05
Luas Penampang (ft ²)	0,14
Power (hp)	1,5
Jumlah (unit)	2
Harga Satuan (US\$)	6.381

21. Dryer Cyclone (H-314)

Tabel V.21 Spesifikasi Dryer Cyclone (H-314)

Spesifikasi	Keterangan
Nama Alat	Dryer Cyclone (H-314)
Fungsi	Memisahkan garam industri yang terikut udara proses dari Rotary Dryer
Kapasitas (m ³)	98508,710
Dc (m)	1,51
De (m)	0,75
Hc (m)	0,75
Lc (m)	3,02

Sc (m)	0,19
Zc (m)	3,02
Jc (m)	0,38
Jumlah (unit)	1
Harga Satuan (US\$)	35.718

22. Cooler Cyclone (H-322)

Tabel V.22 Spesifikasi Cooler Cyclone (H-322)

Spesifikasi	Keterangan
Nama Alat	Cooler Cyclone (H-322)
Fungsi	Memisahkan garam industri yang terikut udara proses dari Rotary Cooler
Kapasitas (m^3)	23421,85
Dc (m)	0,18
De (m)	0,09
Hc (m)	0,09
Lc (m)	0,36
Sc (m)	0,02
Zc (m)	0,36
Jc (m)	0,05
Jumlah (unit)	1
Harga Satuan (US\$)	9.572

23. Roll Crusher (C-332)

Tabel V.23 Spesifikasi Roll Crusher (C-332)

Spesifikasi	Keterangan
Nama Alat	Roll Crusher (C-332)
Fungsi	Mengecilkan ukuran garam produk sebesar 0,5 mm
Tipe	Roll Crusher
Kapasitas (kg/jam)	36028,05
Diameter Roll (ft)	0,2
Lebar Roll (m)	1
Kecepatan Rotasi (rpm)	18960,12
Ukuran Feed (mm)	4
Ukuran Produk (mm)	0,5
Reduction Ratio	8
Power (hp)	60
Jumlah (unit)	1
Harga Satuan (US\$)	709

24. Double Screener (H-330)

Tabel V.24 Spesifikasi Double Screener (H-330)

Spesifikasi	Keterangan
Nama Alat	Double Screener (H-330)
Fungsi	Memisahkan produk garam industri berdasarkan ukuran butiran
Bahan Konstruksi	Baja karbon
Tipe	<i>Square and slightly rectangular opening</i>
Kapasitas (kg/jam)	27021,04
Bukaan Ayakan (mm)	0,5

Diameter Kawat (mm)	0,001
Luas Ayakan (m ²)	2,67
Jumlah (unit)	1
Harga Satuan (US\$)	7.445

25. Tangki Penampung 2 (F-333)

Tabel V.25 Spesifikasi Tangki Penampung 2 (F-333)

Spesifikasi	Keterangan
Nama Alat	Tangki Penampung 2 (F-333)
Fungsi	Tempat penyimpanan sementara garam produk sebelum masuk Storage
Bentuk Tangki	Persegi panjang dengan tutup bawah limas
Bahan Konstruksi	Type 316, grade M (SA-240)
Kapasitas (kg/jam)	26101
Volume (ft ³)	431
Tinggi (ft)	16
Lebar (ft)	5
Panjang (ft)	5
Tebal (in)	2
Jumlah (unit)	1
Harga Satuan (US\$)	19.056

26. Salt Storage (F-334)

Tabel V.26 Spesifikasi Salt Storage (F-334)

Spesifikasi	Keterangan
Nama Alat	Salt Storage (F-334)
Fungsi	Untuk menyimpan produk garam industri
Tipe	<i>Housing</i>
Bentuk Bangunan	Fondasi berbentuk persegi panjang dengan atap berventilasi
Kapasitas (m ³)	17540071,09
Tinggi Gudang (m)	8
Panjang Gudang (m)	2094,04
Lebar Gudang (m)	1047,02
Jumlah (unit)	1
Harga Satuan (US\$)	93.063

27. Brine Mixer Tank (M-410)

Tabel V.27 Spesifikasi Brine Mixer Tank (M-410)

Spesifikasi	Keterangan
Nama Alat	Brine Mixer Tank (M-410)
Fungsi	Tangki pencampuran garam industri dengan air untuk membuat <i>brine</i>
Tipe	Silinder dengan tutup atas dan bawah <i>standard dished head</i>
Bahan Konstruksi	Type 316, grade M (SA-240)
Kapasitas (kg/jam)	50000
Volume (m ³)	58
Tinggi (m)	6,43

Diameter (m)	3,50
Tebal Silinder (in)	0,1875
Tebal Tutup (in)	0,1875
Jenis Pengaduk	Turbine
Diameter Pengaduk (m)	1,050
Kecepatan Pengaduk (rpm)	60
Power (hp)	7,0
Diameter Nozzle Aliran <14> (in)	2
Diameter Nozzle Aliran <15> (in)	5
Diameter Nozzle Aliran <16> (in)	5
Jumlah (unit)	2
Harga Satuan (US\$)	733.156

BAB VI

ANALISA EKONOMI

Analisa ekonomi merupakan salah satu parameter apakah suatu pabrik tersebut layak didirikan atau tidak. Untuk menentukan kelayakan suatu pabrik secara ekonomi, diperlukan perhitungan parameter analisa ekonomi, 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

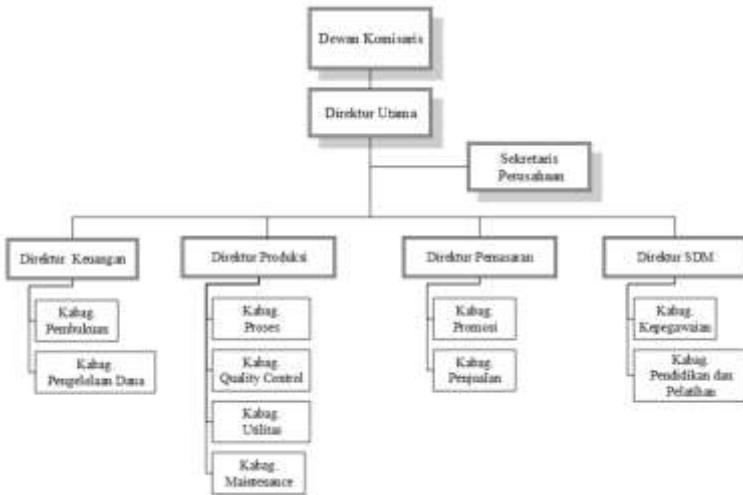
Bentuk badan perusahaan dalam Pabrik Garam Industri ini dipilih Perseroan Terbatas (PT). Perseroan Terbatas adalah organisasi usaha yang memiliki badan hukum resmi yang hanya berlaku pada perusahaan tanpa melibatkan harta pribadi atau perseorangan yang ada di dalamnya. Di dalam PT, pemilik modal tidak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

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

VI.1.2 Sistem Organisasi Perusahaan

Sistem organisasi perusahaan ini adalah garis dan 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:

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



Gambar VI.1 Struktur organisasi perusahaan

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

1. Pimpinan

Tugas pimpinan secara garis besar adalah:

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

2. Staff (Pembantu Pimpinan)

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

Macam-macam staf antara lain:

a. Staff koordinasi

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

b. Staff teknik

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

c. Staff ahli

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

VI.1.3 Struktur Organisasi Perusahaan

Pembagian kerja dalam organisasi ini adalah:

1. Dewan Komisaris

Dewan Komisaris bertindak untuk melakukan pengawasan secara umum serta memberi nasihat kepada jajaran 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 antara lain:
- Menetapkan strategi perusahaan, merumuskan rencana-rencana dan cara melaksanakannya.
 - Menetapkan sistem organisasi yang dianut dan menetapkan pembagian kerja, tugas dan tanggung jawab dalam perusahaan untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan.
 - Mengadakan koordinasi yang tepat dari semua bagian.
 - Memberikan instruksi dan kepada bawahannya untuk mengadakan tugas masing-masing.
 - Mempertanggungjawabkan kepada dewan komisaris, segala pelaksanaan dari anggaran belanja dan pendapatan perusahaan.
 - Menentukan kebijakan keuangan.
 - Mengawasi jalannya perusahaan.
- Selain tugas-tugas di atas, 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 antara lain:

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

6. Kepala Bagian *Quality Control*

Kepala bagian ini bertanggung jawab langsung kepada Direktur Produksi. Bagian ini juga bertugas mengontrol kualitas produk.

7. Kepala Bagian Proses

Kepala bagian ini bertugas mengusahakan agar barang-barang produksi dengan teknik yang memudahkan karyawan sehingga diperoleh produk dengan biaya rendah, kualitas tinggi dan harga yang bersaing yang diinginkan dalam waktu yang sesingkat mungkin.

8. Kepala Bagian Utilitas

Kepala bagian ini bertugas mengurus bagian utilitas yang diperlukan pabrik seperti menyediakan air pendingin, air proses, *steam*, listrik, bahan bakar, dan penanganan limbah. Bagian ini juga bertugas memproses alat utilitas yang sudah digunakan.

9. Kepala Bagian *Maintenance*

Kepala bagian ini bertugas mengurus semua masalah yang berhubungan dengan perbaikan dan perawatan seluruh alat-alat yang digunakan dalam pabrik.

10. Kepala Bagian Penjualan dan Pemasaran

Kepala Bagian ini bertugas mengusahakan agar hasil-hasil produksi dapat disalurkan dan didistribusikan secara tepat agar harga jual terjangkau dan mendapat keuntungan optimum serta bertanggung jawab atas kesuksesan pemasaran dengan melakukan berbagai promosi ke konsumen serta mitra kerja lainnya.

11. Kepala Bagian Pendidikan dan Latihan

Kepala Bagian Pendidikan dan Latihan tugasnya mengurusi penelitian dan pelatihan terhadap karyawan maupun pelajar yang akan melakukan kerja praktik.

12. Kepala Bagian Kepegawaian

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

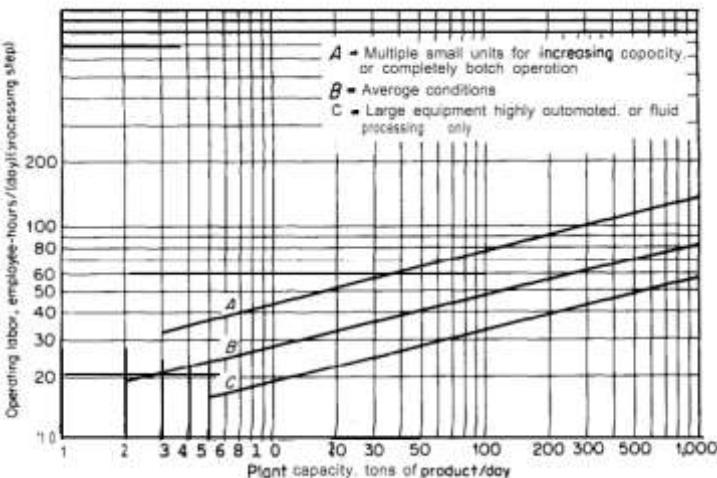
VI.1.4 Perincian Jumlah Tenaga Kerja

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 = 606 ton/hari



Gambar VI.2 Kebutuhan pekerja operator untuk industri kimia

Berdasarkan *figure 6-8 Timmerhaus 4th ed.*, hal. 198 untuk *average condition*, maka pada kapasitas 606 ton/hari diperoleh 70 orang.jam/(hari)(tahapan proses), dimana dalam pabrik garam industri ini terdiri dari 3 tahapan proses sehingga jumlah karyawan proses yang terkena shift sebanyak 210 orang.jam/hari. Karyawan proses dibagi dalam 3 shift kerja dengan 1 shift kerja selama 8 jam/hari, jadi jumlah karyawan proses/shift adalah 7 orang/shift. Satu shift terdiri dari 3 grup sehingga jumlah operator total adalah 21 orang.

2. Jadwal Jam Kerja

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

a. Karyawan Day Shift

Karyawan ini tidak berhubungan langsung dengan proses produksi. Karyawan day shift di antaranya 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 grup, 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

Tabel VI.1 Jadwal Shift dengan Sistem 2-2-2

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

VI.1.5 Status Karyawan dan Pengupahan

Status kepegawaian dan pengupahan dapat dikelompokkan menjadi tiga bagian, yaitu:

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.2 Perincian jumlah karyawan

No.	Jabatan	Jumlah
1	Dewan Komisaris	3
2	Direktur Utama	1
3	Sekretaris Perusahaan	1
4	Direktur Keuangan	1
5	Direktur Produksi	1
6	Direktur Pemasaran	1
7	Direktur SDM	1
8	Kabag Pembukuan	1
9	Kabag Pengolahan Data	1
10	Kabag Proses	1
11	Kabag <i>Quality Control</i>	1
12	Kabag Utilitas	1
13	Kabag <i>Maintenance</i>	1
15	Kabag Penjualan dan Pemasaran	1
16	Kabag <i>Human Resources (HR)</i>	1

17	Kabag Pendidikan dan Pelatihan	1
18	Karyawan Pembukuan	75
19	Karyawan Pengolahan Data	24
20	Karyawan Proses	24
21	Karyawan <i>Quality Control</i>	24
22	Karyawan Utilitas	24
23	Karyawan Promosi	20
24	Karyawan <i>Maintenance</i>	32
25	Karyawan Penjualan	22
26	Karyawan Kepegawaian	10
27	Karyawa Pendidikan dan Pelatihan	10
28	Satpam	8
29	<i>Office Boy</i>	4
30	Supir	4
Total		300

VI.2 Utilitas

Utilitas merupakan sarana penunjang produksi suatu industri sehingga memegang peranan penting dalam pelaksanaan operasi dan proses. Saran utilitas pada Pabrik Garam Industri ini meliputi:

1. Air
Air pada pabrik ini berperan sebagai pelarut, sanitasi, serta air minum. Air pada pabrik ini didapatkan melalui Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) dan air sungai.
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 oleh aktivitas produksi maupun operasi pabrik.

Maka untuk memenuhi kebutuhan utilitas pabrik diatas, diperlukan unit-unit sebagai penghasil sarana utilitas dapat dilkelompokkan sebagai berikut.

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 proses

Pada unit pengolahan air ini yang meliputi air proses, peralatan yang digunakan meliputi: pompa air tangki *brine*, pompa air, tangki *mixer*, dan *clarifier*.

2. Air sanitasi, meliputi air untuk laboratorium dan karyawan.

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

a. Syarat fisik:

- Suhu di bawah suhu udara
- Warna jernih

- Tidak berasa
 - Tidak berbau
 - Kekaruan SiO_2 tidak lebih dari 1 mg/liter
- b. Syarat kimia:
 - $\text{pH} = 6,5 - 8,5$
 - 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

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 oleh aktivitas produksi dan operasi. Pengelolaan dan pemantauan kualitas lingkungan sesuai dengan standar dan ketentuan perundungan yang berlaku. Pengelolaan bahan berbahaya dan beracun, mencakup: pengangkutan, penyimpanan, pengoperasian, dan pemusnahan. Pengelolaan *housekeeping* dan penghijauan di dalam dan sekitar area pabrik.

VI.3 Analisa Ekonomi

VI.3.1 Asumsi Perhitungan

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

- Sumber dana investasi berasal dari modal sendiri sebesar 40% biaya investasi dan pinjaman jangka pendek sebesar 60% biaya investasi dengan bunga sebesar 9,75% per tahun yang akan dibayar dalam jangka waktu 84 bulan (7 tahun),
- Modal kerja sebesar 6 bulan biaya pengeluaran yaitu biaya bahan baku ditambah dengan biaya operasi,
- Eskalasi hargabahan baku sebesar nilai inflasi 2,27% setiap tahun,
- Penyusutan investasi alat & bangunan terjadi dalam waktu 15 tahun secara *straight line*

VI.3.2 Analisa Keuangan

Analisa keuangan yang digunakan pada pabrik garam industri ini menggunakan metode *discounted cash flow*. Analisa keuangan untuk pabrik garam industri terdiri dari perhitungan biaya produksi dan aliran kas atau kinerja keuangan. *Detail* perhitungan dapat dilihat pada Tabel VI.3 berikut ini adalah ketentuan maupun parameter yang digunakan untuk perhitungan ekonomi.

Tabel VI.3 Parameter perhitungan ekonomi

PARAMETER	Nilai	Keterangan
Investasi Total	337.068.793.723	Rupiah
Umur Pabrik	10	Tahun
Pajak pendapatan	10%	/tahun
Inflasi	2,27%	/tahun
Depresiasi	10%	/tahun
IRR	26,6%	/tahun
Nama Bahan	Harga (Rp)	Keterangan
Garam Rakyat	300.000	/ton
Garam Industri	2.000.000	/ton
OPERASI		
Garam Industri	26.000	kg/jam
Hari Operasi	330	Hari
Modal Sendiri (40%)	341.578.106.489,77	Rupiah
Modal Pinjam (60%)	227.718.737.659,85	Rupiah

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB VII **KESIMPULAN**

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

VII.1 Segi Teknis

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

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

VII.2 Segi Ekonomis

Untuk mengetahui kelayakan Pra Desain Pabrik ini dari segi ekonomi telah dilakukan analisa ekonomi yang meliputi perhitungan Internal Rate of Return (IRR), Pay Out Time (POT), Break Even Point (BEP), dan Analisa Kepekaan. Internal Rate of Return (IRR) pabrik ini adalah 26,6 %. Angka ini lebih besar dari bunga bank yaitu 9,75%. Modal pabrik akan kembali setelah pabrik beroperasi selama 4,91 tahun. Waktu ini relatif singkat jika dibandingkan dengan perkiraan umur pabrik 10 tahun. Break Even Point yang didapat sebesar 42,46 %. Selain itu, dari ketiga

parameter sensitivitas yaitu fluktuasi biaya investasi, harga bahan baku, dan harga jual dari produk, terlihat bahwa ketiganya tidak memberikan pengaruh yang cukup signifikan terhadap kenaikan atau penurunan nilai IRR pabrik sehingga pabrik Garam Industri dari Garam Rakyat ini layak untuk didirikan.

VII.3 Kesimpulan

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

1. Perencanaan Operasi : kontinyu, 24 jam/hari, 330 hari/tahun
2. Kapasitas Produksi : 200.000 ton/tahun
3. Kebutuhan Bahan Baku
 - Garam Rakyat : 606,060 ton/hari
 - NaOH : 584,417 kg/hari
 - Na₂CO₃ : 301,3 kg/hari
 - BaCl₂ : 716,953 kg/hari
4. Umur Pabrik : 10 tahun
5. Masa Konstruksi : 24 bulan
6. Analisa
 - a. Pembiayaan:
 - Struktur Permodalan : 40% modal sendiri dan 60% pinjaman bank
 - Bunga Bank : 9,75 % per tahun
 - Total Investasi (TCI) : Rp 313.103.040.963
 - Total Production Cost (TPC) : Rp 385.760.639.531
 - b. Penerimaan:
 - Hasil Penjualan (kapasitas 100%) : Rp 460.000.000.000
 - c. Rehabilitasi Perusahaan:
 - Laju Pengembalian Modal (IRR) : 26,6 %
 - Waktu Pengembalian Modal (POT) : 4,91 tahun
 - Titik Impas (BEP) : 42,46 %

7. Bentuk Perusahaan : Perseroan Terbatas
8. Struktur Organisasi : Garis dan staff
9. Lokasi : Kecamatan Kalianget,
Kabupaten Pamekasan, Pulau Madura, Jawa Timur

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

- Asosiasi Industri Pengguna Garam Indonesia. 2018. *Kebutuhan Garam untuk Industri*.
- Browneel, L.E. dan Young, F.H. 1959. *Process Equipment Design*. Willet Eastern Limited, New Delhi.
- Geankoplis, Christie John. 2003. *Transport Processes and Separation Process Principle, 4th edition*. New Jersey: Pearson Education International.
- Haynes, W. M. 2011. *Handbook of Chemistry and Physics*. Florida: CRC Press.
- Himmelblau, D. M. 1989. *Basic Principles and Calculations in Chemical Engineering*. Singapura: Prentice-Hall International, Inc.
- Kusnarjo. 2010. *Desain Pabrik Kimia*. Surabaya: ITS Press.
- Kusnarjo. 2010. *Desain Bejana Bertekanan*. Surabaya: ITS Press.
- Lasabuda, Ridwan. 2013. *Pembangunan Wilayah Pesisir dan Lautan dalam Perspektif Negara Kepulauan Republik Indonesia*. Jurnal Ilmiah Platax. Vol. I-2, hal. 92 – 101.
- Marihati dan Muryati. 2008. *Pemisahan dan Pemanfaatan Bittern Sebagai Salah Satu Upaya Peningkatan Petani Garam*. Buletin Penelitian dan Pengembangan Industri. Vol. II-2.
- McCabe. 2001. *Unit Operation of Chemical Engineering 6th Edition*. New York: Mc. Graw-Hill Book.s
- O'Brien, Thomas F., et. al. 2013. *Handbook of Chlor-Alkali Technology Volume I: Fundamentals*. USA: Springer Science+Business Media, Inc.
- Perry, Robert H. dan Don W. Green. 1997. *Perry's Chemical Engineers' handbook 7th edition*. United State: McGraw-Hill Companies, Inc.
- Perry, Robert H. dan Don W. Green. 2008. *Perry's Chemical Engineers' handbook 8th edition*. United State: McGraw-Hill Companies, Inc.

- Peter, M.S. dan Timmerhaus, K.D. 1991. *Plant Design and Economic for Chemical Engineers 4th edition*. New York: McGraw-Hill Inc.
- Serra Salt Engineers. 2005. *Purification and Refining of Salt for Chemical and Human Consumptions*.
- Spivakovsky, A. dan V. Dyachkov. 1965. *Conveyors and Related Equipment*. Moscow: Peace Publishers.
- Ulrich, Gael D. 1984. *A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics*. Canada: John Wiley & Sons, Inc.
- Westphal, Gisbert, et al. 2012. *Ullman's Encyclopedia of Industrial Chemistry*. Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.
- Wills, Barry A., et al. 2016. *Will's Mineral Processing Technology 8th Edition*. UK: Heinemann.
- Zumdahl, Steven S. 2005. *Chemical Principles*. USA: Houghton Mifflin Company.
- Kauffman, Dale. 1968. *The Production and Properties of Salt and Brine*. New York : Hafner Publishing Company.
- www.bps.go.id (diakses pada tanggal 03 September 2013).
- www.kkp.go.id (diakses pada tanggal 04 September 2019).
- www.sispk.bsn.go.id/SNI/DaftarList (diakses pada tanggal 23 Oktober 2019).
- www.gea.com/en/binaries/salt-crystallization-evaporation-gea_tcm11-34858.pdf (diakses pada tanggal 11 September 2019)
- www.bi.go.id/id/Default.aspx (diakses pada tanggal 11 Januari 2020).

RIWAYAT HIDUP PENULIS



Puma Reginka, laki-laki kelahiran Jakarta pada tanggal 26 April 1998, merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Penulis menempuh jenjang pendidikan di SD St Fransiskus III Jakarta, SMP St Fransiskus II Jakarta, SMA Negeri 21 Jakarta. Pada akhir masa studi tahap sarjana, penulis melakukan penelitian di laboratorium Biomassa dan Konversi Energi yang sudah diubah menjadi Proses Reaksi Kimia dan Konversi Biomassa untuk menyelesaikan tugas akhir. Penulis pernah melakukan kerja praktik di PT Pertamina Refinery Unit IV Cilacap pada bulan Juli – Agustus 2019. Penulis telah menyelesaikan tugas pra-desain pabrik yang berjudul “Pra Desain Pabrik Garam Industri dari Garam Rakyat dengan Metode Hidroekstraksi” dan tugas penelitian yang berjudul “Optimasi Produksi Biodiesel dari Minyak Dedak Padi dalam Kondisi Reaksi Ringan Dibantu Oleh Pencampuran Geser Tinggi Menggunakan *Response Surface Methodology (RSM)*”.

Email : pumasembiring@gmail.com
LinkedIn : Puma Reginka



Hana Rafidah Hasan, penulis dilahirkan di Pekanbaru pada tanggal 17 Maret 1998. Penulis menempuh jenjang pendidikan formal di antaranya SDS Cendana Mandau, SMPS Cendana Mandau, dan SMAS Cendana Mandau. Selanjutnya, penulis menempuh pendidikan S-1 di Teknik Kimia Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS). Pada akhir masa studi tahap sarjana, penulis melakukan penelitian di laboratorium Biomassa dan Konversi Energi yang sudah diubah menjadi Proses Reaksi Kimia dan Konversi Biomassa untuk menyelesaikan tugas akhir. Penulis pernah melaksanakan kerja praktik di PT Pupuk Sriwidjaja Palembang pada bulan Juni – Agustus 2019. Penulis telah menyelesaikan tugas pra-desain pabrik dengan judul “Pra Desain Pabrik Garam Industri dari Garam Rakyat dengan Metode Hidroesktraksi” dan tugas penelitian dengan judul “Optimasi Produksi Biodiesel dari Minyak Dedak Padi dalam Kondisi Reaksi Ringan Dibantu Oleh Pencampuran Geser Tinggi Menggunakan Response Surface Methodology (RSM)”.

Email : hanahasanz@gmail.com

LinkedIn : Hana Rafidah Hasan