TUGAS DESAIN PABRIK KIMIA – TK 184803

PRA DESAIN PABRIK GARAM FARMASI DARI GARAM RAKYAT DENGAN METODE *VACUUM PAN CRYSTALLIZER*

Ashifa Azzediena Geraldine
NRP. 02211640000045

Heghi Rado Gama Pradikdo
NRP. 02211640000055

Dosen Pembimbing :
Prof. Dr. Ir. Tri Widjaja, M.Eng
NIP. 1961 10 21 1986 03 1 001

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

LEMBAR PENGESAHAN

Pra Desain Pabrik dengan judul :

"Tugas Pra Desain Pabrik Garam Farmasi dari Garam Rakyat dengan Metode Vacuum Pan Crystallizer"

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

Oleh :

Ashifa Azzediena Geraldine	**02211640000045**
Heghi Rado Gama Pradikdo	**02211640000055**

Telah diajukan dan diperbaiki sesuai dengan saran-saran dari dosen penguji :

1. Prof. Dr. Ir. Tri Widjaja, M.Eng ..... (Pembimbing I)
2. Prof. Dr. Ir. Ali Altway, MSc. ..... (Penguji I)
3. Hakun Wirawasista Aparamarta, S.T., MMT. ..... (Penguji II)
4. Donny Satria Bhuana, ST., M.Eng.Sc ..... (Penguji III)

Surabaya, 17 Februari 2020

Dosen Pembimbing

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

NIP. 1961 10 21 1986 03 1001

Mengetahui,

Kepala Laboratorium Teknologi Biokimia

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI DAN REKAYASA SISTEM DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA

Prof. Dr. Ir. Arief Widjaja, M.Eng.

NIP. 1966 05 23 1991 02 1001

Scanned by CamScanner

ABSTRAK

Indonesia merupakan negara maritime dengan wilayah laut yang sangat luas. Laut Indonesia banyak menyimpan potensi alam yang dapat dimanfaatkan untuk kesejahteraan bangsa ini, antara lain adalah garam. Garam rakyat memiliki kandungan NaCl yang beragam. Kandungan NaCl yang tinggi membuat harga garam semakin meningkat. Dengan kandungan NaCl sekitar 93 % garam rakyat dari Sumenep dapat ditingkatkan NaCl nya hingga 99,5% menjadi garam farmasi dengan nilai jual lebih tinggi. Pemurnian garam rakyat dapat dilakukan dengan metode *vacuum pan* dengan *single effect evaporator*. *Stage* awal pemurnian adalah pengendapan pengotor dengan bantuan zat additive berupa *caustic soda*, *barium chloride* dan *soda ash*. Setelah proses pengendapan larutan garam di re-kristalisasi dengan *vacuum pan* sehingga didapatkan Kristal-kristal garam yang lebih murni. Kristal garam kemudian dikeringkan dengan dryer dan disaring untuk mendapat ukuran yang seragam. Produk jadi kemudian dikemas dan dipasarkan. Kapasitas produksi pabrik sebesar 35.000 ton/tahun dan bahan baku yang dubutuhkan sebanyak 35.959,0402 ton/tahun atau 4.540,2829 kg/jam. Pabrik beroperasi secara kontinyu selama 24 jam/hari, 330 hari operasi/tahun. Pendirian pabrik garam farmasi memerlukan biaya investasi modal tetap (*fixed capital*) sebesar Rp 802.957.051.334,83, modal kerja (*working capital*) Rp 141.698.303.176,74 dan investasi total sebesar Rp 944.655.354.511,57. Biaya produksi per tahun Rp171.830.497.441,74 dan hasil penjualan per tahun Rp490.000.000.000. Dari analisa ekonomi didapatkan BEP 34%, POT sesudah pajak 4,9 tahun. Dari segi teknik dan ekonomi, pabrik garam farmasi ini layak untuk didirikan.

***Kata Kunci*—Proses Vacuum Pan (Single Effect Evaporation), Garam Rakyat, Analisis Ekonomi.**

ABSTRACT

Indonesia is a maritime country with a very large sea area. The Indonesian sea has a lot of natural potentials that can be used for the welfare of this nation, including salt. Folk salt has a variety of NaCl content. The high NaCl content makes the salt price increase. With a NaCl content of about 93% of the people's salt from Sumenep, the NaCl can be increased by 99.5% to become pharmaceutical salt with higher selling value. The purification of people's salt can be done using the vacuum pan method with a single effect evaporator. The initial stage of purification is the deposition of impurities with the help of additives in the form of caustic soda, barium chloride, and soda ash. After the process of settling the salt solution, it is re-crystallized with a vacuum pan to obtain purer salt crystals. The salt crystals are then dried in a dryer and filtered to obtain the uniform size. The finished product is then packaged and marketed. The factory production capacity is 35,000 tons / year and the raw materials needed are 35,959,0402 tons / year or 4,540,2829 kg / hour. The plant operates continuously for 24 hours/day, 330 operating days/year. The establishment of a pharmaceutical salt factory requires fixed capital investment costs of Rp. 802,957,051,334.83, working capital of Rp. 141,698,303,176.74 and a total investment of Rp. 944,655,354,511.57. Production costs per year Rp.171,830,497,441.74 and annual sales proceeds Rp.490,000,000,000. From the economic analysis obtained BEP 34%, POT after tax is 4.9 years. From a technical and economic perspective, this pharmaceutical salt factory is feasible to establish

Keyword : Vacuum pan process (Single Effect Evaporation), Folk salt, Economic Analysis.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Pra Desain Pabrik yang berjudul "***Tugas Desain Pabrik Kimia Garam Farmasi dari Garam Rakyat dengan Metode Vacuum Pan Crystallizer***" tepat pada waktunya. Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi program Strata-1 di Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

Dalam pelaksanaan Tugas Akhir serta penyusunan laporan ini, penulis menyadari bahwa tidak mudah untuk menyelesaikannya karena keterbatasan pengetahuan yang dimiliki oleh penulis, sehingga perlu melibatkan berbagai pihak secara langsung maupun tidak langsung dalam membantu dan membimbing hingga pada pencapaian terakhir penyusunan Tugas Akhir ini. Dengan demikian, penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Orang tua dan keluarga penulis yang telah memberi doa, dukungan dan motivasi dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Juwari S.T., M.Eng., Ph.D, selaku Ketua Departemen Teknik Kimia FTI ITS Surabaya.
4. Bapak Prof. Dr. Ir. Arief Widjaja, M.Eng. selaku Kepala Laboratorium Teknologi Biokimia, Departemen Teknk Kimia FTI-ITS Surabaya atas bimbingan, saran dan motivasi yang diberikan.
5. Bapak Prof. Dr. Ir. Tri Widjaja, M.Eng. selaku Dosen Pembimbing Laboratorium Teknologi Biokimia, Departemen Teknk Kimia FTI-ITS Surabaya atas bimbingan, saran dan motivasi yang diberikan..

6. Bapak dan Ibu Dosen Departemen Teknk Kimia FTI-ITS Surabaya yang telah memberikan ilmu dan berkenan untuk meluangkan waktu dalam membimbing kami.
7. Bapak dan Ibu Karyawan Departemen Teknk Kimia FTI-ITS Surabaya yang telah memberi dukungan kepada penulis.
8. Seluruh civitas akademika Departemen Teknik Kimia FTI-ITS Surabaya yang telah memberikan dukungan moril kepada penulis.
9. Keluarga besar Institut Teknologi Sepuluh Nopember, khususnya teman-teman Lintas Jalur 2018 dan Laboratorium Teknologi Biokimia, Departemen Teknik Kimia FTI-ITS atas kerja samanya.

Penulis menyadari bahwa dalam Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Untuk itu dengan segala kerendahan hati, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan laporan ini. Besar harapan penulis, semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca

Surabaya, Januari 2020

Penyusun

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....i

INTISARI ii

KATA PENGANTAR..... .iv

DAFTAR ISI vi

DAFTAR GAMBAR vii

DAFTAR TABEL viii

BAB I PENDAHULUAN I-1

I.1 Latar Belakang……...I-1

BAB II BASIS DESAIN DATA II-1

II.1 Kapasitas…….. II-1
II.2 Lokasi……...II-3
II.3 Kualitas Bahan Baku dan Produk……...II-10

BAB III SELEKSI DAN URAIAN PROSES .....…III-1

III.1 Tite-Tipe Proses .....…III-1
III. 2 Pemilihan Proses .....…III-7
III.3 Uraian Proses .....…III-8

BAB IV NERACA MASSA DAN ENERGI IV-1

IV.1 Neraca Massa IV-1
IV.2 Neraca Neraca Energi IV-18

BAB V DAFTAR HARGA PERALATAN V-1

V.1 Kapasitas V-1

BAB VI ANALISA EKONOMI VI-1

VI.1 Pengelolaan Sumber Daya Manusia VI-1
VI.2 Utilitas VI-9
VI. 3 Analisa Ekonomi VI-11

BAB VII KESIMPULAN VII-1

DAFTAR PUSTAKA.....xiii

DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1 Penghasil garam rakyat terbesar di Indonesia tahun 2015 .....I - 4

Gambar II.1 Peta Kabupaten Madura.....II - 4

Gambar II.2 Lokasi pabrik garam di Kalianget Sumenep.II - 4

Gambar II.3 Bandara Trunojoyo..... II - 9

Gambar III.1 Diagram proses *vacuum pan multiple effect evaporator* ..... III - 3

Gambar III.2 Diagram proses penambangan garam *(rock salt mining)*..... III - 3

Gambar III.3 Diagram proses pencucian dengan brine.. III – 3

Gambar VI.1 Struktur Organisasi Perusahaan..... VI - 2

Gambar VI.2 Kebutuhan Pekerja Operator untuk Industri Kimia .....VI - 6

Gambar VI.3 Grafik Titik Impas (*Break Event Point/ BEP)* ……VI - 13

DAFTAR TABEL

Tabel I.1 Pangsa produksi garam rakyat tiap daerah terhadap produksi garam nasional tahun 2014 ..... I-3
Tabel II.1 Data Impor Garam Farmasi..... II-1
Tabel II.2 Data produksi garam farmasi di PT Kima Farma Jombang II-1
Tabel II.3 Produktivitas tambak di setiap kecamatan di Kabupaten Sumenep II-4
Tabel II.4 Data topografi dan iklim Kabupaten Sumenep II-5
Tabel II.5 Kebutuhan garam derajat farmasetis di Indonesia ……..II-6
Tabel II.6 Industri pengguna garam farmasetis II-6
Tabel II.7 Ketersediaan akses transportasi..... II-6
Tabel II.8 Jarak pemasaran II-7
Tabel II.9 Kandungan bahan baku dari PT. Garam II-8
Tabel II.10 Komponen *Soda Ash* II-9
Tabel II.11 Komposisi brine II-10
Tabel III.1 Perbandingan proses pemurnian garam..... III-6
Tabel IV.1 Neraca Massa Vertical Mill (C-112) IV-1
Tabel IV.2 Neraca Massa Bucket Elevator (J-113) IV-2
Tabel IV.3 Neraca Massa Mixer (M-110) IV-2
Tabel IV.4 Neraca Massa Screen Filter (H-120)..... IV-3
Tabel IV.5 Neraca Massa Reaktor (R-130) IV-3
Tabel IV.6 Neraca Massa Bittern Cooler (E-131) IV-4
Tabel IV.7 Neraca Massa Flokulator (R-140) IV-5
Tabel IV.8 Neraca Massa Settler Tank (H-150) IV-6
Tabel IV.9 Neraca Massa Tangki Penampung I (F-152) IV-7
Tabel IV.10 Neraca Massa Tangki Netralisasi (F-154)... IV-7

Tabel IV.11 Neraca Massa Tangki Penampung II (F-156) IV-8
Tabel IV.12 Neraca Massa Effect Evaporator I (V-210A) IV-9
Tabel IV.13 Neraca Massa Effect Evaporator II (V-210B) IV-9
Tabel IV.14 Neraca Massa Vacuum Pan Crystallizer (V-220) IV-10
Tabel IV.15 Neraca Massa Centrifuge (H-230) IV-11
Tabel IV.16 Neraca Massa Belt Conveyor I (J-311)..... IV-11
Tabel IV.17 Neraca Massa Rotary Dryer (B-310) IV-12
Tabel IV.18 Neraca Massa Cyclone I IV-13
Tabel IV.19 Neraca Massa Belt Conveyor II (J-321) IV-13
Tabel IV.20 Neraca Massa Rotary Cooler (B-320)..... IV-14
Tabel IV.21 Neraca Massa Cyclone II (H-322) IV-15
Tabel IV.22 Neraca Massa Bucket Elevator (J-331)..... IV-15
Tabel IV.23 Neraca Massa Crusher (C-330)..... IV-16
Tabel IV.24 Neraca Massa Screener (J-340)..... IV-17
Tabel IV.25 Neraca Massa Tangki Produk (F-350) IV-17
Tabel IV.26 Data Heat Formation IV-18
Tabel IV.27 Data Specific Heat..... IV-18
Tabel IV.28 Neraca Energi Mixer (M-110)..... IV-19
Tabel IV.29 Neraca Energi Bittern Cooler (E-135) IV-19
Tabel IV.30 Neraca Energi Reaktor (R-120)..... IV-20
Tabel IV.31 Neraca Energi Tangki Netralisasi (F-143) . IV-21
Tabel IV.32 Neraca Energi Evaporator Effect I (V-210) IV -21
Tabel IV.33 Neraca Energi Evaporator Effect II (V-220) IV-23
Tabel IV.34 Neraca EnergiVacuum Pan Cristallizer (V-220) IV-24

Tabel IV.35 Neraca Energi Barometric Condensor (E-222) IV-25
Tabel IV.36 Neraca Energi Steam Jet Ejector (G-223) ... IV-26
Tabel IV.37 Neraca Energi Rotary Dryer (B-310) IV-27
Tabel IV.38 Neraca Energi Air Heater (E-313) IV-28
Tabel IV.39 Neraca Energi Rotary Cooler (B-320).....IV-28
Tabel V.1 Spesifikasi Gudang Bahan Baku (F-111)....V-1
Tabel V.2 Spesifikasi Vertical Mill (C-112).....V-1
Tabel V.3 Spesifikasi Bucket Elevator (J-112).....V-1
Tabel V.4 Spesifikasi Sand Filter (H-110).....V-2
Tabel V.5 Spesifikasi Screen Filter (H120) V-3
Tabel V.6 Spesifikasi Reactor Tank (R-130).....V-3
Tabel V.7 Spesifikasi Tangki Flokulator (R-140).....V-4
Tabel V.8 Spesifikasi Sttler Tank (H-150).....V-4
Tabel V.9 Spesifikasi Tangki Penampung I (F-152)....V-4
Tabel V.10 Spesifikasi Tangki Netralisasi (F-154).....V-5
Tabel V.11 Spesifikasi Tangki Penampung II (F-156) ..V-5
Tabel V.12 Spesifikasi Evaporator (V-210).....V-6
Tabel V.13 Spesifikasi Vacuum Pan Cristallizer (V-220) V-6
Tabel V.14 Spesifikasi Centrifuge (H-230) V-7
Tabel V.15 Spesifikasi Belt Conveyor I (J-331).....V-7
Tabel V.16 Spesifikasi Rotary Dryer (B-310) V-8
Tabel V.17 Spesifikasi Cyclone I (H-312).....V-8
Tabel V.18 Spesifikasi Belt Conveyor II (J-321).....V-9
Tabel V.19 Spesifikasi Rotary Cooler (B-320).....V-9
Tabel V.20 Spesifikasi Cyclone II (H-322) V-10
Tabel V.21 Spesifikasi Bucket Elevator (J-331).....V-10
Tabel V.22 Spesifikasi Crusher (C-330).....V-11
Tabel V.23 Spesifikasi Screener (H-340) V-11
Tabel V.24 Spesifikasi Tangki Produk (F-350) V-11

Tabel V.25 Spesifikasi Barometric Condensor (E-222). V-12
Tabel V.26 Spesifikasi Steam Jet Ejector (G-223) V-12
Tabel V.27 Spesifikasi Hot Well (F-224) V-13
Tabel V.28 Spesifikasi Air Heater (E-313) V-13
Tabel V.29 Spesifikasi Blower (N-314) V-13
Tabel V.30 Spesifikasi Exhaust Fan (G-323) V-13
Tabel V.31 Spesifikasi Pompa (L-121) V-14
Tabel V.32 Spesifikasi Pompa (L-141) V-14
Tabel V.33 Spesifikasi Pompa (L-153) V-15
Tabel V.34 Spesifikasi Pompa (L-157) V-15
Tabel V.35 Spesifikasi Pompa (L-221) V-16
Tabel VI.1 Daftar Kebutuhan Karyawan Pabrik Garam Farmasi VI-5
Tabel VI.2 Jadwal Shift Dengan Sistem 2-2-2 ..... VI-6
Tabel VI.3 Parameter Perhitungan Ekonomi VI-9

BAB I
LATAR BELAKANG

I.1 Latar Belakang

Pembangunan di suatu negara harus semakin dikembangkan seiring dengan kemajuan zaman, salah satunya adalah pembangunan di bidang industry, terutama industry kimia. Pengembangan industri kimia sangat penting dikarenakan dapat mengurangi pengeluaran devisa negara untuk mengimpor bahan-bahan yang dibutuhkan oleh penduduk Indonesia. Dengan adanya pengembangan di dunia industri kimia, diharapkan negara kita dapat menjadi negara yang mandiri karena tidak lagi bergantung pada industry-industri di luar negeri. Salah satu industri yang perlu dan telah dikembangkan di Indonesia adalah industry garam (NaCl)

Garam merupakan istilah umum untuk senyawa kimia bernama Natrium Chlorida (NaCl). Garam berasal dari nama Latin "sal"(salt, dalam Bahasa Inggris) dimana keduanya adalah nama mineral halite. Nama Latin "sal" sendiri berasal dari Bahasa Yunani "hals" yang juga berarti laut. Di alam, garam tidak bisa didapatkan dalam keadaan benar-benar murni, walaupun beberapa analisa telah dilakukan menunjukkan kemurnian garam (NaCl) mencapai 99,9%. Sedangkan menurut Kementrian Perdagangan, garam adalah senyawa yang komponen utaanya terdiri dari Natrium Chlorida (NaCl) dan mengandung senyawa lain seperti air, magnesium, kalium, sulfat dan bahan tambahan iodium, anti-caking atau free-flowing maupun tidak.

(PP No: 58/M-DAG/PER/9/12)

Garam tidak hanya dimanfaatkan sebatas pada bidang pangan saja, melainkan juga menjadi kebutuhan berbagai macam industri baik sebagai bahan baku utama seperti pembuatan caustic soda, maupun sebagai bahan baku penolong (tambahan) seperti pada water treatment unit, pembuatan monosodium glutamate (MSG), bahan-bahan medis dan obat-obatan, produk susu dan turunannya, dan juga dapat digunakan untuk mencegah terjadinya penyakit

gondok dengan ditambahkan iodium serta aplikasi-aplikasi lainnya.

(Kompas, 22 Oktober 2014)

Berdasarkan pemanfaatannya, garam dikelompokkan atas dua kelompok yaitu garam konsumsi dan garam industri. Garam konsumsi berdasarkan SNI memiliki kandungan NaCl minimal 95%. Untuk garam industri, dibutuhkan kualitas garam yang lebih baik, misalnya pada industri perminyakan, tekstil dan penyamakan kulit memiliki kandungan NaCl diatas 97,5%, industri chlor alkaline plant dengan NaCl diatas 98,5% dan industri pharmaceutical salt (garam farmasi) dengan kadar NaCl diatas 99,5% dan impuritis mendekati 0.

(www.djpk.kkp.go.id)

Garam dapat diperoleh dengan tiga cara, yaitu melalui penguapan air laut dengan sinar matahari, penambahan batuan garam (rock salt mining) dan dari sumur air garam (brine). Garam hasil tambang memiliki komposisi yang berbeda-beda, bergantung pada lokasi penambangan garam. Penambangan garam umumnya mengandung kadar NaCl lebih dari 95%. Proses produksi garam di Indonesia umumnya menggunakan metode penguapan air laut dengan bantuan sinar matahari.

Kualitas garam yang dikelola secara tradisional umumnya harus diolah kembali untuk dijadikan garam Konsumsi, garam industri maupun untuk garam farmasi. Pembuatan garam dapat dilakukan dengan beberapa katagore berdasarkan perbedaan kandungan NaCl yang merupakan unsur utama dari garam. Jenis garam dapat dibagi dalam beberapa kategori, yaitu baik sekali, baik dan sedang. Garam dikatakan baiksekali bila mengandung NaCl lebih dari 95%. Untuk garam baik, memiliki kadar NaCl berkisar 90-95% dan kategori sedang bila kadar NaCl berkisar 80-90%.

Saat ini industri farmasi Indonesia masih sangat tergantung pada bahan baku impor, dimana hamper 95% bahan baku obat (BBO) yang diperlukan masih harus diimpor. Salah satu bahan yang masih diimpor adalah garam farmasi. Dalam industry farmasi, garam farmasi merupakan bahan baku yang banyak digunakan

antara lain sebagai bahan baku sediaan infus., produksi tablet, pelarut vaksin, sirup, oralit, cairan pencuci darah, minuman kesehatan dan lain-lain. Dalam bidang kosmetik, garam farmasi dipakai salah satu bahan campuran dalam pembuatan sabun dan shampoo.

Suplai kebutuhan garam farmasi di Indonesia hingga saat ini seluruhnya masih dipenuhi oleh produk impor. Hal ini dikarenakan hingga saat ini belum ada industri dalam negeri yang memproduksi garam tersebut. Oleh karena ituu, kebutuhan garam farmasi sebagian besar masih diimpor dari negara lain seperti Jerman, China, Australia, Selandia Baru dan India.

(www.kimiaframa.co.id)

Berdasarkan data dari Badan Informasi Geospasial (BIG), Indonesia memiliki total panjang garis pantai sebesar 99.093 kilometer. Dengan panjang garis pantai mencapai 99.000 kilometer, Indonesia memiliki potensi besar sebagai negara penghasil garam, akan tetapi potensi ini tidak diimbangi dengan peningkatan jumlah dan mutu produksi garam di Indonesia. Mutu hasil produksi garam yang dihasilkan oleh sebagian besar pabrik garam masih banyak yang belum memenuhi standar jika ditinjau dari kadar NaCl. Hal ini disebabkan oleh kondisi bahan baku yang sangat rendah mutunya, proses refining yang tidak memenuhi syarat serta sistem pengolahan pabrik yang kurang professional.

Adapun pusat produksi garam di Indonesia tersebar di beberapa daerah dengan kapasitas produksi beragam. Pangsa produksi garam rakyat terhadap produksi garam nasional tahun 2014, dengan total 2,84 juta ton, adalah :

Tabel I.1 Pangsa produksi garam rakyat tiap daerah terhadap produksi garam nasional tahun 2014

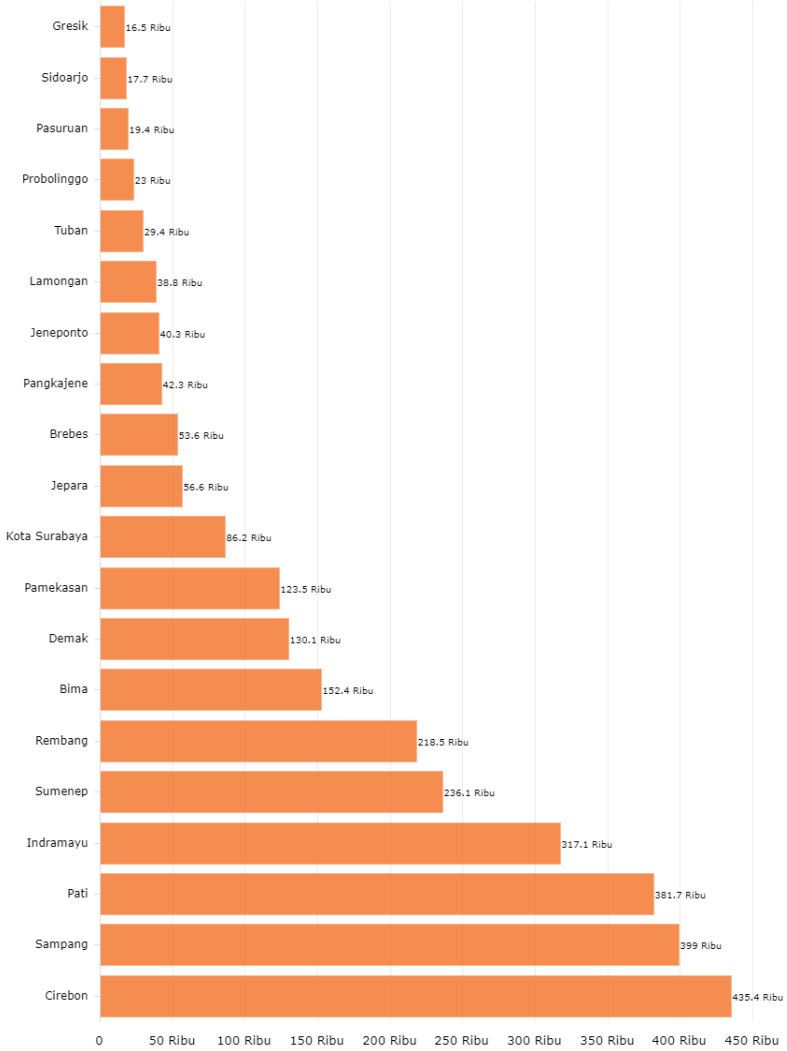
No.	Kab/Kota	Produksi (%)		No.	Kab/Kota	Produksi (%)
1	Cirebon	12,56		23	Gresik	0,35
2	Indramayu	12,43		24	Bangkalan	0,35
3	Sumenep	11,67		25	Buleleng	0,25

4	Pati	11,51		26	Sumbawa	0,18
5	Sampang	10,25		27	Pidie	0,16
6	Bima	6,25		28	Karawang	0,15
7	Kota Surabaya	6,24		29	Kupang	0,13
8	Rembang	5,67		30	Kota Bima	0,12
9	Demak	4,22		31	Aceh Utara	0,12
10	Pamekasan	3,57		32	Lombok Tengah	0,08
11	Jepara	2,91		33	Nagekeo	0,07
12	Pangkep	2,19		34	Karangasem	0,06
13	Lamongan	1,31		35	Kota Palu	0,04
14	Brebes	1,02		36	Selayar	0,03
15	Probolinggo	1,00		37	Ende	0,03
16	Tuban	1,00		38	Aceh Timur	0,03
17	Jeneponto	0,98		39	Sumba Timur	0,02
18	Lombok Timur	0,91		40	Aceh Besar	0,02
19	Pasuruan	0,64		41	Manggarai	0,01
20	Takalar	0,64		42	Alor	0,01
21	Kota Pasuruan	0,43		43	TTU	0,01
22	Lombok Barat	0,37			TOTAL	100,00

Sumber: Laporan Kinerja Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) (2014a)

sedangkan 20 kabupaten/kota penghasil garam rakyat terbesar pada tahun 2015 adalah :

Gambar I.1 Penghasil garam rakyat terbesar di Indonesia tahun 2015



Sumber : Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP), 2016

Di tahun 2014, lahan garam produktif telah mengalami peningkatan menjadi 27,9 ribu hektar (74,6% dari total lahan potensial hasil pemetaan pada tahun 2010) (table 2.1). dengan demikian, masih terdapat 25,4% lahan potensial pegaraman lainnya yang belum dimanfaatkan sehingga masih terdapat peluang untuk melakukan ekstensifikasi lahan garam dalam negeri. Berdasarkan data Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP, 2015): produksi garam nasional pada tahun 2015 mencapai 2,84 juta ton. Sebanyak 2,5 juta ton diproduksi oleh garam rakyat dan sisanya berupa garam industri yang diproduksi oleh PT. Garam. Tetapi pada tahun yang sama kapasitas tersebut belum memenuhi kebutuhan garam nasional yang mencapai 3,75 juta ton.

Selain permasalahan di atas, industri garam di Indonesia harus dihadapkan dengan tidak terserapnya penggunaan garam rakyat secara maksimal. Seperti pada tahun 2015 ketika pemerintah menganggarkan dana Penyertaan Modal Negara (PNM) senilai 300 miliar rupiah dari Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara (APBD) kepada PT Garam. Dana Anggaran tersebut sebagian diantaranya akan digunakan untuk menyerap 400 ribu ton garam rakyat, namun hanya 8,2 ribu ton saja yang mampu terserap. Hal ini dikarenakan para pengguna garan di INodnesia lebih memilih garam impor sebagai bahan bakunya. Permasalahan-permasalahan tersebut yang melatar belakangi pemilihan judul:

“Pra Desain Pabrik Garam Farmasi dari Garam Rakyat”

(http://uapminovasi.com/nasib-garam-di-tanah-garam/)

BAB II
BASIS DESAIN DATA

II.1 Kapasitas Pabrik

Dalam pendirian pabrik, salah satu faktor yang sangat perlu diperhatikan adalah penentuan kapasitas produksi pabrik. Pabrik garam farmasi ini direncanakan untuk didirikan pada tahun 2024 dengan mengacu pada ketersediaan garam rakyat. Untuk mendapatkan nilai kapasitas produksi, dibutuhkan nilai ekspor, impor, produksi, dan konsumsi tiap tahunnya. Perhitungan peluang kapasitas sama dengan perhitungan neraca massa peredaran suatu produk dipasaran. Menurut Peters Timmerhaus, 1991, dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

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

Keterangan:

F = data impor/produksi/konsumsi saat pabrik didirikan (tahun)
P = data impor/produksi/konsumsi sekarang (tahun)
i = pertumbuhan rata-rata
n = selisih tahun
(Peter & Timmerhaus, 1991)

Berikut data impor garam farmasi dari tahun 2013-2018

Tabel II.1. Data Impor Garam Farmasi di Inodnesia

No	Tahun	Impor (ton)	Pertumbuhan (%)
1	2013	2207515	-
2	2014	2267094	0,027
3	2015	1861849	-0,179
4	2016	2137799	0,148
5	2017	2367392	0,107
6	2018	2836973	0,198
	Rata-rata	2279770,333	0,050

(BPS.go.id)
(BPS, 2018)

Sedangkan untuk data produksi garam farmasi baru ada pada tahun 2016 ketika Kimia Farma bekerja sama dengan BPPT mendirikan pabrik garam farmasi di wilayah Jombang, Jawa Timu. Data produksi dari pabrik garam farmasi Kimia Farma adalah sebagai berikut:

Tabel II.2. Data Produksi Garam Farmasi di PT Kimia Farma Jombang

No	**Tahun**	**Berat bersih (ton)**	**Pertumbuhan (%)**
1	2013	0	-
2	2014	0	-
3	2015	0	-
4	2016	2000	-
5	2017	2000	0
6	2018	6000	2
	Rata-rata	1666,67	0,33

(Anon., 2016)

Dilihat dari table II.1 kebutuhan garam farmasi di Indonesia rata-rata meningkat setiap tahunnya. Pertumbuhan impor garam farmasi tertinggi terjadi pada tahun 2018 yaitu sebesar 19,2% dengan rata-rata pertumbuhan dari tahun 2013 hingga 2018 sebesar 5%. Sehingga dapat dikalkulasi kebutuhan garam farmasi pada tahun 2024 adalah sebagai berikut:

- Impor

Dikarenakan akan dibangun pabrik garam farmasi baru di Indonesia, maka besarnya impor diasumsikan dihentikan atau 0. Sehingga perhitungan nilai impor garam farmasi pada tahun 2024 adalah:

F = Impor tahun 2018 * $(1+\text{pertumbuhan rata-rata})^{2024-2018}$

= 2836973 * $(1+0{,}050)^{6}$

= 3 801 815,15

- Ekspor

Dikarenakan kebutuhan garam farmasi di Indonesia masih banyak dan selama ini pemerintah melakukan impor untuk memenuhi kebutuhan, maka diasumsikan jumlah garam farmasi yang di ekspor adalah 0. Sehingga perhitungannya menjadi:

F = Ekspor tahun 2018 * $(1+\text{pertumbuhan rata-rata})^{2024-2018}$

= 0

- Produksi

F = Produksi tahun 2018 * $(1+\text{pertumbuhan rata-rata})^{2024-2018}$

= 6000 * $(1+0{,}33)^{6}$

= 33209,405

- Konsumsi

Karena pabrik garam farmasi baru didirikan pertama kali pada tahun 2016, maka diasumsikan konsumsi garam farmasi sesuai dengan data impor. Sehingga perhitungan konsumsi menjadi:

F = Impor tahun 2018*$(1+\text{pertumbuhan rata-rata})^{2024-2018}$

= 2836973 * $(1+0{,}050)^{6}$

= 3 801 815,15

Dari perhitungan di atas maka dapat diperkirakan jumlah konsumsi garam farmasi pada tahun 2024 adalah:

m1+m2+m3=m4+m5

m3=m4+m5-(m1+m2)

m3=3 801 815,15+3 801 815,15-(0+33209,405)

m3=7 570 420,9 ton/tahun

dimana, m1 : Nilai impor pada tahun N

m2 : Nilai produksi pabrik dalam negei tahun N

m3 : Potensi kapasitas pabrik yang akan didirikan (ton/tahun)

m4 : Nilai ekspor pada tahun N

m5 : Nilai konsumsi pabrik dalam negeri tahun N

Kapasitas pabrik yang akan didirkan adalah 0,5% dari potensi kapasitas yang ada, maka kapasitas yang akan beroperasi sebesar

34 860,575 ton/tahun yang kemudian dibulatkan menjadi 35 000 ton/tahun dengan mengoperasikan pabrik selama 24 jam sehari selama 330 hari per tahun.

II.2 Lokasi Pabrik

Penentuan lokasi pabrik merupakan salah satu hal yang penting dalam proses pendirian suatu pabrik. Pertimbangan–pertimbangan seperti ketersediaan bahan baku, transportasi, ketenagakerjaan sertu utilitas adalah hal yang perlu dilakukan selama pemilihan lokasi pabrik.

Lokasi yang dipilih untuk mendirikan Pabrik Garam Farmasi direncanakan akan dibangun di Gapura Barat, Kabupaten Sumenep, Madura. Secara administratif Kabupaten Sumenep termasuk dalam wilayah Provinsi Jawa Timur. Kabupaten Sumenep terdiri dari 27 wilayah kecamatan, 332 desa/kelurahan dengan luas wilayah keseluruhan mencapai 2.093,47 km2, terdiri dari luas daratan 1.146,937065 km2 (54,79%), luas kepulauan 946,530508 km2 (45,21%), dan luas wilayah perairan Kabupaten Sumenep ± 50.000 km2. Pusat pemerintahan Kabupaten berada di Kota Sumenep tepatnya di Kecamatan Kota Sumenep.

Gambar II.1 Peta Kabupaten Sumenep

Gambar II.2 Lokasi pabrik garam di Kalianget, Sumenep

Pemilihan lokasi pendirian pabrik didasarkan pada pertimbangan – pertimbangan berikut:

1.) Aspek Ketersediaan Bahan Baku

Luas wilayah perairan Kabupaten Sumenep ± 50.000 km^2 sehingga dapat menjamin kontinuitas produksi pada pabrik dalam jangka panjang. Berdasarkan data dari Kementrian Kelautan dan Perikanan, pada tahun 2018, Sumenep mampu menghasilkan 235.000 ton garam, tertinggi diantara 3 kabupaten lainnya di Madura, yaitu Pamekasan (127.869 ton), Sampang (346.666 ton), dan Bangkalan (5.384,5 ton).

Produksi dan produktivitas tambak garam yang dihasilkan di Kabupaten Sumenep dihasilkan dari 8 kecamatan. Produksi pada masing – masing kecamatan dapat dilihat pada **Tabel II.8**, dimana kecamatan Kalianget merupakan penghasil garam di Sumenep dengan produktivitas tertinggi.

Tabel II.3 Produktivitas tambak di setiap kecamatan di Kabupaten Sumenep pada tahun 2017

No.	Kecamatan	Produksi (ton)	%
1	Kalianget	56.067,46	32,61564
2	Giligenting	41.531,73	24,1599
3	Saronggi	31.450,01	18,29515

4	Pragaan	20.125,28	11,70731
5	Gapura	13.902	8,087092
6	Raas	6.483	3,7713
7	Sapeken	2.035,20	1,183919
8	Arjasa	308,90	0,179694

(Sumber: Intensifikasi Laham Garam Rakyat di Kabupaten Sumenep, 2017)

Salinitas air laut merupakan salah satu faktor penting dalam produktivitasnya garam tahunan. Menurut Darmadi (2010) menyatakan bahwa tinggi rendahnya tingkat kadar garam sangat dipengaruhi oleh faktor – faktor sebagai berikut:

- Penguapan, semakin besar tingkat penguapan (evaporasi) air laut maka tingkat salinitas juga semakin tinggi, begitu juga dengan sebaliknya apabila suatu perairan tingkat penguapannya rendah, maka perairan tersebut juga memiliki salinitas rendah.
- Curah hujan, semakin tinggi tingkat curah hujan pada suatu wilayah maka salinitas perairan pada wilayah tersebut juga akan rendah, begitu juga sebaliknya semakin rendah tingkat curah hujan pada suatu wilayah maka tingkat salinitas pada perairan wilayah tersebut semakin tinggi.
- Sungai, semakin banyak sungai yang bermuara di laut maka tingkat salinitas akan semakin rendah. Begitu juga dengan sebaliknya semakin sedikit sungai yang bermuara di laut maka tingkat salinitas akan semakin tinggi. Hal tersebut disebabkan masuknya air tawar ke dalam laut sehingga mempengaruhi tingkat salinitas air laut.

Musim kemarau di wilayah Sumenep lebih lama jika dibandingkan dengan wilayah lain di sebelah baratnya. Semakin ke arah timur, panjang musim kemarau cenderung meningkat. Panjang musim kemarau rata – rata di setiap wilayah sekitar 18 dasarian (6 bulan) dan jumlah dasarian yang selalu kemarau

berkisar antara 5 hingga 13 dasarian. Kondisi ini memenuhi syarat sebagai wilayah yang berpotensi menjadi sentra penggaraman menurut BMKG. Hanya terdapat 3 sungai yang melintasi Kabupaten Sumenep, yaitu Kali Pasian, Kali Pasongsongan, dan Kali Saroka. Sehingga dengan kondisi ini, salinitas air laut di Sumenep sudah cukup baik dan dapat menjamin kualitas bahan baku utama pada pabrik garam farmasi.

2.) Aspek Letak dan Kondisi Geografis

Sumenep berada pada lokasi yang cukup strategis untuk produksi garam farmasi. Posisi geografis Kabupaten Sumenep terletak diantara 113º 32’ - 116º 16’ Bujur Timur dan 4º 55’ - 7º 24’ Lintang Selatan, dengan batas-batas sebagai berikut:

- Sebelah Selatan : Selat Madura
- Sebelah Utara : Laut Jawa
- Sebelah Barat : Kabupaten Pamekasan
- Sebelah Timur : Laut Jawa dan Laut Flores

Tabel II.4 Data Topografi dan Iklim Kabupaten Sumenep

No.	Jenis Data	Nilai
1	Topografi	
	A. Luas kemiringan lahan (rata – rata)	
	1.) Datar (0-8%)	92.489.612 Ha
	2.) Bergelombang (9-15%)	68.118.664 Ha
	3.) Agak curam (16-25%)	23.591.103 Ha
	4.) Curam (25-45%)	7.790.608 Ha
	5.) Sangat curam (>45%)	875.000 Ha
	B. Ketinggian di atas permukaan laut (rata – rata)	
	1.) 0-100 meter	145.893 Ha
	2.) 100-500 meter	53.961 Ha
2	Keadaan iklim (rata – rata)	

	A. Suhu	21-34,2 ºC
	B. Kelembaban udara	51-98 %
	C. Curah hujan	13,86 – 75,8 mm/tahun
	D. Kecepatan angin	4 – 12 km/jam

(Sumber : http://bappeda.sumenepkab.go.id/)

3.) Aspek Pemasaran

Garam farmasi merupakan kebutuhan pokok untuk industri lain seperti industry infus, industri sabun mandi dan shampoo, dan beberapa industri lainya. Berikut adalah jumlah kebutuhan garam farmesitas:

Tabel II.5 Kebutuhan garam derajat farmasetis di Indonesia

KEPERLUAN	KEBUTUHAN
Bahan infus	250 MT/th
Cairan dialisat	40 MT/th
Oralit	28 MT/th
Shampoo	350 MT/th
Sabun mandi	660 MT/th
Minuman kesehatan	1,5 MT/th

(Sumber : FS Pembangunan Produksi Garam NaCl Farmasetis dan Aneka Pangan)

Untuk industri pengguna garam farmasetis di Indonesia adalah :

Tabel II.6 Industri pengguna garam farmasetis

KEPERLUAN	KONSUMEN
Bahan infus	Otsuka, Widatra, Braun Medical, Sambe
Cairan dialisat	Sinar Roda Utama
Oralit	Kimia Farma, Pharos, Vovell
Kosmetik	Univel, Mandom, KAO, Lion Wings
Minuman kesehatan	Danone, Kalbe

Dari data-data yang tersedia dapat disimpulkan bahwa pasar dari garam farmasi di Indonesia ini sangat luas sehingga pendirian pabrik garam farmasi di Indonesia dapat dilakukan

4.) Aspek aksesibilitas dan transportasi

Aksesibilitas dan transportasi juga menjadi factor dalam memilih lokasi pabrik. Penyediaan bahan baku, akses transportasi maupun pemasaran tentu akan membutuhkan faktor ini agar pabrik dapat berjalan dengan baik. Aksesibilitas dan Fasilitas Transportasi ini melingkupi jalan, bandara, stasiun dan pelabuhan:

Tabel II.7 Ketersediaan akses transportasi

Aksesibilitas	Parameter
Akses jalan	Jembatan Suramadu
Akses pelabuhan	Pelabuhan laut masalembu
	Pelabuhan kalianget
Akses bandara	Bandara Trunojoyo

Berikut adalah perkiraan jarak antara pabrik garam farmasi yang ingin didirikan dengan industri-industri pengguna garam farmasi

Tabel II.8 Jarak pemasaran

No.	Perusahaan	Lokasi	Jarak dengan Lokasi Pabrik
1.	Otsuka	Lawang	283 km
2.	Widatra	Mojokerto	217 km
3.	Braun Medical	Cikarang	906 km
4.	Sambe	Surabaya	166 km
5.	Sinar Roda Utama	Surabaya	166 km
6.	Kimia Farma	Mojokerto	217 km
7.	Pharos	Malang	264 km
8.	Madonm	Bogor	979 km
9.	KAO	Bekasi	902 km
10.	Lion Wings	Jakarta	945 km

11.	Danone	Bali	568 km
12.	Kalbe	Bekasi	902 km

Gambar II.3. Bandara Trunojoyo

Bandara Trunojoyo memiliki Panjang lintasan 1600 m dan lebar 30 m. Namun pengoperasiannya masih minim. Tetapi dengan perkembangan Pulau Madura Bandara Trunojoyo akan meningkatkan intensitas penerbangannya sehingga lebih mudah untuk diakses.

(Sumber: Hasil-hasil Pelaksanaan Pembangunan Kabupaten Sumenep 2016)

Berdasarkan Tabel II.12 dan Tabel II.13 diatas, Sumenep memiliki jarak tempuh yang cukup dekat dengan industri-industri pengguna garam farmasi dan mayoritas dapat ditempuh dengan menggunakan jalur darat. Sehingga berdirinya pabrik di Sumenep ini telah terdukung dengan akses transportasi yang tersedia.

5.) Aspek Tenaga Kerja

Ketersediaan tenaga kerja merupakan salah satu faktor penting dalam pendirian suatu pabrik. Kabupaten Sumenep terletak di Provinsi Jawa Timur dimana terdapat banyak Perguruan Tinggi Negeri di Provinsi Jawa Timur, yaitu Universitas Trunojoyo Madura, Universitas Airlangga, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Universitas Negeri Surabaya, Universitas Brawijaya,

dan lain – lain. Selain itu di Kabupaten Sumenep juga terdapat Perguruan Tinggi Swasta yakni Universitas Wiraraja dan STKIP PGRI Sumenep. Hal ini sangat membantu dalam memenuhi kebutuhan tenaga ahli.

6.) Utilitas

Utilitas meliputi penyediaan listrik dan air. kebutuhan listrik dapat dipenuhi dari PLN PJU Sumenep, dan kebutuhan air dapat dipenuhi dari produk samping elektrodialisis. Sedangkan faktor pendukung pemilihan lokasi pabrik adalah harga tanah di daerah Sumenep masih terjangkau karena bukan daerah metropolis.

II.3 Kualitas Bahan Baku dan Produk

II.3.1 Potensi Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan adalah crude salt, yang merupakan garam curah yang dihasilkan oleh petani garam. Garam curah ini dibuat dari air laut dengan kadar garam tinggi. Indonesia memiliki panjang garis pantai mencapai 99,093 kilometer, sehingga potensi bahan baku garam di Indonesia sangat besar. Produksi garam rakyat terbesae di Indonesia diantaranya Pulau Madura di daerah Sumenep.

II.3.2. Spesifikasi Bahan Baku

Bahan baku utama yang digunakan adalah garam rakyat yang dihasilkan petani garam di Sumenep, Madura, Jawa Timur dengan spesifikasi sebagai berikut:

1. Garam Rakyat
   a. Rumus Molekul : NaCl
   b. Sifat Fisik :
      - Berat molekul : 58,44 g/mol
      - Titik lebur : 801 ^{o}C
      - Warna : putih
      - Bau : tidak berbau

- Kelarutan dalam air : 35,9 mg/100 mL (25 ^oC)
- Bentuk : kristal
- Specivic Gravity : 2,163
- Melting Point : 800,4 ^oC
- Boiling Point : 1413 ^oC
- Solubility, CW : 35,7 kg/ 100 kg H_2O (H_2O=0 ^0C)
- Solubulity, HW : 39,8 kg/100 kg H_2O (H_2O=100 ^0C)

c. Sifat Kimia
- Dapat bereaksi dengan asam maupun basa
- Tidak beracun
- Mudah dipisahkan dari larutan garam-air

d. Komposisi Garam Rakyat yang Digunakan :
Jenis Sampel : Garam PS Non Yodium
Identifikasi sampel : Peg. Sumenep II

Parameter	Unit	Hasil Uji	Standar	Metode Uji
Tak Larut Air (drybase)	%	0,18	≤0,20	SNI 4435:2017
Natrium klorida (NaCl) (drybase)	%	95,65	≥95,50	
Kadar Air	%	5,80	≤7	
Calsium (Ca)	%	0,27	≤0,30	
Magnesium (Mg)	%	0,61	≤0,80	
Sulfat (SO_4)	%	0,98	≤1,00	

(PT Garam, 2019)

Sebagai bahan baku tambahannya terdapat berbagai macam yaitu :

1. *Soda Ash (kirk dan Othmer, 1995)*

a. Rumus Molekul : Na_2CO_3

b. Sifat Fisik

- Berat Molekul : 105,99 g/mol
- *Specific Gravity* : 2,533 g/cm^3
- Titik Didih : 1600 ^{0}C
- Titik Lebur : 851 ^{0}C
- *Melting Point* : 851 ^{0}C
- *Boiling Point* : terdekomposisi di atas 851 ^{0}C

c. Sifat Kimia

- Kelarutan dalam air : 22 g/100 mL (20 ^{0}C)
- Mudah larut dalam Kristal, etanol
- *Solubility, CW* : 7,1 kg/ 100 kg H_2O (H_2O=0 ^{0}C)
- *Solubility, HW* : 48,5 kg/ 100 kg H_2O (H_2O=104 ^{0}C)
- Kelarutan : Tidak dapat larut dalam alcohol, larut dalam air (220 dram/L air, pada T=20 ^{0}C)
- Bau/ rasa : tidak berbau
- Keamanan : Debunya bisa menyebabkan iritasi pada membrane mucous atau menyebabkan ketidaknyamanan pada perpirasi. Jika terdapat kapur ($CaCO_3$), maka iritasi yang terjadi akan lebih ekstrim dan dapat terjadi pada tubuh atau baju. Soda abu sedikit higroskopis, dan bereaksi dengan CO_2 di udara dan memproduksi sodium bikarbonat, $Na_2CO_3.NaHCO_3.2H_2O$. kondisi ini menyebabkan terjadinya gumpalan *(Kirk and Othmer, 1995)*
- Penggunaan : Digunakan untuk menghilangkan garam kalsium dengan pengendapan sebagai kalsium karbonat.

Tabel II.3 Komposisi *Soda Ash*

Komponen	% Berat
Na_2CO_3	99,2
NaCl	0,70

Na_2SO_4	0,04
H_2O	0,06

2. Caustic Soda

a. Rumus Molekul : NaOH

b. Sifat Fisik

- Berat Molekul : 40 g/mol
- *Specific Gravity* : 2,13 g/cm^3
- Titik Didih : 1388 ^{0}C
- Titik Lebur : 318 ^{0}C

c. Sifat Kimia

- Kelarutan dalam air : 1150 g/L(20^{0}C)
- Larut Dalam : Air, Methanol, Ethanol, Larutan Ammonia, dan Eter

d. Kegunaan : untuk mengendapkan garam magnesium dan garam besi dari *brine.*

3. Barium Kloroda

a. Rumus Molekul : $BaCl_2$

b. Sifat Fisik :

- Berat molekul : 208,23 g/mol
- Densitas : 3856 kg/m^3
- Warna : putih
- Bau/rasa : sedikit bau / *saline*
- Kelarutan dalam air : 275 g/L (20 ^{o}C)
- Bentuk : kristal
- Melting Point : 963 ^{o}C
- Boiling Point : 1560 ^{o}C

c. Penggunaan : untuk menghilangkan ion sulfat dari *brine* dengan mengendapkan barium sulfat

4. Air (Kirk and Othmer, 1995)

a. Rumus Molekul : H_2O

e. Sifat Fisik :

- Berat molekul : 18 g/mol

- Titik lebur : 0 ^oC
- Boiling Point : 100 ^oC
- Viskositas : 0,001 Pa.s
- Densitas : 1000 kg/m^3

f. Sifat Kimia

- Dapat melarutkan zat-zat kimia lain pada fase liquid
- pH = 7

5. **Brine**

Brine yang digunakan adalah campuran dari garam grosok kualitas rendah dan air utilitas dengan komposisi sebagai berikut :

KOMPONEN	KANDUNGAN (ppm)
Sodium (Na)	64
Potassium (K)	3
Magnesium (Mg)	2
Kalsium (Ca)	0,5
Bikarbonat (HCO_3)	0,9
Klorida (Cl)	10,5
Sulfat (SO_4)	1,5
TDS	176

(Nurulfadilah, 2015)

II.3.2. Spesifikasi Bahan Baku

Karakteristik utama yang dapat menjelaskan garam farmasi sebagai produk komersial ditentukan oleh beberapa parameter fisik dan kimia agar memenuhi standar. Menurut Farmakope Indonesia V tahun 2015 (Kementerian Kesehatan Indonesia), kualitas garam farmasi yang digunakan pada industri farmasi memiliki kadar NaCl minimum 99,5 % dihitung terhadap zat yang telah dikeringkan, dan memiliki kandungan NaCl tidak lebih dari 101,0%. Pemerian hablur berbentuk kubusn tidak berwarna atau serbuk hablur putih

dan berasa asin. Kadar sulfat yang terkandung dalam garam tidak lebih dari 0,015%.

(Farmakope Indonesia V, 2015)

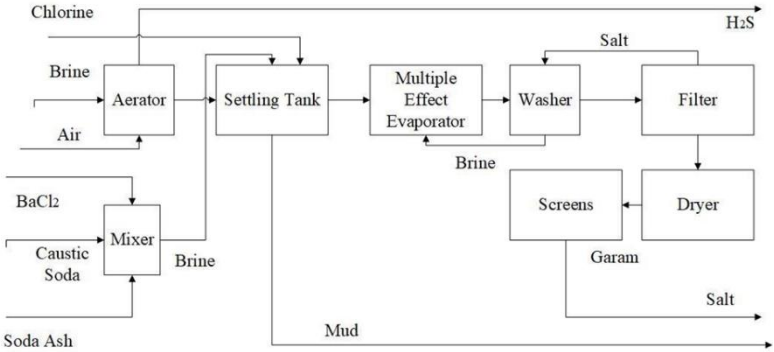
BAB III
SELEKSI DAN URAIAN PROSES

III.1. Macam – Macam Proses Pembuatan dan Pemurnian Garam

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

1. Proses *Vacuum Pan* (*Multiple Effect Evaporation*);
2. Proses Penambangan Garam (*Rock Salt Mining*);
3. Proses Pencucian dengan Brine (*Washing*).
4. Proses Open Pan (*The Grainer Process*)

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



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

Proses *multiple effect evaporator* merupakan proes klasik untuk produksi garam. Beberapa evaporator terhubung secara seri. Titik didih *brine* berkurang di setiap tahapan evaporator sebesar

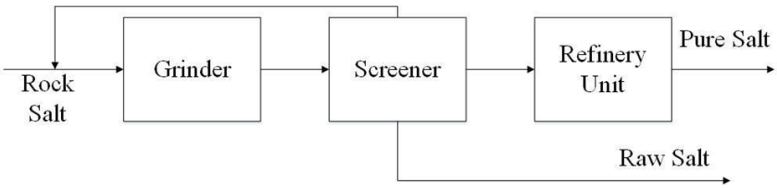
12-30 ^{o}C dengan menurunkan tekanan dalam evaporator dari tiap efek menggunakan bantuan pompa vakum. Evaporator efek pertama dipanaskan menggunakan *steam*, dan tahap berikutnya dipanaskan menggunakan uap dari unit sebelumnya. Uap dari evaporator efek terakhir dialirkan menuju sistem *cooling water*. *Brine feed* dipanaskan menggunakan kondensat dari evaporator. Konsumsi steam dapat dikurangi dengan mengurangi jumlah efek evaporator. Dalam produksi garam jumlah efek yang digunakan berkisar antara 2-6 evaporator. Saat ini instalasi evaporator 4 atau 5 efek memiliki kapasitas produksi hingga 150 ton/h (Ullman,2012).

Sebelum proses evaporasi, *brine* di proses secara kimia untuk menghilangkan mineral hardness yang dapat mempengaruhi kemurnian garam dan juga menyebabkan *scalling* pada evaporator. Proses ini mengurangi tingkat kalsium terlarut, magnesium, dan juga sulfat, tergantung dari jenis prosesnya. Bahan kimia yang digunakan adalah Ca(OH)2 (*calcium hydroxyde*); Na2CO3 (*sodium carbonat*); NaOH (*sodium hydroxide*); CaCl2 (*calcium chloride*); agen flokulasi; dan CO2. Treatment H_2SO_4 dan klorinasi mungkin dapat digunakan untuk menghilangkan H_2S (*hydrogen sulfide*), dan HCl (*hydrochloric acid*) berfungsi menetralkan *brine* yang digunakan pada pembuatan diafragma sel dari *chlorine* dan soda kaustik. Pemurnian *brine* menjadi semakin penting untuk menghasilkan garam dengan kemurnian tinggi (Kirk, R.E and Othmer D, 1993).

Dalam semua proses kristalisasi garam juga dilakukan proses pencucian dan pengeringan garam dengan cara yang sama. Suspensi kristal dikeluarkan dari bagian bawah evaporator yang berbentuk kerucut. Untuk menghilangkan larutan induk dapat menggunakan *centrifuge pusher*. Setelah disentrifugasi, garam memiliki kadar moisture sebesar 2–4%. Pengeringan lebih lanjut dapat dilakukan dengan *fluidized bed dryer*. Pada akhir *fluidized*

bed dryer biasanya terdapat zona pendingin dimana udara dialirkan ke dalamnya, atau dapat digunakan pendinginan secara terpisah. Selain itu *rotary vacuum dryer* juga yang biasanya digunakan, di mana suspensi kristal dituangkan ke permukaan drum yang berputar. Larutan induk tersedot ke dalam drum meninggalkan kristal garam pada permukaan drum, yang dikeringkan dengan udara panas. Dalam waktu kurang dari satu putaran, kristal garam yang mengandung larutan induk berubah menjadi garam kering. Kadar air setelah dilakukan proses pengerigan yaitu 0,05% atau kurang. *Rotary cooler* atau *fluidized bed cooler* berfungsi menurunkan suhu garam sebelum penyaringan, penyimpanan, pemrosesan lebih lanjut, dan pengemasan. Suhu garam maks. 40 ^{o}C, atau lebih baik maks. 30 ^{o}C. Kemurnian garam yang dihasilkan dari proses *multiple effect evaporator* mencapai 99,97% (Ullman,2012).

III.1.2 Proses Penambangan Garam (*Rock Salt Mining*)

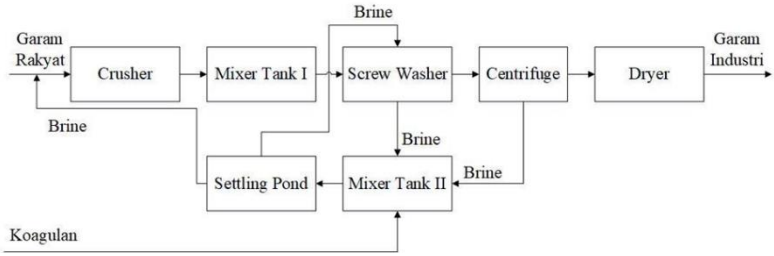


Gambar III.2 Diagram Proses Penambangan Garam (*Rock Salt Mining*)

Rock salt atau batuan garam pada dasarnya merupakan *sodium chloride*, tetapi karena berdasarkan asal dari batu garam tersebut pada akhirnya memiliki beberapa karakteristik atau kandungan. Impuritis berupa mineral bersifat inert dan memiliki sifat tidak beracun. Selain itu juga tidak ada bakteri pada batuan garam.

Batuan garam diproduksi dari pertambangan yang kering yang menyimpan batu mengandung garam yang berada di bagian bawah lapisan bumi, dari segi pembentukan mirip seperti coal mining (tambang batu bara). Batuan garam tidak dimurnikan dalam berbagai cara namun batuan garam melalui *crusher* dan kemudian melalui *screener* untuk mendapatkan ukuran komersil dan didistribusi ke pasar baik dalam ukuran besar dan pada kantong. (Kauffman, 1968)

III.1.3 Pencucian dengan Brine (*Washing*)



Gambar III.3 Diagram Proses Pencucian dengan *Brine* (*Washing*)

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

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

Untuk mengurangi impuritis dalam garam, dapat dilakukan dengan kombinasi dari peroses pencucian dan pelarutan cepat pada saat pembuatan garam. Sedangkan untuk penghilangan impuritis dari produk garam, dapat dilakukan dengan proses kimia, yaitu dengan mereaksiakannya dengan Na_2CO_3 dan NaOH sehingga terbentuk endapan $CaCO_3$ dan $Mg(OH)_2$. Reaksi kimia yang terjadi adalah sebagai berikut:

$$CaSO_4 + Na_2CO_3 \longrightarrow CaCO_3(putih) + Na_2SO_4 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

$$MgSO_4 + 2NaOH \longrightarrow \mathrm{Mg(OH)_2}\,(putih) + Na_2SO_4 \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2)$$

$$CaCl_2 + Na_2SO_4 \longrightarrow CaSO_4(putih) + 2NaCl \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (3)$$

$$MgCl_2 + 2NaOH \longrightarrow Mg(OH)_2(putih) + 2NaCl \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (4)$$

$$CaCl_2 + Na_2CO_3 \longrightarrow CaCO_3(putih) + 2NaCl \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (5)$$

Pencucian garam dilakukan dengan menggunakan larutan garam jenuh (*brine*) yang digunakan berulang kali. Tujuannya adalah menghilangkan kotoran dari permukaan garam. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Nelson Saksono (2002), menunjukkan bahwa zat yang bersifat pereduksi dan higroskopis pada garam adalah yang paling bertanggung jawab terhadap hilangnya Iodium pada garam melalui proses redoks dalam suasana asam karena zat tersebut terbentuk bersamaan dengan pembentukan garam. Kemurnian garam yang dibuat dengan proses pencucian biasanya lebih dari 96%.

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.1.4 Proses *Open Pan* (*The Grainer Process*)

Pembuatan garam dengan proses *open pan* menggunakan bahan baku *brine* yang berasal dari proses pemanasan air laut. Proses ini disebut juga proses *grainer*, dimana air laut dijenuhkan dengan cara memanaskan *heater* pada suhu 230 ^{o}F (110 ^{o}C). Larutan *brine* panas kemudian diumpankan pada *graveller* yang memiliki fungsi untuk memisahkan *calcium sulfate* pada larutan *brine*. Larutan *brine* kemudian didinginkan pada *flasher* dengan suhu yang dijaga agar garam (NaCl) masih dalam kondisi larut dalam air. Larutan *brine* dingin kemudian diumpankan ke *open pan* yang berfungsi untuk menguapkan air dengan suhu operasi 205 ^{o}F (96 ^{o}C) sehingga dihasilkan kristal garam yang kemudian dipisahkan dari mother liquor pada *centrifuge*. *Mother liquor* kemudian di*recycle* kembali pada *open pan*, sedangkan Kristal garam yang terpisah kemudian ditambahkan kalium iodat untuk penambahan yodium pada garam. Garam kemudian dikeringkan pada *dryer* dan kemudian di saring untuk mendapatkan ukuran yang seragam. Garam (*sodium chloride*) kemudian siap dikemas dan dipasarkan.

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 Utama

   Bahan baku utama pada proses *Vacuum Pan* yaitu *brine* yang berasal dari garam rakyat dengan kadar 85-95% maupun juga dari air laut dengan kadar NaCl sebesar 3%. Pada proses *Rock salt Mining* bahan baku yang digunakan adalah batuan

garam yang berasal dari kumpulan mineral yang disebut dengan Halite. Sedangkan bahan baku utama pada proses pencucian brine yaitu berasal dari garam rakyat dengan kadar 85-95%.

Kelebihan penggunaan bahan baku brine dari garam rakyat adalah garam rakyat tersebut mempunyai bahan baku yang cukup terjangkau (murah) dan tidak membutuhkan pre-treatment lagi. Sedangkan kekurangannya yaitu pembuatan garam rakyat yang tergantung pada musim kemarau, sehingga dibutuhkan *storage* yang berkapasitas besar yang berfungsi untuk menampung bahan baku agar proses produksi dapat berjalan secara kontinyu dalam jangka satu tahun.

Untuk bahan baku brine yang berasal dari air laut mempunyai kelebihan yaitu banyaknya ketersediaan air laut dan tidak bergantung pada musim. Sedangkan kekurangannya yaitu proses pre-treatmentnya yang lebih mahal dan membutuhkan waktu lama. Pada proses Penambangan Garam (*Rock Salt Mining*) batuan garam yang dihasilkan memiliki ukuran yang besar dan berwarna coklat serta berwarna abu-abu.

2. Bahan Baku Pembantu

Pada pembuatan garam dengan proses *Vacuum Pan*, penambangan garam (*Rock salt Mining*), dan pencucian dengan *brine* (*washing*) tidak hanya memiliki bahan baku utama namun memiliki bahan baku pembantu. Untuk proses *Vacuum Pan* bahan baku pembantu yang digunakan adalah *Soda Ash*, dan NaOH yang dimasukkan kedalam settling tank. Sedangkan untuk proses penambangan garam (*Rock Salt Mining*) tidak membutuhkan bahan baku pembantu. Pada proses pencucian dengan *brine* (*washing*) bahan baku pembantu yang digunakan *brine*, Na_2CO_3 dan NaOH yang

berfungsi untuk menghilangkan sejumlah zat-zat pengotor seperti senyawa – senyawa Mg, Ca.

3. Kebutuhan Energi (*Steam*)

Pada ketiga proses diatas, yaitu pada proses *Vacuum Pan*, *Washing*, penambangan garam (*Rock salt Mining*), dan pencucian dengan *brine* (*washing*) memiliki kebutuhan energi yang berbeda-beda. Saat proses *Vacuum Pan*, energi yang dibutuhkan ada pada saat proses evaporator. Dimana, proses tersebut berfungsi untuk memanaskan uap, lalu yang nantinya untuk proses memekatkan garam. Beda halnya dengan proses penambangan garam (*Rock Salt Mining*) dan pencucian dengan brine (*washing*) tidak adanya proses pemanasan, sehingga tidak dibutuhkan energi.

4. Kemurnian Produk

Pada proses *Vacuum Pan* pembuatan garam menghasilkan produk garam dengan kemurnian kadar NaCl sebesar 99-99,8% yang digunakan pada bidang farmasi. Untuk proses penambangan garam (*Rock Salt Mining*) pembuatan garam menghasilkan produk garam dengan kadar NaCl hingga 98%. Sedangkan proses pencucian dengan *brine* (*washing*) menghasilkan produk garam dengan kadar NaCl hingga 96%, kadar NaCl sebesar 97% dikategorikan sebagai garam industri.

5. Kebutuhan Pasar

Berdasarkan BPS (Badan Pusat Statistik) pada tahun 2018, kebutuhan garam farmasi dengan kadar NaCl sebesar 99,8% sebesar 2.836.973 ton dengan tingkat pertumbuhan sebesar 0,198%.

6. Pretreatment

Dari ketiga proses proses pembuatan garam industri yang telah disebutkan, dibutuhkan pretreatment pada tiap-tiap proses. Proses *Vacuum Pan* membutuhkan pretreatment

berupa aerasi untuk menghilangkan H_2S yang terkandung dan settling tank untuk mengendapkan solid dan partikel terlarut.

Rock Salt Mining memerlukan pretereatment berupa *crushing* dan *screening*. Garam melalui *crusher* untuk mengubah ukuran menjadi lebih kecil dan kemudian melalui *screener* untuk disortir sesuai dengan kebutuhan.

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 kedalam *mixer tank*.

III.3 Pemilihan Proses

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

Tabel III.1 Perbandingan Proses Pemurnian Garam

Parameter	Jenis Proses			
	Vacuum Pan	*Open Pan*	*Rock Salt Mining*	Pencucian dengan *Brine*
Bahan baku utama	Garam rakyat/*brine* dan air laut	Garam rakyat/*brine*	Batuan garam	Garam rakyat
Bahan baku pendukung	*Soda ash, caustic soda, air*	*Air*	-	*Air/brine*

Yields produk	99-99,8%	98,5-99,4%	98,5-99,4%	94,7%
Peralatan	Mahal	Mahal	Mahal	Murah
Utilitas	Mahal	Mahal	Ekonomis	Ekonomis
Intrumentasi	Mahal	Mahal	Sederhana	Sederhana

Dari uraian di atas, maka dipilih pembuatan garam farmasi dari garam rakyat/*brine* dengan proses *vacuum pan*. Keuntungan dari proses pemurnian garam dengan vacuum pan adalah bahan baku yang digunakan dapat dengan mudah diperoleh dari dalam negeri yang berupa garam rakyat atau *brine*. Yield produk yang dihasilkan relatif lebih tinggi jika dibandingkan dengan proses lainnya, yaitu sebesar 99-99,8% yang telah memenuhi standar garam farmasi dari Farmakope Indonesia, dimana garam farmasi harus memiliki kadar NaCl minimal 99% dan paling tinggi 100,1%, sehingga produk yang dihasilkan dengan proses ini memenuhi standar pasar yang telah ditetapkan di Indonesia. Selain itu dipilih proses *vacuum pan* untuk pembuatan soda abu dengan pertimbangan kondisi operasi pada suhu dan tekanan yang rendah sehingga membutuhkan energi yang lebih sedikit dan tingkat korosi yang rendah sehingga biaya perawatan lebih murah.

III.4 Uraian Proses

Pembuatan pra rencana pabrik garam farmasi dari garam rakyat ini dapat dibagi menjadi 3 tahapan, yaitu :

1. Unit Pemurnian Bahan Baku
2. Unit Penguapan dan Pengeringan
3. Unit Pengendalian Produk

   Adapun uraian dan penjelasan proses adalah sebagai berikut :

III.4.1 Unit Pemurnian Bahan Baku

Garam rakyat dengan kadar NaCl sebesar 94,1 % dilarutkan dalam tangka pelarut (*mixer*) (M-110) dengan penambahan air proses dari utilitas menjadi larutan *brine* dan komponen-komponen pengotor juga terlarut. Pelarutan garam dilakukan pada suhu 108^oC dengan tekanan 1 atm. Tujuan pemanasan saat pelarutan garam adalah untuk menghilangkan $CaSO_4$ karena kristal $CaSO_4$ akan terbentuk seiring dengan menurunnya kelarutan kristal $CaSO_4$ pada suhu yang tinggi. Setelah itu larutan *brine* dipompa ke dalam *reactor* (R-120) untuk direaksikan dengan *caustic soda, barium chloride,* dan *soda ash*. Reaksi yang terjadi adalah :

Reaksi I : $CaSO_{4\,(Aq)} + Na_2CO_{3\,(Aq)} \rightarrow Na_2SO_{4\,(Aq)} + CaCO_{3\,(s)}$

Reaksi II : $MgCl_{2\,(Aq)} + 2NaOH_{2\,(Aq)} \rightarrow 2NaCl_{(Aq)} + Mg(OH)_{2\,(s)}$

Reaksi III : $MgSO_{4\,(Aq)} + 2NaOH_{(Aq)} \rightarrow Na_2SO_{4\,(Aq)} + Mg(OH)_{2\,(s)}$

Reaksi IV : $Na_2SO_{4\,(Aq)} + BaCl_{2\,(Aq)} \rightarrow 2NaCl_{(Aq)} + BaSO_{4\,(s)}$

Reaksi berlangsung selama 1 jam bersifat eksotermis namun tidak digunakan air pendingin untuk menjaga kondisi operasi, karena diharapkan suhu larutan naik sehingga mengurangi beban evaporator (V-210). Produk yang keluar dari reactor memiliki kadar air 88,29%. Produk *reactor* kemudian dialirkan ke tangki *flokulator* (R-130). Suhu operasi di dalam tangka *flokulator* (R-130) adalah 30^oC dengan tekanan 1 atm. Dalam tangki *flokulator* (R-130) terjadi proses penghilangan impuritis dengan penambahan flokulan. Fungsi dari flokulan adalah untuk membentuk flok-flok dari impuritis dan tidak terlarut sehingga lebih mudah untuk diendapkan. Flokulan yang ditambahkan ke dalam tangka sebanyak 3 ppm/jam sehingga dibutuhkan 0,57 ton/tahun.

Keluaran dari *flokulator* (R-130) kemudian dialirkan ke dalam *clarifier* (H-140). Suhu operasi di dalam *clarifier* (H-140) berkisar 30 ^oC dengan tekanan 1 atm. Di dalam *clarifier* (H-140)

terjadi proses pemisahan *sludge* dan *filtrate* dengan proses sedimentasi. *Sludge* berupa limbah padat yang terdiri dari $CaCO_3$, $Mg(OH)_2$, dan $BaSO_4$ kemudian dialirkan ke unit *waste water treatment*, sedangkan filtrate berupa larutan *brine* dipompa menuju tangka netralisasi (F-143) yang sebelumnya filtrate dialirkan pada tangka penampung I (F-142).

Larutan *brine* yang masuk ke dalam tangki netralisasi (F-143) direaksikan dengan HCl untuk menghilangkan NaOH dalam brine serta menghasilkan NaCl yang lebih banyak. Reaksi yang terjadi adalah :

Reaksi : $NaOH_{(Aq)} + HCl_{(Aq)} \rightarrow NaCl_{(Aq)} + H_2O_{(Aq)}$

Hasil dari proses netralisasi berupa larutan brine bebas NaOH ditampung terlebih dahulu di dalam tangki penampung II (F-144). Sebelum menuju evaporator (V-210) untuk proses selanjutnya. Selain sebagai penampung, tangka penampung (F-144) juga berfungsi untuk mengatur rate masuk proses berikutnya.

III.4.2 Unit Penguapan dan Pengeringan

Larutan *brine* yang telah murni kemudian dipekatkan di dalam dalam *double effect evaporator* (V-210) hingga mencapai kondisi *saturated brine*. Di dalam *double effect evaporator* (V-210) ini, larutan diuapkan kandungan airnya hingga mencapai konsentrasi 35%. Kondisi operasi pada *double effect evaporator* (V-210) bertekanan 1 atm dengan suhu operasi 110 ^oC. Suhu operasi tersebut disesuaikan dengan kenaikan titik didih air menggunakan *during-line*.

Larutan *brine* yang telah mencapai kondisi jenuh akan dialirkan menuju *Vacuum Pan Crystallizer*. Saturated brine tersebut dipekatkan kembali hingga mencapai konsentrasi 50% agar terbentuk kristal – kristal garam. *Vacuum Pan Crystallizer* (V-220) beroperasi pada kondisi vakum dengan tekanan 0,7 atm dengan suhu 90 ^oC. Slurry (campuran kristal garam dan *mother*

liquor) kemudian dipompa menuju ke *centrifuge* (H-230) untuk dipisahkan antara padatan kristal garam dengan *mother liquor*.
Di dalam *centrifuge* (H-230), campuran kristal garam dengan mother liquor dipisahkan satu sama lain dan filtrat yang dihasilkan (mother liquor) dikembalikan ke dalam tangka penampung II (F-153). Produk keluar dari *centrifuge* keluar dari centrifuge memiliki konsentrasi NaCl di atas 98%.

Kristal garam yang telah dipisahkan dari mother liquor kemudian disalurkan melewati *Belt Convenyor* I (J-311) menuju *Rotary Dryer* (B-310) untuk dikeringkan. Pada *Rotary Dyer*, terjadi proses pengeringan kristal garam pada suhu 100 ^{o}C dan tekanan 1 atm dengan bantuan panas secara berlawanan arah. Bahan yang keluar *Rotary Dryer* (B-310) memiliki konsentrasi NaCl sebesar 99,93%.

Padatan yang terbawa udara panas dialirkan menuju *Cyclone* I (H-312) sebesar 1% yang diumpankan secara bersamaan dengan produk bawah *Rotary Dyer* (B-310) menuju ke *Belt Conveyor* II (J-321) untuk proses pendinginan sampai suhu 45 ^{o}C dengan *Rotary Cooler* (B-320).

Pada *rotary cooler* (B-320) terjadi proses pengeringan kristal garam dengan udara kering pada suhu 45 ^{o}C dan tekanan 1 atm dengan arah alir udara kering berlawanan arah. Bahan yang keluar dari *rotary cooler* (B-320) memiliki konsentrasi NaCl sebesar 99,93%.

Padatan yang terbawa udara panas dialirkan menuju *Cyclone* II (H-322) sebesar 1% yang diumpankan secara bersamaan dengan produk bawah *rotary cooler* (B-320) menuju ke *Bucket Elevator* (J-411) untuk proses berikutnya. Sementara udara yang berasal dari *Cyclone* I (H-312) dan *Cyclone* II (H-322) dikeluarkan untuk kemudian menjadi gas buang.

III.4.3 Unit Pengendalian Produk

Setelah melewati *Bucket Elevator* (J-411), suhu kristal garam turun menjadi 30 ^{o}C dari suhu awal 40 ^{o}C. Kemudian diumpankan menuju *Crusher* (C-410) pada suhu 30 ^{o}C dan tekanan operasi 1 atm untuk dihaluskan hingga mencapai ukuran 50 mesh. Kristal garam kemudian disaring pada *Screener* (H-420), dimana produk yang tidak lolos pada *Screener* (H-420) di*recycle* kembali ke *Crusher* (H-410) dengan *Bucket Elevator* (J-411). Kemudian produk kristal garam berukuran 50 mesh ditampung pada tangki produk (*silo sodium chloride*) (F-430) sebagai produk akhir.

BAB IV

NERACA MASSA DAN NERACA ENERGI

Kapasitas produksi	= 35.000 ton/tahun
	= 106.061 kg/hari
	= 4.419 kg/jam
Ditetapkan 1 tahun	= 330 hari kerja
Satuan	= kg/jam
Bahan baku yang digunakan	= 4.540,2829 kg/jam
Satuan Energi	= joule
T Reference	= 25 ^{o}C = 298 K

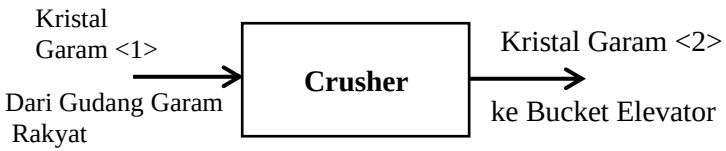
NERACA MASSA

IV.1 Vertical Mill (C-112)

Fungsi : Merubah ukuran bahan menjadi lebih kecil

Kondisi Operasi :- Tekanan Operasi = 1 atm

- Suhu Operasi = 30 ^{o}C



Tabel IV.1 Neraca Massa Vertical Mill (C-112)

Neraca Massa	
Bahan Masuk	**Bahan Keluar**

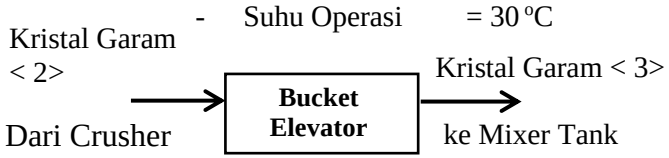
Dari Gudang Garam Rakyat		Ke Bucket Elevator	
Aliran <1>		**Aliran <2>**	
NaCl	4251,9749	NaCl	4251,9749
$CaSO_4$	77,0713	$CaSO_4$	77,0713
$MgCl_2$	59,2371	$MgCl_2$	59,2371
$MgSO_4$	93,0486	$MgSO_4$	93,0486
Impurities	19,8365	Impurities	19,8365
H2O	39,1145	H2O	39,1145
TOTAL	4540,2829	TOTAL	4540,2829

IV.2 Bucket Elevator (J-113)

Fungsi : Menyalurkan bahan ke mixer tank

Kondisi Operasi :- Tekanan Operasi = 1 atm

- Suhu Operasi = 30 ^oC



Tabel IV.2 Neraca Massa Bucket Elevator

Neraca Massa	
Bahan Masuk	**Bahan Keluar**
Dari Crusher	**Ke Mixer Tank**
Aliran <2>	**Aliran <3>**

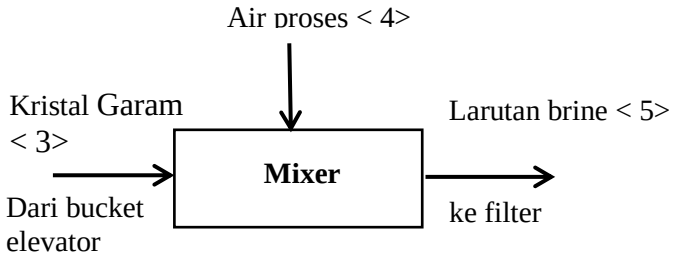
NaCl	4251,9749	NaCl	4251,9749
$CaSO_4$	77,0713	$CaSO_4$	77,0713
$MgCl_2$	59,2371	$MgCl_2$	59,2371
$MgSO_4$	93,0486	$MgSO_4$	93,0486
Impurities	19,8365	Impurities	19,8365
H2O	39,1145	H2O	39,1145
TOTAL	4540,2829	TOTAL	4540,2829

IV.3 Mixer (M-110)

Fungsi : Melarutkan garam rakyat dengan penambahan air proses

Kondisi Operasi :- Tekanan Operasi = 1 atm

- Suhu Operasi = 108 ^oC



Tabel IV.3 Neraca Massa Mixer

Neraca Massa			
Bahan Masuk		**Bahan Keluar**	
Dari Gudang Garam Rakyat		**Ke Filtrasi**	
Aliran <3>		**Aliran <5>**	
NaCl	4251,9749	NaCl	4251,9749
$CaSO_4$	77,0713	$CaSO_4$	77,0713
$MgCl_2$	59,2371	$MgCl_2$	59,2371
$MgSO_4$	93,0486	$MgSO_4$	93,0486
Impurities	19,8365	Impurities	19,8365
H2O	39,1145	H2O	27799,2486
Aliran <4>			
Air proses dari utilitas			
H2O	27760,1341		
TOTAL	32300,4169	TOTAL	32300,4169

IV.4 Screen Filter (H-120)

Fungsi : Menyaring CaSO4 (impurities) setelah perlakuan pemanasan 108°C

Kondisi Operasi :- Tekanan Operasi = 1 atm

- Suhu Operasi = 108 °C

Tabel IV.4 Neraca Massa Screen Filter (H-120)

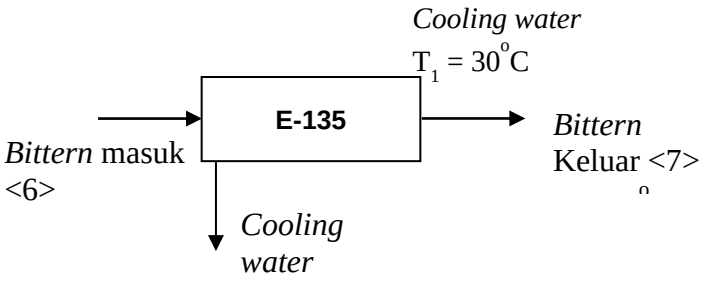
Neraca Massa				
Bahan Masuk		**Bahan Keluar**		
Dari Mixer		**Ke Reaktor**		
Aliran <5>		**Aliran <6>**		
Komponen	**Berat (kg/jam)**	**Komponen**	**Berat (kg/jam)**	**BM**
NaCl	4251,9749	NaCl	4327,3284	58,5000
$CaSO_4$	77,0713	$CaSO_4$	0,7151	136,0000
$MgCl_2$	59,2371	$MgCl_2$	59,2371	95,0000
$MgSO_4$	93,0486	$MgSO_4$	93,0486	120,0000
Impurities	19,8365	Impurities	19,8365	
H2O	27799,2486	H2O	27799,2486	18,0000
TOTAL	32300,4169	TOTAL	32300,4169	

IV.5 Bittern Cooler (H-131)

Fungsi : Mendingnkan larutan bittern dari suhu 108 ^oC menjadi 30 ^oC

Kondisi Operasi :- Tekanan Operasi = 1 atm

- Suhu Operasi = 30 ^oC



Tabel IV.6 Neraca Massa Bittern Cooler

Neraca Massa				
Bahan Masuk		**Bahan Keluar**		
Dari Screen filter		**Ke Reaktor**		
Aliran <6>		**Aliran <7>**		
Komponen	**Berat (kg/jam)**	**Komponen**	**Berat (kg/jam)**	**BM**
NaCl	4328,0661	NaCl	4328,0661	58,5000
$CaSO_4$	0,9801	$CaSO_4$	0,9801	136,0000
$MgCl_2$	59,2371	$MgCl_2$	59,2371	95,0000
$MgSO_4$	93,0486	$MgSO_4$	93,0486	120,0000
Impurities	19,8365	Impurities	19,8365	
H2O	27799,2486	H2O	27799,2486	18,0000

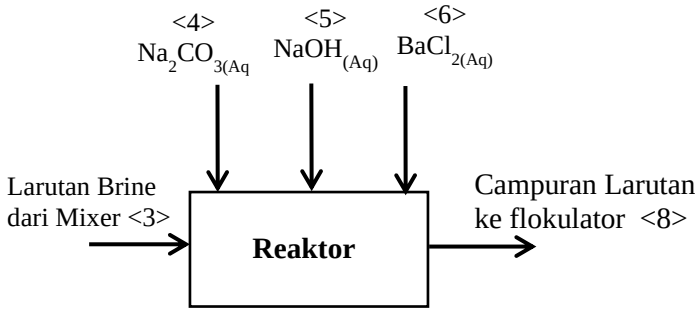
TOTAL	32300,4169	TOTAL	32300,4169	

IV.6 Reaktor (R-130)

Fungsi : Mereaksikan brine dengan Na_2CO_3, NaOH, dan $BaCl_2$

Kondisi Operasi :- Tekanan Operasi = 1 atm

- Suhu Operasi = 30 °C



Tabel IV.5 Neraca Massa Reaktor

Neraca Massa			
Bahan Masuk		**Bahan Keluar**	
Dari Screener		**Ke Tangki Flokulator**	
Aliran <6>		**Aliran <10>**	
NaCl	4328,0661	NaCl	4492,4837
$CaSO_4$	0,9801	BaSO4	182,3484

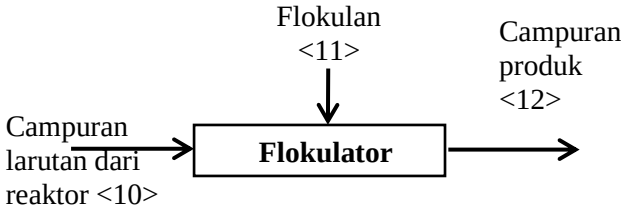
$MgCl_2$	59,2371	NaOH	5,5958
$MgSO_4$	93,0486	CaCO3	0,7207
Impurities	19,8365	Mg(OH)2	81,1393
H2O	27799,2486	Impurities	19,8365
Dari Storage Tank		H2O	28035,0798
Aliran <7>			
Na2CO3	0,7639		
H2O	0,0045		
Dari Storage Tank			
Aliran <8>			
NaOH	117,5120		
H2O	127,3047		
Dari Storage Tank			
Aliran <9>			
BaCl2	162,7831		
H2O	108,5221		
Total	32817,3072	Total	32817,3072

IV.7 Flokulator (R-140)

Fungsi : Mengendapkan padatan dengan menambahkan flokulan

Kondisi Operasi :- Tekanan Operasi = 1 atm

- Suhu Operasi = 30 °C



Tabel IV.7 Neraca Massa Flokulator

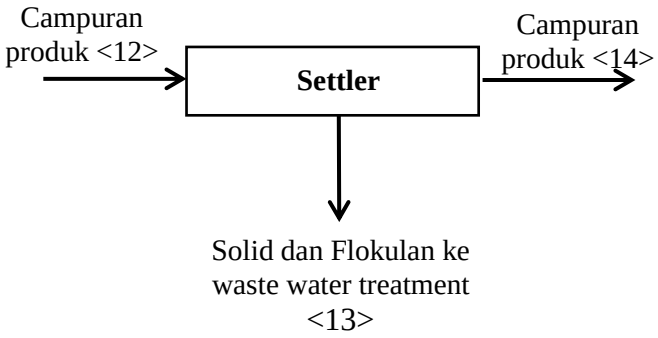
Neraca Massa			
Bahan Masuk		**Bahan Keluar**	
Dari Reaktor		**Ke Settler**	
Aliran <11>		**Aliran <13>**	
Komponen	**Berat (kg/jam)**	**Komponen**	**Berat (kg/jam)**
NaCl	4492,5867	NaCl	4492,5867
BaSO4	182,3484	BaSO4	182,3484
NaOH	5,5958	NaOH	5,5958
CaCO3	0,7207	CaCO3	0,7207
Mg(OH)2	81,1393	Mg(OH)2	81,1393
Impurities	19,8365	Impurities	19,8365
H2O	28035,0798	H2O	28035,0798
Aliran <12>		Flokulan	0,0985
Flokulan	0,0985		
Total	32817,4056	Total	32817,4056

IV.8 Settler Tank (H-150)

Fungsi : Memisahkan brine dari pengotor dengan proses sedimentasi

Kondisi Operasi :- Tekanan Operasi = 1 atm

- Suhu Operasi = 30 ^{o}C



Tabel IV.8 Neraca Massa Settler Tank

Neraca Massa			
Bahan Masuk		**Bahan Keluar**	
Dari Tangki Flokulator		**Ke waste Water Treatment**	
Aliran <13>		**Aliran <14>**	
	Berat (kg/jam)	**Komponen**	**Berat (kg/jam)**
Liquid :		NaCl	89,8517
NaCl	44925867	NaOH	0,1119

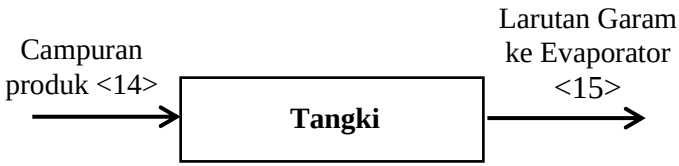
NaOH	5,5958	H_2O	560,7016
H_2O	28035,0798	$BaSO_4$	182,3484
Solid :		$CaCO_3$	0,7207
$BaSO_4$	182,3484	$Mg(OH)_2$	81,1393
$CaCO_3$	0,7207	Impurities	19,8365
$Mg(OH)_2$	81,1393	Flokulan	0,0985
Impurities	19,8365	**Ke Tangki Penampung I**	
Flokulan	0,0985	**Aliran <15>**	
		NaCl	4402,7350
		NaOH	5,4839
		H_2O	27474,3782
Total	32817,4056	Total	32817,4056

IV.9 Tangki Penampung I (F-152)

Fungsi : Memisahkan brine dari pengotor dengan proses sedimentasi

Kondisi Operasi :- Tekanan Operasi = 1 atm

- Suhu Operasi = 30 ^oC



Tabel IV.9 Neraca Massa Tangki Penampung I

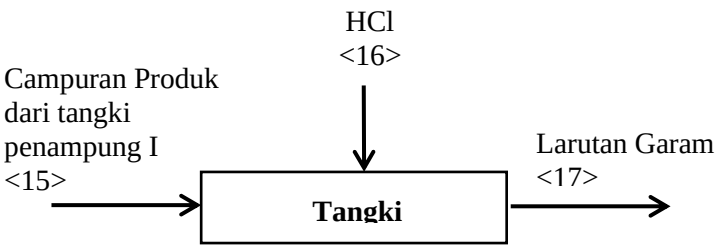
Neraca Massa			
Bahan Masuk		**Bahan Keluar**	
Dari Settler		**Ke Evaporator**	
Aliran <15>		**Aliran <16>**	
Komponen	**Berat (kg/jam)**	**Komponen**	**Berat (kg/jam)**
NaCl	4402,7350	NaCl	4402,7350
NaOH	5,4839	NaOH	5,4839
H_2O	27474,3782	H_2O	27474,3782
Total	31882,5971	Total	31882,5971

IV.10 Tangki Netralisasi (F-154)

Fungsi : Menghilangkan NaOH dalam brine dengan cara mereaksikan dengan HCl

Kondisi Operasi :- Tekanan Operasi = 1 atm

- Suhu Operasi = 30 ^oC



Tabel IV.10 Neraca Massa Tangki Netralisasi

Neraca Massa			
Bahan Masuk		**Bahan Keluar**	
Dari Tangki Penampung I		**Ke Tangki Penampung II**	
Aliran <16>		**Aliran <18>**	
Komponen	**Berat (kg/jam)**	**Komponen**	**Berat (kg/jam)**
NaCl	4402,7350	NaCl	4410,7552
NaOH	5,4839	H2O	27487,4796
H2O	27474,3782		
HCl dari Storage			
Aliran <17>			
Komponen	**Berat (kg/jam)**		
HCl	5,0041		
H2O	10,6336		
Total	31898,2348	Total	31898,2348

IV.11 Tangki Penampung II (F-155)

Fungsi : Menampung keluaran tangka netralisasi dan recycle centrifuge sebelum menuju ke evaporator

Kondisi Operasi :- Tekanan Operasi = 1 atm

Suhu Operasi = 30 °C

Tabel IV.11 Neraca Massa Tangki Netralisasi

Neraca Massa			
Bahan Masuk		**Bahan Keluar**	
Dari Tangki Netralisasi		**Ke Evaporator**	
Aliran <18>		**Aliran <19>**	
Komponen	**Berat (kg/jam)**	**Komponen**	**Berat (kg/jam)**
NaCl	4410,7552	NaCl	7079,9321
H2O	27487,4796	H_2O	34425,8130
Dari Centrifuge			

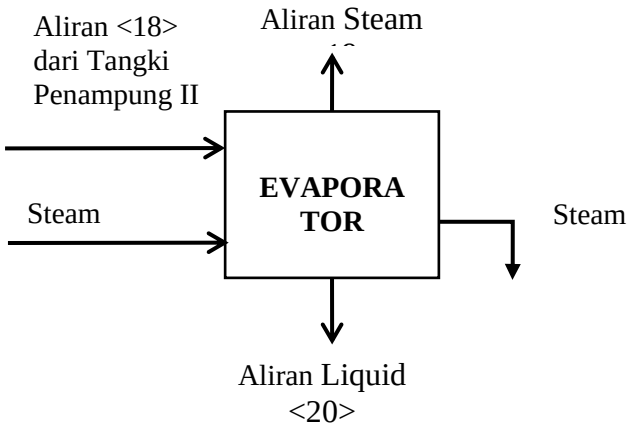
Aliran <26>			
NaCl	2669,1769		
H_2O	6938,3334		
Total	41505,7451	Total	41505,7451

IV.12 Double Effect Evaporator (V-210)

Fungsi : Menguapkan air sehingga didapat larutanbrine engan konsentrasi 20%

Kondisi Operasi :- Tekanan Operasi = 1 atm

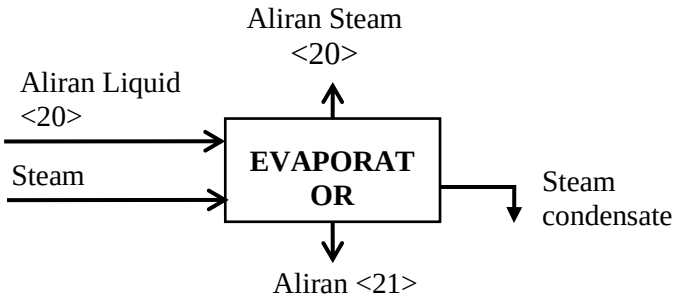
- Suhu Operasi = 110 °C



Tabel IV.12 Neraca Massa Effect I Evaporator

Neraca Massa	
Bahan Masuk	**Bahan Keluar**

Dari Tangki Penampung II		Ke Evaporator Effect II	
Aliran <19>		**Aliran <20>**	
Komponen	**Berat (kg/jam)**	**Komponen**	**Berat (kg/jam)**
NaCl	7079,9321	NaCl	7079,9321
H2O	34425,8130	H2O	13148,4453
		Ke Evaporator Effect II	
		Aliran <21>	
		Uap Air :	
		H2O	21277
Total	41505,7451	Total	41505,7451



Tabel IV.13 Neraca Massa Effect II Evaporator

Neraca Massa			
Bahan Masuk		**Bahan Keluar**	
Dari Evaporator Effect I		**Ke Vacuum Pan**	
Aliran <21>		**Aliran <22>**	
Komponen	**Berat (kg/jam)**	**Komponen**	**Berat (kg/jam)**

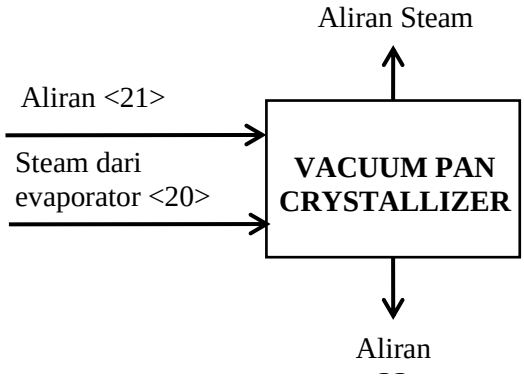
NaCl	7079,7699	NaCl	7079,7699
H2O	28319,0798	H2O	13148,1442
		Ke Evaporator Effect II	
		Aliran <23>	
		Uap Air :	
		H2O	15171
Total	35398,8497	Total	35398,8497

IV.13 Vacuum Pan Crystallyzer (V-220)

Fungsi : Memanaskan brine hingga didapatkan larutan yang lewat jenuh

Kondisi Operasi :- Tekanan Operasi = 0,7 atm

- Suhu Operasi = 90 ^{o}C



Tabel IV.14 Neraca Massa Vacuum Pan Crystallizer

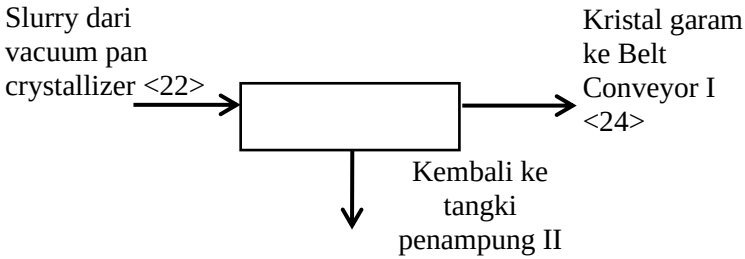
Neraca Massa			
Bahan Masuk		**Bahan Keluar**	
Dari Evaporator Effect I		**Ke Centrifuge**	
Aliran <22>		**Aliran <24>**	
Komponen	**Berat (kg/jam)**	**Komponen**	**Berat (kg/jam)**
NaCl	7079,9321	NaCl	7079,9321
H2O	13148,4453	H2O	7079,9321
		Ke Evaporator Effect II	
		Aliran <20>	
		Uap Air :	
		H2O	6068,5132
Total	20228,3773	Total	20228,3773

IV.14 Centrifuge (H-230)

Fungsi : Memisahkan natant dan super natant (padatan dengan cairan)

Kondisi Operasi :- Tekanan Operasi = 1 atm

- Suhu Operasi = 90 ^{o}C



Tabel IV.15 Neraca Massa Centrifuge

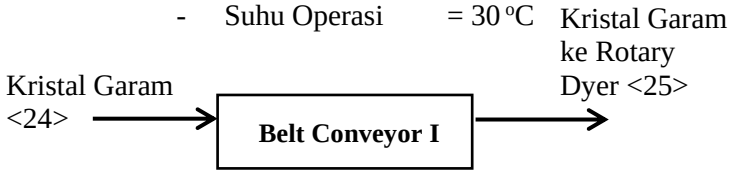
Neraca Massa			
Bahan Masuk		**Bahan Keluar**	
Dari Vacuum Pan Crystallizer		**Ke Tangki Penampung II**	
Aliran <24>		**Aliran <26>**	
Komponen	**Berat (kg/jam)**	**Komponen**	**Berat (kg/jam)**
Liquid :		**Liquid :**	
NaCl	2723,6499	NaCl	2669,1769
H2O	7079,9321	H2O	6938,3344
Solid :		**ke Rotary Dryer**	
NaCl	4356,2822	**Aliran <27>**	
		Solid :	
		NaCl	4410,7552
		H2O	141,5986
Total	14159,8641	Total	14159,8641

IV.15 Belt Conveyor I (J-311)

Fungsi : Mneyalurkan bahan ke rotary dryer

Kondisi Operasi :- Tekanan Operasi = 1 atm

- Suhu Operasi = 30 ^{o}C



Tabel IV.16 Neraca Massa Belt Conveyor I

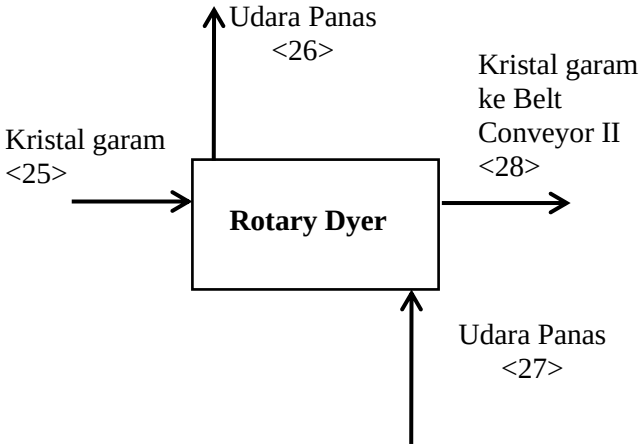
Neraca Massa			
Bahan Masuk		**Bahan Keluar**	
Dari Tangki Centrifuge		**Ke Rotary Dryer**	
Aliran <27>		**Aliran <28>**	
Komponen	**Berat (kg/jam)**	**Komponen**	**Berat (kg/jam)**
NaCl	4410,7552	NaCl	4410,7552
H_2O	141,5986	H_2O	141,5986
Total	4552,3538	Total	4552,3538

IV.16 Rotary Dryer (B-310)

Fungsi : Mengeringkan Kristal garam dengan udara panas

Kondisi Operasi :- Tekanan Operasi = 1 atm

- Suhu Operasi = 100 ^oC



Tabel IV.17 Neraca Massa Rotary Dryer

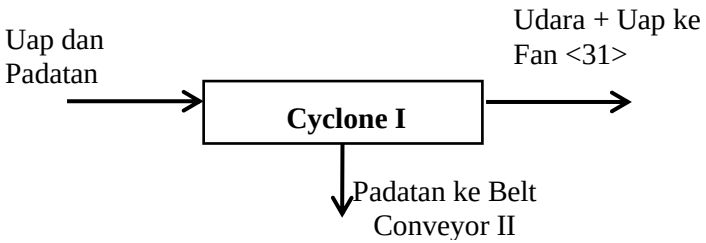
Neraca Massa			
Bahan Masuk		**Bahan Keluar**	
Dari Belt Conveyor I		**Ke Cyclone**	
Aliran <28>		**Aliran <30>**	
Komponen	**Berat (kg/jam)**	**Komponen**	**Berat (kg/jam)**
NaCl	4410,7552	NaCl	44,1076
H_2O	141,5986	H_2O	134,5187
		Ke Belt Conveyor II	
		Aliran <29>	
		NaCl	4366,6476
		H_2O	7,0799
Total	4552,3538	Total	4552,3538

IV.17 Cyclone 1 (B-312)

Fungsi : Menangkap debu-debu halus produk

Kondisi Operasi :- Tekanan Operasi = 1 atm

- Suhu Operasi = 30 ^oC



Tabel IV.18 Neraca Massa Cyclone I

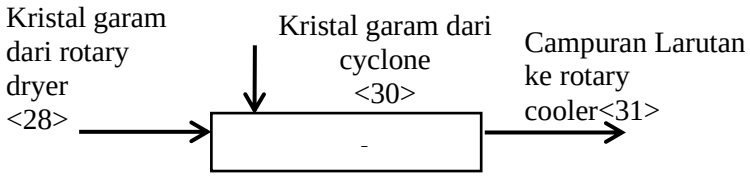
Neraca Massa			
Bahan Masuk		**Bahan Keluar**	
Dari Rotary Dryer		**Ke Exhausted Fan**	
Aliran <30>		**Aliran <31>**	
Komponen	**Berat (kg/jam)**	**Komponen**	**Berat (kg/jam)**
NaCl	44,1076	NaCl	0,8822
H_2O	134,5157	H_2O	131,8283
		Ke Belt Conveyor II	
		Aliran <32>	
		NaCl	43,2254
		H_2O	2,6904
Total	178,6263	Total	178,6263

IV.18 Belt Conveyor II (J-321)

Fungsi : Menangkap debu-debu halus produk

Kondisi Operasi :- Tekanan Operasi = 1 atm

- Suhu Operasi = 40 ^oC



Tabel IV.19 Neraca Massa Belt Conveyor II

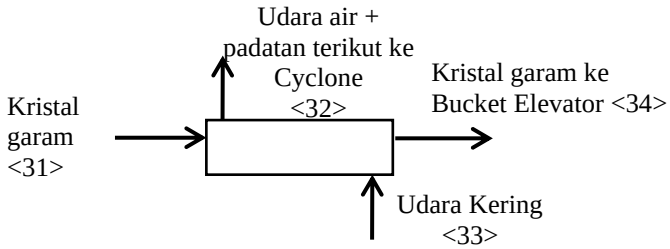
Neraca Massa			
Bahan Masuk		**Bahan Keluar**	
Dari Rotary Dryer		**Ke Rotary Cooler**	
Aliran <29>		**Aliran <33>**	
Komponen	**Berat (kg/jam)**	**Komponen**	**Berat (kg/jam)**
NaCl	4366,6476	NaCl	4409,8731
H_2O	7,0799	H_2O	9,7703
Dari Cyclone			
Aliran <32>			
NaCl	43,2254		
H_2O	2,6904		
Total	4419,6434	Total	4419,6434

IV.19 Rotary Cooler (B-320)

Fungsi : Menurunkan suhu Kristal garam dengan udara kering

Kondisi Operasi :- Tekanan Operasi = 1 atm

- Suhu Operasi = 40 ^oC



Tabel IV.20 Neraca Massa Rotary Cooler

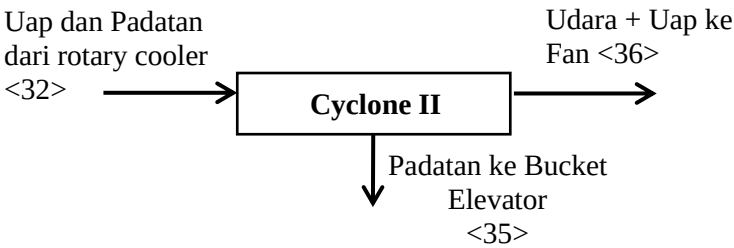
Neraca Massa			
Bahan Masuk		**Bahan Keluar**	
Dari Belt Conveyor II		**Ke Cyclone**	
Aliran <33>		**Aliran <34>**	
Komponen	**Berat (kg/jam)**	**Komponen**	**Berat (kg/jam)**
NaCl	4409,8731	NaCl	44,0987
H_2O	9,7703	H_2O	0,0977
		Ke Bucket Elevator	
		Aliran <35>	
		NaCl	4365,7743
		H_2O	9,6726
Total	4419,6434	Total	4419,6434

IV.20 Cyclone II (H-322)

Fungsi : Menangkap debu-debu halus produk

Kondisi Operasi :- Tekanan Operasi = 1 atm

- Suhu Operasi = 40 ^oC



Tabel IV.21 Neraca Massa Cyclone II

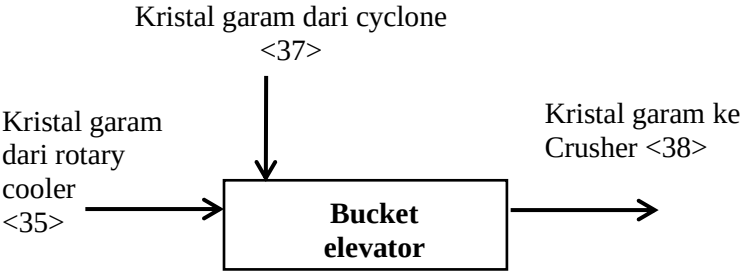
Neraca Massa			
Bahan Masuk		**Bahan Keluar**	
Dari Rotary Cooler		**Ke Fan**	
Aliran <34>		**Aliran <36>**	
Komponen	**Berat (kg/jam)**	**Komponen**	**Berat (kg/jam)**
NaCl	44,0987	NaCl	0,8820
H_2O	0,0977	H_2O	0,0957
		Ke Bucket Elevator	
		Aliran <37>	
		NaCl	43,2168
		H_2O	0,0020
Total	44,1964	Total	44,1964

IV.21 Bucket Elevator (J-331)

Fungsi : Mengalerkan bahan menuju crusher

Kondisi Operasi :- Tekanan Operasi = 1 atm

- Suhu Operasi = 40 ^oC



Tabel IV.22 Neraca Massa Bucket Elevator (J-331)

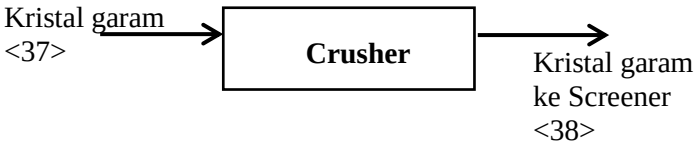
Neraca Massa			
Bahan Masuk		**Bahan Keluar**	
Dari Rotary Cooler		**Ke Crusher**	
Aliran <35>		**Aliran <38>**	
Komponen	**Berat (kg/jam)**	**Komponen**	**Berat (kg/jam)**
NaCl	4365,7743	NaCl	4898,8790
H_2O	9,6726	H_2O	10,7495
Dari cyclone			
Aliran <37>			
NaCl	43,2168		
H_2O	0,0020		
Dari Screener			
Aliran <40>			
NaCl	489,8879		
H_2O	1,0749		
Total	4909,6285	Total	4909,6285

IV.22 Crusher (C-410)

Fungsi : Memperkecil ukiran produk

Kondisi Operasi :- Tekanan Operasi = 1 atm

- Suhu Operasi = 30 ^oC



Tabel IV.23 Neraca Massa Crusher

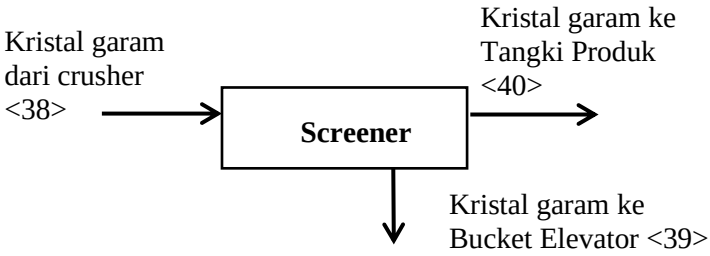
Neraca Massa			
Bahan Masuk		**Bahan Keluar**	
Dari Bucket Elevator		**Ke Screener**	
Aliran <38>		**Aliran <39>**	
Komponen	**Berat (kg/jam)**	**Komponen**	**Berat (kg/jam)**
NaCl	4898,8790	NaCl	4898,8790
H_2O	10,7495	H_2O	10,7495
Total	4909,6285	Total	4909,6285

IV.23 Screener (H-340)

Fungsi : Menyeragamkan ukuran produk

Kondisi Operasi :- Tekanan Operasi = 1 atm

- Suhu Operasi = 30 ^oC



Tabel IV.24 Neraca Massa Screener

Neraca Massa			
Bahan Masuk		**Bahan Keluar**	
Dari Crusher		**Ke Bucket Elevator**	
Aliran <39>		**Aliran <40>**	
Komponen	**Berat (kg/jam)**	**Komponen**	**Berat (kg/jam)**
NaCl	4898,8790	NaCl	4898,8790
H_2O	10,7495	H_2O	1,0749
		Aliran <41>	
		NaCl	4408,9911
		H_2O	9,6745
Total	4909,56285	Total	4909,56285

IV.24 Tangki Produk (F-350)

Fungsi : Menampung sebelum pengemasan

Kondisi Operasi :- Tekanan Operasi = 1 atm

- Suhu Operasi = 30 ^oC

Tabel IV.25 Neraca Massa Tangki Produk

Neraca Massa	
Bahan Masuk	**Bahan Keluar**
Aliran <41>	**Aliran <42>**

Komponen	Berat (kg/jam)	Komponen	Berat (kg/jam)
NaCl	4408,9911	NaCl	4408,9911
H_2O	9,6745	H_2O	9,6745
Total	4418,6656	Total	4418,6656

BAB V
SPESIFIKASI ALAT

V.1 DAFTAR PERALATAN

Spesifikasi alat yang digunakan untuk Pabrik Garam Farmasi dari Garam Rakyat adalah sebagai berikut:

1. **Gudang Garam Rakyat (F-111)**

Fungsi : Tempat persediaan bahan baku garam rakyat

Tabel V.1 Spesifikasi Gudang Bahan Baku Garam Rakyat (F-111)

Spesifikasi	Keterangan
Nama	Gudang bahan baku
Kode	F-111
Fungsi	Tempat persediaan bahan baku garam rakyat
Kapasitas	50,4390 /hari
Panjang	12,5268 m
Lebar	6,2634 m
Tinggi	9 m
Bahan Konstruksi	Beton
Tipe	Housing

2. **Vertical Mill (C-112)**

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

Spesifikasi	Keterangan
Nama	Crusher
Kode	C-112
Fungsi	Merubah ukuran bahan menjadi lebih kecil
Bentuk	Rotary knife cutter
Bahan Konstruksi	Carbon steel
Maksimum tebal (D) feed masuk	4 inchi
Lebar crusher	24 inchi

Kapasitas maksium	20 ton/jam
Kecepatan putar	750 rpm
Keperluan power	60 hp
Jumlah	3 buah

3. Bucket Elevator (J-112)

Fungsi : Memindahkan kristal NaCl dari gudang garam rakyat (F-111) ke Mixer (M-110)

Tabel V.3 Spesifikasi Bukect Elevator (J-112)

Spesifikasi	Keterangan
Nama	Bucket Elevator
Kode	(J-112)
Fungsi	Memindahkan kristal NaCl dari gudang garam rakyat (F-111) ke Mixer (M-110)
Bahan konstruksi	Rubber
Ukuran bucket	10 × 6 × 6,25 inchi
Bucket space	16 inchi
Size of lump handled	1,25 inchi
Bucket speed	68,6 m/min
Head shaft	43 r/min
Belt width	11 inchi
Hp (at head shaft)	16,7 hp
Hp (per ft length)	0,063 hp
Total power required	17,8970 hp

4. Mixing Tank (M-110)

Fungsi : Melarutkan garam rakyat dengan penambahan air proses (dilengkapi dengan pemanas)

Tabel V.4 Spesifikasi Mixing Tank (M-110)

Spesifikasi	Keterangan
Nama	Mixing Tank
Kode	M-110
Fungsi	Melarutkan garam rakyat dengan penambahan air proses (dilengkapi dengan pemanas)
Bahan konstruksi	Stainless Steel tipe 316, Grade M (SA-240)
Kapasitas	4,5403 ton/jam
Tebal tangki	0,0079375 meter
Tinggi tangki	3,0993 meter
Diameter tangka	1,8288 meter
Power	5,7604 hp
jumlah	1

5. Screen Filter (H-120)

Fungsi : Memisahkan bittern dengan pengotor (CaSO4)

Tabel V.5 Spesifikasi Screen Filter (H-120)

Spesifikasi	Keterangan
Nama	Screen Filter
Kode	H-130
Fungsi	Memisahkan bittern dengan pengotor (CaSO4)
Bahan	Stainless steel
Tinggi bin	31,177 in
Panjang sisi bin	72 bin
Luas lubang screen	0,64 cm2
Panjang sisi lubang	0,8 mm
jumlah	1

6. **Reactor Tank (R-130)**

Fungsi : Mereaksikan pengotor - pengotor yang ada di dalam feed dengan penambahkan BaSO4, Na2CO3, NaOH dan flokulan

Tabel V.6 Spesifikasi Mixing Tank (R-130)

Spesifikasi	Keterangan
Nama	Reactor Tank
Kode	R-130
Fungsi	Mereaksikan pengotor - pengotor yang ada di dalam feed dengan penambahkan BaSO4, Na2CO3, NaOH
Bahan konstruksi	Stainless Steel tipe 316, Grade M (SA-240)
Kapasitas	53,7446 ton/jam
Tebal tangki	0,0079 meter
Tinggi tangki	6,7783 meter
Diameter tangki	3,9624 meter
Power	101,8613 hp
Tebal jacket bagian silinder	0,0064 meter
Tebal jacket bagian konis	0,0079 meter
jumlah	1

7. **Tangka flokulator (R-140)**

Fungsi : Mengendapkan padatan dengan penambahan flokulan

Tabel V.7 Spesifikasi Tangki Flokulator (R-140)

Spesifikasi	Keterangan
Nama	Tangki Flokulator
Kode	R-130

Fungsi	Mengendapkan padatan dengan penambahan
Bahan konstruksi	Stainless Steel tipe 316, Grade M (SA-240)
kapasitas	10,7490 ton/jam
Tebal tangki	0,0079 meter
Tinggi tangki	3,3892
Diameter tangki	1,9812 meter
Power	4,4514 hp
jumlah	8

8. Settler Tanki (H-150)

Fungsi : Memisahkan larutan dari padatan dengan proses sedimentasi

Tabel V.8 Spesfikasi Settler Tank (H-150)

Spesifikasi	Keterangan
Nama	Settle Tank
Kode	H-150
Fungsi	Memisahkan larutan dari padatan dengan proses
Bahan konstruksi	Stainless Steel tipe 316, Grade M (SA-240)
Kapasitas	53,7448 ton/jam
Tinggi settler	1,0513
Diameter settler	41,2010 meter
jumlah	1

9. Tangki Penampung I (F-152)

Fungsi : menampung hasil netralisasi dan menstabilkan flow rate sebelum memasuki tangka netralisasi

Tabel V.9 Spesifikasi tangka penampung I (F-152)

Spesifikasi	Keterangan

Nama	Tangki Penampung I
Kode	F-152
Fungsi	Menampung hasil netralisasi dan menstabilkan flow
Bahan konstruksi	Stainless Steel tipe 316, Grade M (SA-240)
Kapasitas	52,2389 ton/jam
Tebal tangki	0,0079 meter
Tinggi tangki	6,7783
Diameter tangki	3,9624 meter
jumlah	1

10. Tangki Netralisasi (F-154)

Fungsi : Menetralkan sisa NaOH dengan menambahkan HCl

Tabel V.10 Spesifikasi Tangki Netralisasi (R-154)

Spesifikasi	Keterangan
Nama	Tangki Netralisasi
Kode	F-154
Fungsi	Menetralkan sisa NaOH dengan menambahkan HCl
Bahan konstuksi	Stainless Steel tipe 316, Grade M (SA-240)
Kapasitas	7,4868 ton/jam
Tebal tangki	0,0048 meter
Tinggi tangki	3,3892
Diameter tangki	3,9624 meter
Power	4,0317 hp
jumlah	7

11. Tangki penampung II (F-156)

Fungsi : Menampung hasil netralisasi dan menstabilkan flow rate sebelum memasuki evaporator

Tabel V.11 Spesifikasi Tangki Penampung II(F-156)

Spesifikasi	Keterangan
Nama	Tangki Penampung II
Kode	F-156
Fungsi	Menampung hasil netralisasi dan menstabilkan flow
Bahan konstruksi	Stainless Steel tipe 316, Grade M (SA-240)
Kapasitas	20,6709 ton/jam
Tebal tangki	0,0079 meter
Tinggi tangki	6,7783
Diameter tangki	3,9624 meter
jumlah	1

12. Evaporator (V-210)

Fungsi : Mengurangi kandungan air pada mother liquor hingga kondisi saturated

Tabel V.12 Spesifikasi Double Effect Evaporator

Spesifikasi	Keterangan
Nama	Evaporator
Kode	V-210
Fungsi	Memekatkan larutan brine hingga mencapai kondisi
Bagian bawah	
Luas perpindahan panas	2,6668 m2
Ukuran tube	1,25 in BWG 18

Junlah tube	8
Ukuran pitch	1,56 in triangular
Tinggi shell	4,2091 m
Tebal shell	0,0048 m
Tebal tutup bawah	0,0048 m
Bagian atas	
Tinggi drum	14,1634 meter
Diameter drum	2,5908 meter
Tebal silinder	0,2431 meter
Tebal tutup atas	0,0048 meter
Bahan konstruksi	Stainless Steel tipe 316, grade M (SA-240)
jumlah	2 buah

13. Vacuum Pan Crystallizer (V-220)

Fungsi :

a. Pemanasan lebih lanjut sehingga didapat larutan brine lewat jenuh
b. Membentuk kristal - kristal garam

Tabel V.13 Spesifikasi Vacuum Pan Crystallizer (V-220)

Spesifikasi	Keterangan
Nama	Vacuum Pan Crystallizer
Kode	V-220
Fungsi	Pemanasan lebih lanjut sehingga didapat larutan brine
	Membentuk kristal-kristal garam
Bagian shell	
Diameter vacuum pan	3,9624 meter
Diameter Centerwall	3,9624 meter

Tinggi Vacuum Pan	7,0874 meter
Tebal Shell	0,25 meter
Tebal tutup	0,2477 meter
Tube calandria	
Ukuran	6 in sch. 40 standart IPS
OD	6,625 in
ID	6,065 in
Panjang tube	16 ft
Jumlah tube	171,291 unit
Tinggi Vacuum Pan	5,9436 meter
Bahan Konstruksi	Carbon Steel SA 203 grade C (21/2 Ni)
Jumlah	1

14. Centrifuge (H-230)

Fungsi : Memisahkan kristal garam dengan pelarutnya

Tabel V.14 Spesifikasi Centrifuge

Spesifikasi	Keterangan
Nama	Centrifuge
Kode	H-230
Fungsi	Memisahkan kristal garam dengan pelarutnya
Rate volumetric feed	249,2610 m3/hr
Diameter Bowl	0,610 meter
Diameter Disk	0,495 meter
Jumlah Disk	144 unit
Kecepatan putar	4000 rpm
Settling Velocity	0,2365 m/s
Power Motor	7,5 hp
Jumlah	1

15. Belt Conveyor ke Rotary Dryer (J-311)

Fungsi : Memindahkan bahan dari centrifuge (H-240) ke Rotary dryer (B-310)

Tabel V.15 Spesifikasi Belt Conveyor ke Rotary Dryer (J-311)

Spesifikasi	Keterangan
Nama	Belt Conveyor ke Rotary Dryer
Kode	J-311
Fungsi	Mengangkut garam rakyat dari gudang ke tangki
Tipe	Continuous Flow Conveyor
kapasitas	4,5522 ton/jam
Lebar belt	0,7620 meter
Tinggi conveyor	3,8876 meter
Panjang conveyor	20,3743 meter
Speed	205,88212 meter/jam (operasi)
Daya power	1 hp
Jumlah	1

16. Rotary Dryer (B-310)

Fugsi : Mengeringkan kristal garam dengan udara panas

Tabel V.16 Spesifikasi Rotary Dryer (B-310)

Spesifikasi	Keterangan
Nama	Rotary Dryer
Kode	B-310
Fungsi	Mengeringkan kristal garam dengan udara panas
Kapasitas	36058,9142 kg/jam
ID	1,2185 meter
OD	1,2385 meter
Panjang Dryer	12,1853 meter

Kecepatan putar dryer	12,3099 rpm
Waktu tinggal	24,0623 menit
Jumlah flight	4 buah
Tinggi flight	0,1523 meter
Tebal flight	0,01 meter
Power pompa	158,5267 kW

17. Cyclone I (H-312)

Fungsi : menangkap padatan yang terikut udara panas dari belt conveyor rotary dryer

Tabel V.17 Spesifikasi Cyclone I (H-312)

Spesifikasi		Keterangan
Nama		Cyclone
Kode		H-312
Fungsi		Menangkap padatan yang terikut udara panas
Kecepatan feed masuk		365,7422 meter/menit
Dimensi Cyclone	Bc	0,6156 meter
	Dc	2,4623 meter
	De	1,2311 meter
	Hc	1,2311 meter
	Lc	4,9245 meter
	Sc	0,3078 meter
	Zc	4,9245 meter
	Jc	0,6156 meter
Jumlah		1

18. **Belt Conveyor ke Rotary Cooler (J-321)**
Fungsi : Memindahkan bahan dari Rotary Dryer (B-310) ke Rotary Cooler (B-320)

Tabel V.18 Spesifikasi Belt Conveyor ke Rotary Cooler (J-321)

Spesifikasi	Keterangan
Nama	Belt Conveyor ke Rotary Cooler
Kode	J-321
Fungsi	Memindahkan bahan dari Rotary Dryer (B-310) ke rotary cooler
Tipe	Continuous Flow Conveyor
Kapasitas	4,3736 ton/jam
Lebar belt	0,7620 meter
Tinggi conveyor	3,8876 meter
Panjang conveyor	20,3743 meter
Speed	197,80367 meter/jam (operasi)
Daya power	1 hp
Jumlah	1

19. Rotary Cooler (B-320)
Fungsi : Mengeringkan garam dengan udara panas

Table V.19 Spesifikasi Rotary Cooler (B-320)

Spesifikasi	Keterangan
Nama	Rotary Cooler
Kode	B-320
Fungsi	Mengeringkan garam dengan udara panas
Bahan konstruksi	Carbon Steel grade C (SA-283)
Diameter	1,2192 meter
Panjang	9,7536 meter
Tebal dinding	0,0762 meter
Kecepatan putar	7,1591 meter

Daya	35,1930 hp
jumlah	1

20. Cyclone II (H-322)

Fungsi : menangkap padatan yang terikut udara panas dari rotary cooler

Tabel V.17 Spesifikasi Cyclone II(H-322)

Spesifikasi		Keterangan
Nama		Cyclone
Kode		H-322
Fungsi		Menangkap padatan yang terikut udara panas dari rotary cooler
Kecepatan feed masuk		365,7422 meter/menit
Dimensi Cyclone	Bc	1,1551 meter
	Dc	4,6205 meter
	De	2,3103 meter
	Hc	2,3103 meter
	Lc	9,2411 meter
	Sc	0,5776 meter
	Zc	9,2411 meter
	Jc	1,1551 meter
Jumlah		1

21. **Bucket Elevator (J-331)**

Fungsi : Memindahkan kristal NaCl dari Rotary Cooler ke Crusher

Tabel V.21 Spesifikasi Tangki Penampung (F-254)

Spesifikasi	Keterangan
Nama	Bucket Elevator
Kode	J-331

Fungsi	Memindahkan kristal NaCl dari Rotary Cooler
Tipe	Rubber
Ukuran belt	10 × 6 × 6,25 inchi
Bucket space	16 inchi
Elevator centre	25 ft
Size of lump handled	1,25 inchi
Bucket speed	68,6 m/min
Head shaft	43 4/min
Belt width	11 inchi
Hp (at head shaft)	16,7 hp
Hp (per ft length)	0,063 hp
Total power required	17,897 hp

22. Cruser (C-330)

Fungsi : Menghancurkan granula padatan garam menjadi lebih halus

Tabel V.22 Spesifikasi Crusher (C-330)

Spesifikasi	Keterangan
Nama	Crusher
Kode	C-330
Fungsi	Menghancurkan granula padatan garam
Bentuk	Rotary knife cutter
Bahan konstruksi	Carbon steel
Screen opening	50 Mesh
Maksium tebal (D) feed masuk	4 inchi
Lebar crusher	24 inchi
Kapasitas maksimum	20 ton/jam
Kecepatan putar	750 rpm

Keperluan power	60 hp
Jumlah	3

23. Screener (H-340)

Fungsi : Untuk memisahkan kristal NaCl menjadi ukuran < 50 mesh

Tabel V.23 Spesifikasi Screener

Spesifikasi	Keterangan
Nama	Screener
Kode	H-340
Fungsi	Untuk memisahkan kristal NaCl menjadi ukuran
Bentuk	High speed vibrating screen
Kapasitas	4,9095 ton/jam
Ukuran	50 mesh
Luas total	0,42 ft2
jumlah	1

24. Tangki Produk (F-350)

Fungsi : Menampung produk berupa kristal garam sebelum pengemasan

Tabel V.24 Spesifikasi Tangki Produk (F-430)

Spesifikasi	Keterangan
Nama	Gudang bahan baku
Kode	F-350
Fungsi	Tempat persediaan bahan baku garam rakyat
Bentuk	Silinder dengan tutup atas dished head dan bagian bawah konis
Bahan Konstruksi	Stainless Steel, tipe 316, grade M (SA-240)
Kapasitas	1,4729 ton/jam
Tebal tangki	0,0048 meter

Tinggi tangki	2,3464 meter
Diameter tangki	1,3716 meter
Jumlah	1

25. Barometric Condensor (E-222)

Fungsi : Mengkondensasikan uap yang keluar dari vacuum pan crystallizer

Tangki V.25 Spesifikasi Tangki Pendingin (F-314)

Spesifikasi	Keterangan
Nama	Barometric Condensor
Kode	E-222
Fungsi	Mengkondensasikan uap yang keluar dari vacuum pan cristallizer
bentuk	Dry air counter current condensor
Bahan konstruksi	Carbon Steel SA 283 Grade C
Laju uap	6,0684 ton/jam
Laju air pendingin	1738,7377 ton/jam
Tinggi kondensor	3,038731 meter
Diameter kondensor	0,9737 meter
Diameter pipa pendingin	12,75 inchi
Panjang Barometric leg	10,3326 m H2O
Jumlah	1

26. Steam Jet Ejector (G-223)

Fungsi : Menarik uap air yang tidak terkondensasi di barometric condenser dan menvakumkan tekanan vacuum pan

Tabel V.26 Spesifikasi Steam Jet Ejector (G-223)

Spesifikasi	Keterangan
Nama	Steam Jet Ejector
Kode	G-223
fungsi	Menarik uap air yang tidak terkondensasi dan

	memvacumkan tekanan vacuum pan
tipe	Single stage steam jet ejector
Bahan konstruksi	Carbon steel SA 283 Grade C
Kebutuhan steam	434684,42 kg/jam
Jumlah	1

27. **Hot Well (F-224)**

Fungsi : menampung kondensat

Tabel V.27 Spesifikasi Hot Well (F-224)

Spesifikasi	Keterangan
Nama	Hot Well
Kode	F-224
Fungsi	Menampung kondensat
Bentuk	Balok persegi panjang
Bahan konstruksi	Beton
Panjang	6 meter
Lebar	3 meter
Tinggi	3 meter
Jumlah	1

28. **Air Heater (E-313)**

Fungsi : Memanaskan udara yang akan masuk ke Rotary Dryer

Tabel V.28 Spesifikasi Air Heater (E-313)

Spesifikasi	Keterangan
Nama	Air Heater
Kode	E-313
Fungsi	Memanaskan udara yang akan masuk ke Rotary dryer
Bentuk	Spiral Element
Kapasitas	0,5828 kg/detik
Surface area	0,2234 m2

jumlah	1

29. Blower (N-314)

Fungsi : Menghembuskan udara ke heater

Tabel V.29 Spesifikasi Blower (N-314)

Spesifikasi	Keterangan
Nama	Blower
Kode	N-314
Fungsi	Menghembuskan udara ke heater
bentuk	Centrifugal
kapasitas	0,0371 kg/s
power	5,72102 hp
jumlah	1 unit

30. **Exhaust Fan (G-323)**

Fungsi : Membuang partikel halus yang tidak sesuai ukuran keluar

Tabel V.30 Spesifikasi Exhaust Fan (G-323)

Spesifikasi	Keterangan
Nama	Exhaust Fan
Kode	G-323
Fungsi	Membuang partikel halus yang tidak sesuai ukuran
Bentuk	Centrifugal
Kapasitas	0,0371 kg/s
Power	5,72102 hp
jumlah	1

Tabel V.31 Spesifikasi Pompa

Spesifikasi	Pompa ke Screen Filter	Pompa ke Reaktor
Fungsi	L-121	L-132

Fungsi	Mengalirkan bahan yang keluar dari Mixing Tank menuju screen filter	Mengalirkan bahan yang keluar dari Screen Filter (H-120) menuju ke Reaktor (R-130)
Jumlah	2 unit	2 unit
Tipe	Centrifugal pump	Centrifugal pump
Bahan	Commercial steel	Commercial steel
Kapasitas	26612,6502 kg/jam	26730,9436 kg/jam
Power pompa	1 hp	1 hp
Head	3,90039 meter	3,90041 meter
Ukuran pipa	24 in sch 20	24 in sch 20
ID	0,5906 meter	0,5906 meter
OD	0,6096 meter	0,6096 meter
Power motor	1 hp	1 hp

Tabel V.32 Spesifikasi Pompa

Spesifikasi	**Pompa ke Flokulator**	**Pompa ke Settle Tank**
Fungsi	L-141	L-151
Fungsi	Mengalirkan bahan yang keluar dari Reactor Tank (R-130) menuju Tangki Flokulato	Mengalirkan bahan yang keluar dari Tangki Flokulator (R-140) menuju Settler Tank (H-150)
Jumlah	2 unit	2 unit
Tipe	Centrifugal pump	Centrifugal pump
Bahan	Commercial steel	Commercial steel
Kapasitas	26872,3247 kg/jam	26872,4053 kg/jam
Power pompa	1 hp	1 hp

Head	3,90061 meter	3,9006 meter
Ukuran pipa	24 in sch 20	24 in sch 20
ID	0,5398 meter	0,5398 meter
OD	0,5588 meter	0,5588 meter
Power motor	1 hp	1 hp

Tabel V.33 Spesifikasi Pompa

Spesifikasi	**Pompa ke Tangki netralisasi**	**Pompa ke Tangki Penampung II**
Fungsi	L-153	L-155
Fungsi	Mengalirkan bahan yang keluar dari Tangki Penampung I (F-152) ke Tangki Netralisasi (F-154)	Mengalirkan bahan yang keluar dari Tangki Netralisasi (R-154) menuju Tangki Penampung II (F-156)
Jumlah	2 unit	2 unit
Tipe	Centrifugal pump	Centrifugal pump
Bahan	Commercial steel	Commercial steel
Kapasitas	26194,8112 kg/jam	31006,2751 kg/jam
Power pompa	1 hp	1 hp
Head	3,90058 meter	3,90054 meter
Ukuran pipa	24 in sch 20	24 in sch 20
ID	0,5398 meter	0,5906 meter
OD	0,5588 meter	0,6096 meter
Power motor	1 hp	1 hp

Tabel V.34 Spesifikasi Pompa

Spesifikasi	**Pompa ke Evaporator I**	**Pompa ke Evaporator II**

Fungsi	L-157	L-211
Fungsi	Mengalirkan bahan yang keluar dari Tangki Penampung II (F-156) ke Evaporator (V-210)	Mengalirkan bahan yang keluar dari Evaporator I (V-210A) ke Evaporator II (V-210B)
Jumlah	2 unit	2 unit
Tipe	Centrifugal pump	Centrifugal pump
Bahan	Commercial steel	Commercial steel
Kapasitas	31006,2751 kg/jam	17699,4249 kg/jam
Power pompa	1 hp	1 hp
Head	3,90054 meter	3,9004 meter
Ukuran pipa	24 in sch 20	24 in sch 20
ID	0,5906 meter	0,4890 meter
OD	0,6096 meter	0,5080 meter
Power motor	1 hp	1 hp

Tabel V.35 Spesifikasi Pompa

Spesifikasi	**Pompa ke Vacuum Pan**	**Pompa ke Tangki Penampung II**
Fungsi	L-221	L-231
Fungsi	Memompa bahan dari Evaporator II (V-210 B) ke Vacuum Pan Crystalizer (V-220)	Mengalirkan bahan yang keluar dari Vacuum Pan Crystallizer ke Tangki Penampung II
Jumlah	2 unit	2 unit
Tipe	Centrifugal pump	Centrifugal pump
Bahan	Commercial steel	Commercial steel

Kapasitas	10113,95711 kg/jam	9607,2902 kg/jam
Power pompa	1 hp	1 hp
Head	3,9005 meter	3,90018 meter
Ukuran pipa	24 in sch 20	24 in sch 20
ID	0,5906 meter	0,4382 meter
OD	0,6096 meter	0,4572 meter
Power motor	1 hp	1 hp

BAB VI
ANALISA EKONOMI

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

VI.1 Pengelolaan Sumber Daya Manusia

VI.1.1 Bentuk Badan Perusahaan

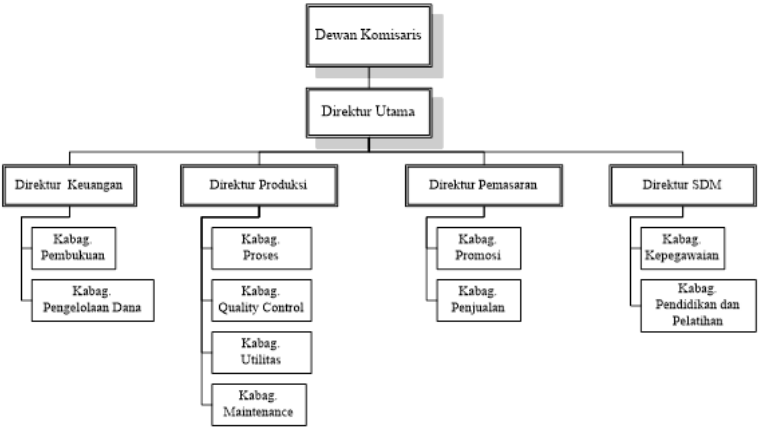
Bentuk badan perusahaan dalam Pabrik Garam Farmasi ini dipilih Perseroan Terbatas (PT). Perseroan Terbatas merupakan suatu persekutuan yang menjalankan perusahaan dengan modal usaha yang terbagi beberapa saham, dimana tiap sekutu (disebut juga persero) turut mengambil bagian sebanyak satu atau lebih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

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

VI.1.2 Sistem Organisasi Perusahaan

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

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



Gambar VI.1 Struktur Organisasi Perusahaan

Pembagian kerja dalam organisasi ini adalah :

1. DewanKomisaris

Dewan Komisaris bertindak sebagai pemegang saham.Tugas Dewan Komisaris:

- Merujuk Direktur Utama
- Mengawasi Direktur dan berusaha agar tindakan Direktur tidak merugikan perseroan.
- Menetapkan kebijaksanaan perusahaan.

- Mengadakan evaluasi/pengawasan tentang hasil yang diperoleh perusahaan.
- Memberikan nasehat kepada direktur bila direktur ingin mengadakan perubahan dalam perusahaan.

2. Direktur Utama

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

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

3. DirekturProduksi

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

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

4. Direktur Pemasaran

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

- Memperkenalkan jenis produk yang dibuat oleh perusahaan melalui berbagai media yang dibuat oleh perusahaan.
- Membuat rencana pemasaran.
- Melakukan kontrak penjualan dengan konsumen serta meninjau penjualan dan membatalkan penjualan jika terjadi ketidaksesuaian dengan kontrak.
- Melaporkan segala kegiatan yang bersangkutan dengan pemasaran kepada Direktur Utama.
- Mengotrol laporan *stock* guna mencapai keseimbangan jumlah dari jenis garam jadi yang disiapkan untuk dipasarkan.
- Memberikan tugas dan wewenang pada masing-masing bagian terkait.
- Mengadakan evaluasi kerja pada tiap bagian yang terkait mengenai pelaksanaan pekerja.
- Menetapkan harga produk.

5. General Manager

General Manager bertanggungjawab kepada Direktur Produksi dan membawahi secara langsung *Manager Quality Control* (QC), Manager Logistik,

Manager Produksi dan *Maintenance*, Manager Umum dan Personalia, serta Manager Administrasi dan Keuangan. Tugas General Manager adalah :

- Mengadakan pengawasan terhadap semua lini kegiatan.
- Memberikan pengarahan kepada bawahan tentang tugas dan tanggung jawab masing-masing.
- Mengadakan evaluasi secara berkala terhadap semua lini.
- Mengadakan usulan kepada Direktur tentang peningkatan skill karyawan.
- Mengadakan penilaian terhadap penanggung jawab semua lini.

6. Manager *Quality Control* (QC)

Manager Quality Control membawahi *staff quality control* (QC). Tugas Manager *Quality Control* adalah :

- Menetapkan rencana mutu sesuai dengan standar yang berlaku.
- Mengawasi pelaksanaan pengendalian mutu.
- Mengkoordinasi program kalibrasi peralatan inspeksi, ukur, dan uji.
- Memutuskan suatu produk siap untuk dikirim.
- Mencatat semua hasil inspeksi dan pengujian bahan baku dalam dokumen.

7. Manager Logistik

Manager Logistik membawahi staff gudang bahan baku dan staff pembelian. Manager Logistik bertugas memberikan perintah kerja dan mengawasi langsung semua kegiatan yang berkaitan dengan pengadaan bahan baku tambahan sesuai standar dan penyerahannya ke bagian produksi serta kegiatan penyimpanan bahan baku tambahan tersebut.

8. Manager Produksi & Maintenance

Manager Produksi & Maintenance membawahi staff Packing dan staff production & maintenance. Tugas manager Produksi & Maintenance adalah :

- Mengawasi pelaksanaan proses produksi.
- Memberikan tugas dan wewenang pada masing-masing bagian yang terkait.
- Membuat laporan hasil produksi dan kesiapan mesin secara berkala.
- Mengevaluasi setiap bagian mengenai hasil pekerjaan, skill pekerja serta peningkatannya.
- Mengatur jadwal perbaikan / perawatan mesin produksi.
- Menyiapkan bahan yang dibutuhkan untuk proses pengemasan (plastic,lem, karton, benang jahit untuk karung, dsb)
- Mengevaluasi mutu dan jumlah hasil packing yang dikerjakan bawahan.

9. Manager Umum & Personalia

Manager Umum & Personalia berhubungan dengan karyawan-karyawan tidak tetap seperti Satuan Pengaman (Satpam). Tugas Manager Umum & Personalia adalah :

- Mengadakan pengecekan rekapan gaji atau upah untuk karyawan.
- Mengadakan pengecekan absensi dan lembur untuk karyawan.
- Mengadakan koordinasi dengan bagian produksi dalam hal meningkatkan kemampuan kerja dan disiplin kerja setiap karyawan.
- Melakukan teguran atau peringatan terhadap karyawan yangmelakukan pelanggaran.
- Melakukan pengecekan, pemeriksaan, atau perawatan secara periodikterhadap ruang kantor, ruang produksi,

atau ruang kerja dalam halkebersihan, kerapian, dan lain sebagainya.

10. Manager Administrasi & Keuangan
    Manager Administrasi & Keuangan membawahi staff Accounting. Tugas Manager Administrasi & Keuangan adalah :
    - Memeriksa laporan keuangan pabrik.
    - Membuat laporan kasbarang-barang yang ada di perusahaan secara periodik.
    - Memeriksa laporan kas pabrik, apakah sudah sesuai dengan buktibukti yang sudah ada.
    - Membubukan laporan sesuai dengan pos-pos masing-masing departemen.

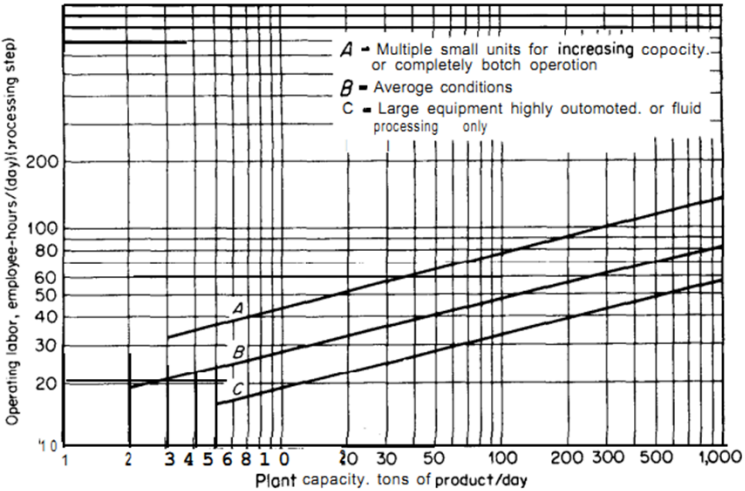
11. Manager Pemasaran
    Manager Pemasaran membawahi staff pengiriman, staff gudang barang jadi dan sales. Tugas dari Manager Pemasaran adalah :
    - Mengontrol laporan stok garam jadi supaya terjadi keseimbangan jumlah dari jenis garam jadi yang disiapkan untuk dipasarkan.
    - Memberikan tugas dan wewenang pada masing-masing bagian terkait.
    - Mengadakan evaluasi kerja pada tiap bagian yang terkait mengenaipelaksanaan pekerja.
    - Mengadakan evaluasi terhadap skill pekerja dalam lingkungan Departemen Pemasaran untuk meningkatkan intensitas pemasaran.

Perincian Jumlah Tenaga Kerja

Jumlah karyawan yang dibutuhkan untuk proses produksi garam farmasi dari garam rakyat diuraikan sebagai berikut :

1. Penentuan Jumlah Karyawan Operasional

Jumlah karyawan operasional yang dibutuhkan untuk proses produksi garam farmasi dari garam rakyat sebagai berikut :
Kapasitas produksi garam farmasi = 106 ton/hari



Gambar VI.2 Kebutuhan Pekerja Operator untuk Industri Kimia

Berdasarkan figure 6-9 Timmerhaus, hal 265 untuk average condition, maka diperoleh 80 orang/(hari)(tahapan proses), proses utama dalam pabrik ini ada 3 proses sehingga karyawan yang dibutuhkan per hari adalah 240 orang/hari.

Tabel VI.1 Daftar Kebutuhan Karyawan Pabrik Garam Farmasi

No	Jabatan	Pendidikan				Jumlah
		SMA	D3	S1	S2	
1.	Dewan Komisaris				3	3
2.	Direktur Utama				1	1
3.	Direktur Produksi			1		1

4.	Direktur Pemasaran			1		1
5.	Direktur Keuangan			1		1
6.	Direktur SDM			1		1
7.	Sekretaris			3		3
8.	Kepala Bagian					
	a. Proses			3		3
	b. Quality Control			1		1
	c. Promosi			1		1
	d. Penjualan			1		1
	e. Pembukuan			1		1
	f. Pengelolaan Dana			1		1
	g. Kepegawaian			1		1
9.	Dokter			2		2
10.	Perawat			2		2
11.	Karyawan					
	a. Proses	10	50	20		90
	b. Quality Control	5	10	5		20
	c. Promosi	2	2	4		8
	d. Penjualan	5	2	1		8
	e. Pembukuan	2	2	1		5
	f. Pengelolaan Dana	3	1	1		5

	g. Kepegawaian	2	2	1		5
12.	Sopir	5				5
13.	Cleaning Service	15				15
10.	Karyawan tidak tetap	55				55
Total		**104**	**69**	**53**	**4**	**240**

Pabrik Garam Farmasi ini menggunakan basis 330 hari kerja pertahun dengan waktu 24 jam kerja perhari. Dengan pekerjaan yang membutuhkan pengawasan terus menerus selama 24 jam, maka dilakukan sistem shift karyawan dan sistem *day shift* karyawan.

a. Karyawan *Day Shift*

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

Jam kerja karyawan diatur sebagai berikut :

a. Jam kerja
   Senin-Jumat : 07.00-17.00
b. Jam kerja
   Senin-Kamis : 12.00-13.00
   Jumat : 11.00-13.00

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

b. Karyawan *Shift*

Karyawan shift berhubungan langsung dengan proses produksi. Yang termasuk karyawan shift adalah pekerja supervisor, operator dan security. Shift direncanakan dilakukan tiga kali perhari setiap 8 jam. Distribusinya diatur sebagai berikut :

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

Penggantian shift dilakukan sesuai aturan International Labour Organization yaitu sistem metropolitan rota atau biasa disebut 2-2-

2 (dalam 1 minggu dilakukan 2 hari shift malam, 2 hari *shift* pagi, 2 hari *shift* siang, 1 hari libur), sehingga untuk 3 *shift* dibutuhkan 4 regu dengan 1 regu libur. Sistem ini dapat ditabelkan sebagai berikut :

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

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

VI.1.4 Status Karyawan dan Pengupahan

a. Karyawan Tetap
   Karyawan tetap adalah karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan surat keputusan (SK) direksi dan mendapat gaji bulanan berdasarkan kedudukan, keahlian dan masa kerja.
b. Karyawan Harian
   Karyawan yang diangkat dan diberhentikan oleh direksi tanpa SK dari direksi dan mendapat upah harian yang dibayar setiap akhir pekan.
c. Pekerja Borongan
   Pekerja borongan adalah tenaga yang diperlukan oleh pabrik bila diperlukan pada saat tertentu saja, misalnya : tenaga *shut down*, bongkar muat bahan baku. Pekerja borongan menerima upah borongan untuk suatu pekerjaan tertentu.

VI.2 UTILITAS

Utilitas merupakan sarana penunjang suatu industri, karena utilitas merupakan penunjang proses utama dan memegang

peranan penting dalam pelaksanaan operasi dan proses. Sarana utilitas pada Pabrik Garam Farmasi ini meliputi :

1. Air
   Air pada pabrik ini hanya berfungsi sebagai sanitasi dan pelarut.
2. Steam
   Steam digunakan untuk keperluan turbin sebagai pembangkit listrik, pemanas *reboiler* dan proses pengeringan kristal garam di *rotary dryer*.
3. Listrik
   Berfungsi sebagai tenaga penggerak dari peralatan proses maupun penerangan. Kebutuhan listrik untuk proses pabrik ini berasal dari kebutuhan listrik peralatan (kompressor, pompa). Pemenuhan kebutuhan listrik melalui penyedia listrik PLN Pamekasan.
4. Bahan Bakar
   Pada pabrik Garam Farmasi ini bahan bakar digunakan untuk keperluan operasi seperti *Boiler* dan *Generator*.
5. Penanganan limbah
   Penanganan limbah digunakan untuk mencegah dan menanggulangi pencemaran di dalam dan sekitar pabrik.

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

VI.2.1 Unit Pengolahan Air

Kebutuhan air untuk pabrik diambil dari air sungai, 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 Farmasi ini digunakan untuk kepentingan :

- Air sanitasi, meliputi air untuk laboratorium dan karyawan. Air sanitasi digunakan untuk keperluan para karyawan dilingkungan pabrik. Penggunaannya antara lain untuk konsumsi, mencuci, mandi, memasak, laboratorium,

perkantoran dan lain-lain. Untuk unit penghasil air sanitasi diperlukan peralatan sebagai berikut : pompa air sungai, bak pra sedimentasi, bak koagulasi, dan flokulasi, tangki tawas, tangki Ca(OH)2, bak pengendap, bak penampung, pompa sand filter, tangki sand filter, bak penampung air bersih, bak penampung air sanitasi, tangki desinfektan, dan pompa air untuk sanitasi. Adapun syarat air sanitasi, meliputi:

a. Syarat fisik :
   - Suhu di bawah suhu udara
   - Warna jernih
   - Tidak berasa
   - Tidak berbau
   - Kekeruhan SiO2 tidak lebih dari 1 mg / liter
b. Syarat kimia :
   - pH = 6,5 - 8,5
   - Tidak mengandung zat terlarut yang berupa zat organik dan anorganik seperti PO4, 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 Penyediaan Steam

Steam yang dibutuhkan untuk proses dihasilkan dari air *heater* dan pendingin dari *blower*. Kebutuhan steam digunakan sebagai pemanas di rotary dryer dan sebagian besar dipakai untuk menggerakkan turbin untuk menghasilkan listrik, karena kebutuhan *back-up* jika sewaktu-waktu supply listrik dari PLN terhambat. Peralatan yang dibutuhkan untuk pembangkit *steam* yaitu air *heater*.

VI.2.3 Unit Pembangkit Tenaga Listrik

Kebutuhan listrik yang diperlukan untuk pabrik Garam Farmasi 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 generator.

VI.2.4 Unit Bahan Bakar

Unit ini bertugas untuk menyediakan bahan bakar baik untuk Furnace serta alat – alat yang membutuhkan bahan bakar lainnya. Bahan bakar yang digunakan yaitu batu bara dan bahan bakar minyak.

VI.2.5 Unit Penanganan Limbah

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

VI.3 ANALISA EKONOMI

Analisa ekonomi dimaksudkan untuk dapat mengetahui apakah suatu pabrik yang direncanakaan layak didirikan atau tidak. Oleh karena itu pada Pra Desain Pabrik Garam Farmasi dari Garam Rakyat dengan Metode *Vacuum Pan Crystallizer* ini dilakukan evaluasi atau studi kelayakan dan penilaian investasi.

Faktor-faktor yang perlu ditinjau untuk memutuskan hal ini adalah:

1. Laju Pengembalian Modal (*Internal Rate of Return* / IRR)
2. Waktu Pengembalian Modal Minimum (*Pay Out Time* / POT)
3. Titik Impas (*Break Even Point* / BEP)

VI.3.1 Analisa Keuangan

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

Tabel VI.3 Parameter Perhitungan Ekonomi

PARAMETER	**Nilai**	**Keterangan**
Investasi Total	945 M	Rupiah
Pajak pendapatan	30%	/tahun
Inflasi	3%	/tahun
Depresiasi	10%	/tahun
IRR	21%	/tahun
Nama Produk	**Harga (Rp)**	**Keterangan**
Garam Farmasi	14.000	/kg
OPERASI		
Garam Farmasi	106.061	kg/hari
Hari Operasi	330	Hari
Modal Sendiri (60 %)	566.793.212.706,94	Rupiah
Modal Pinjam (40 %)	377.862.141.804,63	Rupiah

VI.3.2 Analisa Laju Pengembalian Modal *(Internal Rate of Return / IRR*)

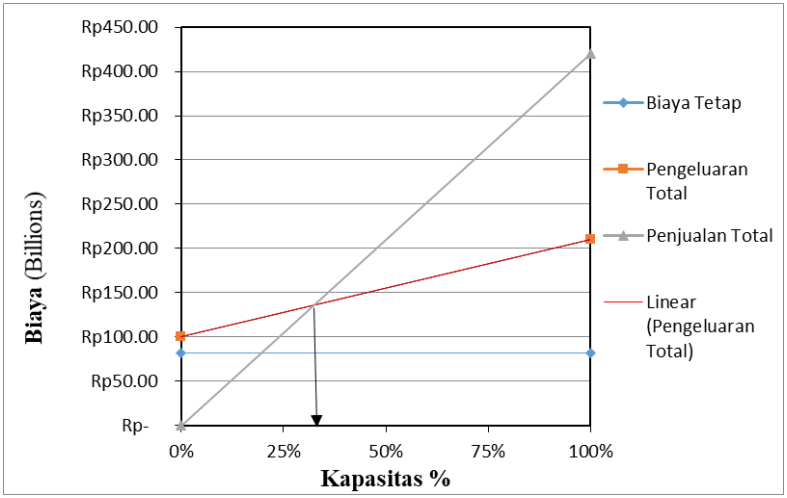
Dari hasil perhitungan pada Appendiks D, didapatkan harga i = 21%. Harga i yang diperoleh lebih besar dari harga i untuk bunga pinjaman yaitu 12% per tahun. Dengan harga i = 21% yang didapatkan dari perhitungan menunjukkan bahwa pabrik ini layak didirikan dengan kondisi tingkat bunga pinjaman 12% per tahun.

VI.3.3 Analisa Waktu Pengembalian Modal *(Payout Period / POP)*

Dari perhitungan yang dilakukan pada Appendiks D didapatkan bahwa waktu pengembalian modal minimum adalah 4,9 tahun dengan perkiraan usia pabrik 10 tahun. Hal ini menunjukkan bahwa pabrik ini layak untuk didirikan karena POT yang didapatkan lebih kecil dari perkiraan usia pabrik.

VI.3.4 Analisa Titik Impas (*Break Even Point / BEP*)

Analisa titik impas digunakan untuk mengetahui besarnya kapasitas produksi dimana biaya produksi total sama dengan hasil penjualan. Biaya tetap (FC) dan Biaya variabel (VC), Biaya semi variabel (SVC) dan biaya tetap tidak dipengaruhi oleh kapasitas produksi. Dari perhitungan yang dilakukan pada Appendiks D didapatkan bahwa Titik Impas (BEP) = 34%.



Gambar VI.3 Grafik *Break Even Point*

BAB VII
KESIMPULAN

Berdasarkan uraian proses pada beberapa ba sebelumnya, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Perencanaan operasi : Kontinyu, 24 jam/hari selama 330 hari/tahun
2. Kapasitas produksi : 35.000 ton/tahun
3. Kebutuhan bahan baku

   Garam Rakyat : 35.954,04 ton/tahun

4. Lokasi pendirian pabrik : Desa Kalianget, Kabupaten Sumenep, Pulau Madura
5. Analisa ekonomi

a. Pemodalan

Modal Tetap (FCI)	: Rp 802.957.051.334,83
Modal Kerja (WCI)	: Rp 141.698.303.176,74
Modal Total (TCI)	: Rp 944.655.354.511,57
Biaya produksi per tahun (TPC)	: Rp 252.126.202.575,22
Hasil Penjualan per tahun	: Rp 490.000.000.000

b. Rentabilitas

Masa konstruksi	: 2 tahun
Pengembalian pinjaman	: 10 Tahun
Bunga bank	:12%
Laju inflasi	: 3%
IRR	: 21%
Pay Out Time	: 4,9 tahun
Break Even Poin	: 34%

DAFTAR PUSTAKA

Anonim. 2009. *Data A2PGRI (Aliansi Asosiasi Petani Garam Rakyat Indonesia)*. Jakarta: Ditjen IKAHH Deperindag

Brownell, Young. 1959. *Process Equipment Design*. New York: John Wiley and Sons

Coulson, J.M and Richardson J.F. 1983. *Chemical Engineering Vol. 6 1st edition.* New York : Pergamon Press

Geankoplis, C. 1993. *Transport Processes and Unit Opration 3rd Edition.* New Jersey: Prentice Hall

Harian Kompas. 24 Oktober 2014. *Tiroid, Pengatur Metabolisme Tubuh*. Indonesia

Himmelblau, D.M . 1989 . *Basic Principles and Calculations in Chemical Engineering, 5ed* . Singapore: Prentice-Hall International

Hugot, E. 1960. *Handbook of Cane Sugar Engineering*. Amsterdam: Elsevier Publishing Company

Kauffman, Dale. 1968. *The Production and Properties of Salt and Brine.* New York : Hafner Publishing Company

Kementrian Kesehatan Indonesia. 2014. *Farmakope Indonesia V.* Jakarta: Kementrian Kesehatan.

Kementerian Perdagangan RI. 2012. *Peraturan No : 58/M-DAG/PER/9/12 tentang NaCl.* Jakarta : Kemendag.

Kern. 1950. *Process Heat Transfer*. London: Mc. Graw-Hill.

Kusnarjo. 2010. *Desain Alat Pemindah Panas.* Surabaya : ITS press.

Ludwig. *Applied Prosess Design for Chemical Engiinering and Petrochemical Plants*. Texas: Gulf Publishing Company.

Mc. Cabe. 2001. *Unit Operation of Chemical Engineering 6th Edition.* New York: Mc. Graw-Hill Book.

Perry, RH. 1997. *Chemical Engineer's Handbook 7th Edition International Edition*. Singapore: Mc. Graw-Hill

Peters, MS and Timmerhaus, KD. 2003. *Plant Design and Economics for Chemical Engineers 5th Edition.* Singapore: Mc. Graw-Hill

Purbani, Dini. 2011. *Proses Pembentukan Kristalisasi Garam*. Jakarta: Badan Riset Kelautan dan Perikanan DKP

Ulrich, GD. 1984. .*A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economic.* New York: John Wiley and Sons

Van Ness, S. 1987. *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics 4th Edition*. Singapore: Mc. Graw-Hill

Wallas, SM. 1998. *Chemical Process Equipment : Selection and Design*. USA: Butterworth-Heinemann

http://www.alloywire.com/heating_element_design_2.html. Diakses tanggal: 28 Desember 2015 13:43 WIB

http://www.beritasatu.com/ekonomi/266622-serap-garam-lokal-industri-gairahkan-produksi-petani.html. Diakses tanggal: 17 Oktober 2015 18:35 WIB

http://binfar.kemkes.go.id/2014/06/mea-2015-farmasi-indonesia-bersaing-ketat-dengan-vietnam/. Diakses tanggal: 17 Oktober 2015 20:28 WIB

http://www.bppt.go.id/index.php/teknologi-agroindustri-dan-bioteknologi/1603-penjajakan-kerjasama-bppt-pt-kimia-farma-dalam-rangka-produksi-garam-farmasetis. Diakses tanggal: 17 Oktober 2015 19:47 WIB

www.djpt.kkp.go.id/index.php/arsip/file/191/pembuatan-garam-bermutu.pdf/+&cd=2&hl=id&ct=clnk&gl=id. Diakses tanggal: 17 Oktober 2015 14:53 WIB

http://industri.bisnis.com/read/20140814/103/250011/bahan-baku-obat-kimia-farma-suplai-garam-farmasi-pada-2015. Diakses tanggal: 17 Oktober 2015 19:28 WIB

http://www.kimiafarma.co.id/detail.php?i=378. Diakses tanggal: 17 Oktober 2015 14:06 WIB

http://www.koranmadura.com/2015/07/28/mengukur-layak-tidaknya-madura-menjadi-provinsi/. Diakses tanggal: 17 Oktober 2015 15:59 WIB

http://matche.com/equipcost/Default.html. Diakses tanggal: 30 Desember 2015 11:34 WIB

http://meteo.bmkg.go.id/prakiraan/propinsi/16. Diakses tanggal: 24 Oktober 2015 20:23 WIB

http://nationalgeographic.co.id/berita/2013/10/terbaru-panjang-garis-pantai-indonesia-capai-99000-kilometer. Diakses tanggal: 17 Oktober 2015 14:11 WIB

http://sampangkab.bps.go.id/LinkTabelStatis/view/id/116. Diakses tanggal: 17 Oktober 2015 18:46 WIB

BIOGRAFI PENULIS

Ashifa Azzediena Geraldine, putri ke 2 dari 3 bersaudara dari pasangan Bapak Bambang Edy Yuwono dan Ibu Erny Darmawati. Lahir di Blitar, 3 April 1997. Penulis mulai mengenyam pendidikan di SDIT Al-Hikmah Blitar (Bence) (2004-2010), SMPN 3 Peterongan Jombang (2010-2013), SMAN 1 Blitar (2013-2016), dan Teknik Kimia ITS (2016-2020) yang kemudian pada tahun 2020 mulai melakukan penelitian di Laboratorium Teknologi Biokimia dengan tugas akhir yang berjudul "Review Jurnal Berkaitan dengan Pengaruh Pretreatment NaOH dan H_2O_2 pada Produktivitas Biogas dari Limbah Lignoselulosa dengan Reaktor Semi-Kontinyu".

Penulis pernah aktif dalam kepanitian di acara CHERNIVAL 2017 (Chemical Engineering Innovation Festival) sebagai staff konsumsi, kemudian sebagai staff departemen jaringan di KINI 2017-2018 (Kajian Islam Nurul Ilmi) dan sebagai sub-koordinator pada kepanitiaan CHERNIVAL 2018, dan dilanjutkan sebagai koordinator konsumsi pada kepanitiaan CHERNIVAL 2019. Penulis memiliki pengalaman kerja sebagai student internship di PT TPPI Tuban.

E-mail penulis : ashifa.geraldine@gmail.com

No. HP : +628123268107

Motto : Change the limit beyond our DNA

BIOGRAFI PENULIS

Heghi Rado Gama Pradikdo, putra ke 2 dari 3 bersaudara dari pasangan Bapak Ponidi dan Ibu Suharwati. Lahir di Blitar, 16 Agustus 1997. Penulis mulai mengenyam pendidikan di Karang Tengah I (Blitar) (2004-2010), SMPN 1 Blitar (2010-2013), SMAN 1 Blitar (2013-2016), dan Teknik Kimia ITS (2016-2020) yang kemudian pada tahun 2020 mulai melakukan penelitian di Laboratorium Teknologi Biokimia dengan tugas akhir yang berjudul "Review Jurnal Berkaitan dengan Pengaruh Pretreatment NaOH dan H_2O_2 pada Produktivitas Biogas dari Limbah Lignoselulosa dengan Reaktor Semi-Kontinyu".

Penulis pernah aktif dalam organisasi KINI (Kajian Islam Nurul Ilmi) sebagai staff MII (Multimedia Informasi Islam) tahun 2017-2019. Penulis memiliki pengalaman kerja sebagai student internship di PT TPPI Tuban.

E-mail penulis : rado.gama@gmail.com

No. HP : +628123268107

Motto : Hidup harus rajin belajar