TUGAS DESAIN PABRIK KIMIA – TK184803

PRA DESAIN PABRIK PEMBUATAN GARAM INDUSTRI DARI AIR REJECT REVERSE OSMOSIS

Dzikri Imaduddin
NRP. 02211540000031

Riskita Musdalifah Amal
NRP. 02211540007001

Dosen Pembimbing :
Dr. Ir. Susianto, DEA
NIP. 19620820 198903 1 004
Prof. Fadlilatul Taufany, ST., Ph.D
NIP. 19810713 200501 1 001

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

TUGAS DESAIN PABRIK KIMIA – TK184803

PRA DESAIN PABRIK PEMBUATAN GARAM INDUSTRI DARI AIR REJECT REVERSE OSMOSIS

Dzikri Imaduddin
NRP. 02211540000031

Riskita Musdalifah Amal
NRP. 02211540007001

Dosen Pembimbing :
Dr. Ir. Susianto, DEA
NIP. 19620820 198903 1 004
Fadlilatul Taufany, ST., Ph.D.
NIP. 19810713 200501 1 001

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

PLANT DESIGN PROJECT – TK184803

PLANT DESIGN PRODUCTION OF INDUSTRIAL SALT FROM WATER REJECT REVERSE OSMOSIS

Dzikri Imaduddin
NRP. 02211540000031

Riskita Musdalifah Amal
NRP. 02211540007001

Dosen Pembimbing :
Dr. Ir. Susianto, DEA
NIP. 19620820 198903 1 004
Fadlilatul Taufany, ST., Ph.D.
NIP. 19810713 200501 1 001

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

LEMBAR PENGESAHAN

Laporan Pra-Desain Pabrik dengan judul:

“ Pembuatan Garam Industri dari Air Reject Reverse Osmosis”

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing 1

Dr. Ir. Susianto, DEA
NIP. 19620820 198903 1 004

Dosen Pembimbing 2

Fadlilatul Taufany, ST., Ph.D.
NIP. 19810713 200501 1 001

Mengetahui,
Kepala Laboratorium Perpindahan Panas dan Massa

Dr. Ir. Susianto, DEA
NIP. 19620820 198903 1 004

Penyusun:

Dzikri Imaduddin
NRP. 02211540000031

Riskita Musdalifah Amal
NRP. 02211540007001

LEMBAR PENGESAHAN

Laporan Pra-Desain Pabrik dengan judul:

“ Pabrik Kimia Garam Industri dari Air Reject Reverse Osmosis “

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik pada Program Studi S-1 Departemen Teknik Kimia Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Oleh:

Riskita Musdalifah Amal **NRP: 02211540007001**
Dzikri Imaduddin **NRP: 02211540000031**

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Dr. Ir. Susianto, DEA ……
   (Pembimbing I)
2. Fadlilatul Taufany, ST., Ph.D ……
   (Pembimbing II)
3. Dr. Yeni Rahmawati, S.T., M.T ……
   (Penguji I)
4. Orchidea Rachmaniah, S.T., M.T ……
   (Penguji II)
5. Prof. Dr. Ir. Mahfud, DEA. ……
   (Penguji II)

Mengetahui,
Kepala Departemen Teknik Kimia

Dr. Eng. Widiyastuti, ST., MT
NIP. 197503062002122002

Surabaya, 19 Agustus 2020

INTISARI

Garam merupakan salah satu senyawa anorganik yang berbentuk kristal berwarna bening seperti kaca, larut dalam air dan bersifat higroskopis serta dapat berbentuk kubus ataupun kristal. Mempunyai rumus molekul NaCl (*Natrium Chlorida*) dan berat molekul 58,45 gr/mol. Garam umumnya digunakan sebagai bahan pangan dan bahan baku bagi industri dalam negeri. Produksi garam Indonesia secara umum dapat dikelompokkan menjadi tiga yaitu garam yang berasal atau diproduksi oleh PT. Garam (Persero), garam yang berasal dari rakyat yang disebut dengan garam rakyat dan garam impor. Pada saat ini, kegunaan garam semakin luas seiring berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi. Terutama dalam penggunaan Garam Industri yang digunakan untuk menyokong perindustrian di Indonesia. Produksi garam nasional hingga saat ini hanya mampu memenuhi kebutuhan garam dalam negeri dari segi konsumsi saja, sementara untuk kebutuhan garam industri dipenuhi dari impor. Untuk itu diperlukan upaya untung memenuhi kebutuhan garam industri salah satunya dengan pendirian pabrik garam industri.

Pembuatan garam industri pada umumnya menggunakan bahan baku air laut dengan penggunaan berbagai tekologi pengolahan garam. Namun, mengingat kebutuhan garam industri terbesar ada pada industri Petrokimia, maka kami berupaya merancang pabrik garam industri dengan sumber daya yang ada di industri tersebut, salah satunya yakni PT. Petrokimia Gresik. Pada pabrik PT. Petrokimia Gresik, air yang digunakan untuk utilitas pabrik berkapasitas sebesar 3200 m^3/jam. Air yang digunakan untuk utilitas pabrik ini, akan menghasilkan air limbah (*reject*) dari proses *Reverse Osmosis* (R.O). Sehingga air *reject reverse osmosis* ini sangat berpotensi sebagai feed untuk perancangan pabrik kami. Selain mengandung garam yang cukup tinggi kebutuhan garam industri pada PT Petrokimia Gresik cukup tinggi. Harapannya perancangan pabrik ini dapat memenuhi seluruh kebutuhan garam industri di PT Petrokimia Gresik dengan menggunakan Air *Reject Reverse Osmosis* dan juga dapat mengurangi impor garam industri di Indonesia.

Proses pembuatan garam industri dari air laut dibagi menjadi 3 (tiga) tahapan yaitu tahap pemurnian bahan baku, tahap penguapan dan pengkristalan dan tahap pengendalian produk.

Tahap pertama dalam proses pembuatan garam industri dari bahan baku air reject *reverse osmosis* ini yaitu air *reject reverse osmosis* ditampung didalam bak penampung untuk menghilangkan bahan bahan pengotor yang berasal dari bak penampungan Kemudian ditambahkan agen flokulasi untuk membentuk flok-flok dari pengotor dan terendap. Air reject RO yang telah diendapkan di dalam *Clarifier* kemudian dialirkan menuju Evaporator. Tahap kedua produk larutan air *reject* R.O yang telah melewati proses pemurnian kemudian selanjutnya dialirkan *multi-effect evaporator* (V-310). *Multiple-effect evaporator* dioperasikan pada kondisi vakum. Evaporator beroperasi pada tekanan 0.5 atm. Vapor yang dihasilkan oleh evaporator akan dialirkan menuju *Baromatic Condenser* untuk mencairkan vapor dan dialirkan menuju *Hot Well* sebagai kondensat dengan bantuan *Steam Jet Ejector*. Pada evaporator terjadi penguapan air, yang menyebabkan konsentrasi NaCl dalam air naik melebihi *solubility*-nya, sehingga konsentrasinya turun sampai 20%.. Produk dari Evaporator yang berupa *slurry* akan dialirkan menuju *Crystallizer* yang berfungsi untuk membentuk kristal NaCl. Kristal NaCl yang terbentuk selanjutnya akan dipisahkan *mother liquor* dengan kristal NaCl yang telah terbentuk pada alat *Centrifuge.* Kristal garam yang terbentuk selanjutnya dialirkan menuju *Rotary Dryer* untuk dilakukan proses pengeringan kristal garam sedangkan *mother liquor* akan dialirkan ke *waste water treatment*. Di *Rotary Dryer* terjadi proses pengeringan kristal garam pada suhu 120^0C pada tekanan 1 atm serta adanya udara panas dari *Heater* dengan bantuan *Blower* sebagai sumber udara dimana proses pengeringan dengan menggunakan udara panas dilakukan secara *counter current* (berlawanan). Padatan yang terbawa oleh udara panas akan dialirkan menuju *Cyclone* untuk dilakukan pemisahan antara udara dengan padatan. Padatan yang terpisah oleh udara bersih akan diumpankan secara bersamaan dengan produk bawah dari *Rotary Dryer* menuju ke *Belt Conveyor.* Sementara untuk udara bersih yang telah terpisah oleh padatan akan dikeluarkan dari *Cyclon*e untuk kemudian menjadi gas buang dengan menggunakan *Exhaust Fan.*

Pada tahap ketiga produk dari *Rotary Dryer* dan kristal garam yang telah terpisah dari udara selanjutnya akan dialirkan menuju *Crusher* dengan menggunakan *Bucket Elevator*. Kristal garam diumpankan menuju *Crusher* berfungsi untuk menghaluskan kristal garam hingga menjadi sangat kecil. Kristal garam yang telah dihancurkan tersebut kemudian akan ditampung pada tangki produk.

Berdasarkan perhitungan neraca massa, untuk memenuhi kapasitas produksi garam industri sebanyak 100.000 ton/tahun dibutuhkan bahan baku garam rakyat sebanyak 171.194,709 kg/jam atau 1.355.862,095 ton/tahun air laut. Proses produksi juga didukung oleh utilitas proses, antara lain kebutuhan air yang digunakan untuk sanitasi dan air proses, listrik sebagai sumber tenaga penggerak peralatan proses dan penerangan, serta bahan bakar untuk sumber energi boiler. Pabrik garam industri dari air *reject reverse osmosis* ini akan beroperasi selama 330 hari/tahun dengan kapasitas 100.000 ton/tahun. Dimana diperlukan total modal investasi (TCI) sebesar Rp 3.023.902.324.966,41 dan total biaya produksi sebesar Rp 173,865,442,474.71 dengan estimasi hasil penjualan per tahun Rp 721.875.000.000. Dengan estimasi umur pabrik 10 tahun dan waktu pengembalian pinjaman selama 10 tahun, dapat diketahui *internal rate of return* (IRR) sebesar 24,05 % dimana IRR lebih besar dari suku bunga bank sebsar 9,75%. Hasil p*ay out time* (POT) 3,6 tahun dan *break even point* (BEP) sebesar 25,53% dengan project life 10 tahun dan massa kontruksi 2 tahun yang akan didirikan mulai beroperasi pada tahun 2023. Dengan melihat penilaian-penilaian diatas serta beberapa parameter teknisnya, maka pabrik garam industri dari air *reject reverse osmosis* layak didirikan.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa Allah swt. karena atas berkat, rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Pra Desain Pabrik "Garam Industri dari Air Reject Reverse Osmosis" yang merupakan salah satu syarat kelulusan bagi mahasiswa Departemen Teknik Kimia FTIRS ITS Surabaya. Keberhasilan penulisan Tugas Pra Desain Pabrik ini tidak lepas dari bimbingan dan masukan dari berbagai pihak. Untuk itu, dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Orang tua dan keluarga kami yang telah banyak memberikan dukungan baik moral maupun spiritual.
2. Bapak Dr. Ir. Susianto, DEA dan Bapak Fadlilatul Taufany, ST., Ph.D selaku Dosen Pembimbing Tugas Pra Desain Pabrik yang mana sangat banyak masukan atas selesainya tugas Pra-Desain Pabrik ini.
3. Ibu Dr. Widyiyastuti, ST., MT., selaku Kepala Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri Rekayasa Sistem, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
4. Bapak dan Ibu Dosen pengajar serta seluruh karyawan Departemen Teknik Kimia FTIRS ITS.
5. Teman-teman seperjuangan di Laboratorium Perpindahan Massa dan Panas (Anya, Dwi, Mbak Shella dan Mbak Widya dan lain-lain) yang telah memberikan segala dukungan, bantuan, dan kerja samanya.
6. dalam penyelesaian Tugas Pra Desain Pabrik ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Akhirnya, kami memohon maaf atas segala kekurangan yang terjadi selama proses penyusunan tugas ini. Semoga tugas akhir ini dapat memberikan kontribusi yang bermanfaat bagi penulis dan pembaca khususnya.

Surabaya, Juli 2020

Penyusun

DAFTAR ISI

COVER
LEMBAR PENGESAHAN..... i
INTISARI ii
KATA PENGANTAR v
DAFTAR ISI vi
DAFTAR GAMBAR viii
DAFTAR TABEL ix
BAB I LATAR BELAKANG I-1
BAB II BASIS DESAIN DATA II-1
II.1 Kapasitas II-1
II.2 Lokasi Pabrik II-2
II.3 Kualitas Bahan Baku II-7
II.3.1 Potensi dan Spesifikasi Bahan Baku..... II-7
II.3.1.1 Bahan Baku Utama II-7
II.3.1.2 Bahan Pembantu II-9
II.3.1.3 Produk Garam Industri II-10
BAB III SELEKSI DAN URAIAN PROSES III-1
III.1 Macam-Macam Proses Pembuatan Garam III-1
III.1.1 Proses *Vacuum Pan (Multi effect Evaporation)* III-1
III.1.2. Proses *Open Pan (The Granier Process)* ... III-2
III.2 Pemilihan Proses III-3
III.3 Uraian Proses III-4
III.3.1 Tahap Pemurnian Bahan Baku III-4
III.3.2 Tahap Penguapan dan Pengkristalan III-4
III.3.3 Tahap Pengendalian Produk III-5
BAB IV NERACA MASSA DAN NERACA ENERGI IV-1
IV.1. Neraca Massa IV-1
IV.2. Neraca Energi IV-10
BAB V DAFTAR DAN HARGA PERALATAN V-1
BAB VI ANALISA EKONOMI VI-1
VI.1. Pengelolaan Sumber Daya Manusia VI-1
VI.1.1. Sistem Organisasi Perusahaan..... VI-1
VI.1.2. Struktur Organisasi Perusahaan VI-1
VI.1.3. Perincian Jumlah Tenaga Kerja VI-6

VI.1.4. Status Karyawan dan Pemberian Gaji VI-9
VI.2. Utilitas..... VI-10
VI.2.1. Unit Pengelolaan Air VI-10
VI.2.2. Unit Pengelolaan Udara VI-10
VI.2.3. Unit Pembangkit Tenaga Listrik VI-11
VI.2.4. Unit Penyedia Bahan Bakar VI-11
VI.2.5. Unit Penanganan Limbah VI-11
VI.3. Analisis Ekonomi VI-12
VI.3.1. Asumsi Perhitungan VI-12
VI.3.2. Analisa Keuangan VI-13
VI.3.3 Laju Pengembalian Modal (*Internal Rate of Return*, IRR) VI-14
VI.3.4 Waktu Pengembalian Modal (*Pay Out Time*, POT) VI-14
VI.3.5. Titik Impas (*Break Even Point*, BEP) VI-14
BAB VII KESIMPULAN VII-1
DAFTAR PUSTAKA xi
APPENDIKS A PERHITUNGAN NERACA MASSA
APPENDIKS B PERHITUNGAN NERACA ENERGI
APPENDIKS C PERHITUNGAN SPESIFIKASI PERALATAN
APPENDIKS D PERHITUNGAN ANALISIS EKONOMI

DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1 Grafik Kebutuhan Garam Industri tahun 2018 .... I-3
Gambar II.1 Proyeksi lokasi pabrik di Gresik II-2
Gambar II.2 Peta pergeseran tanah Kab. Gresik II-4
Gambar III.1 Diagram proses *Vacuum Pan (Multiple Effect Evaporator*) III-1
Gambar III.2 Diagram process *Open Pan (The Granier Process)* III-2
Gambar III.3 Uraian process pembuatan garam menggunakan metode *Vacuum Pan* III-5
Gambar VI.1 Struktur Organisasi Perusahaan VI-2
Gambar VI.2 Grafik Break Even Point VI-15

DAFTAR TABEL

Tabel I.1 Spesifikasi bahan baku garam industri dari Penampungan air rejectreverse osmosis I-3
Tabel I.2 SNI (Standar Nasional Indonesia) dan SII (Standar Industri Indonesia)Garam Industri I-3
Tabel II.1 Kapasitas terpasang dan daya mampu pembangkit tenaga listrik PLN II-2
Tabel II.2 Aksebilitas dan parameter II-4
Tabel II.3 Tingkat partisipasi angkatan kerja II-5
Tabel II.4 Upah minimum provinsi dan indeks angkatan kerja II-6
Tabel III.1 Perbandigan proses pembuatan garam industri III-3
Tabel III.2 Penilaian seleksi proses pembuatan garam industri dari air reject RO Menggunakan metode AHP (Analitic Hierarchy Process) III-4
Tabel IV.1 Neraca massa pada tangki Flokulator IV-2
Tabel IV.2 Neraca massa pada Clarifier IV-3
Tabel IV.3 Neraca massa pada Evaporator IV-4
Tabel IV.4 Neraca massa pada Crystallizer IV-5
Tabel IV.5 Neraca massa pada Rotary Dryer..... IV-7
Tabel IV.6 Neraca massa pada Cyclone IV-8
Tabel IV.7 Neraca massa pada Bucket Elevator IV-9
Tabel IV.9 Komposisi Produk di Tangki Produk..... IV-10
Tabel V.1 Spesifikasi Tangki Air Reject RO(F-110)..... V-1
Tabel V.2 Spesifikasi Tangki NaOH(F-111) V-2
Tabel V.3 Spesifikasi Pompa Reject RO(L-113) V-3
Tabel V.4 Spesifikasi Pompa Tangki Flokulator (L-112) V-3
Tabel V.5 Spesifikasi Tangki Flokulator (M-120) V-4
Tabel V.6 Spesifikasi Clarifier (H-130) V-5
Tabel V.7 Spesifikasi Pompa Tangki Flokulator (L-131) V-6
Tabel V.8 Spesifikasi Evaporator (V-210) V-6
Tabel V.9 Spesifikasi Evaporator (V-220) V-7
Tabel V.10 Spesifikasi Evaporator (V-230) V-8
Tabel V.11 Spesifikasi Barometrik Kondensor (E-231) V-9
Tabel V.12 Spesifikasi Steam Jet Ejector(G-232) V-9
Tabel V.13 Spesifikasi Hot Well (F-233) V-9
Tabel V,14 Spesifikasi Crystallizer (X-240) V.10
Tabel V.15 Spesifikasi Centrifuge (H-250) V-10

Tabel V.16 Spesifikasi Belt Conveyor (J-251) V-11
Tabel V.17 Spesifikasi Rotary Dryer (B-260) V.11
Tabel V.18 Spesifikasi Blower (G-261) V-12
Tabel V.19 Spesifikasi Air Heater (B-234) V-12
Tabel V.20 Spesifikasi Cyclone (H-262) V-13
Tabel V.21 Spesifikasi Exhaust Fan (G-263) V-13
Tabel V.22 Spesifikasi Bucket Elevator(J-264) V-13
Tabel V.23 Spesifikasi Crusher (C-130) V-14
Tabel V.24 Belt Conveyor (J-311) V-15
Tabel V.26 Spesifikasi Tangki Produk (F-312) V-15
Tabel VI.1 Daftar kebutuhan karyawan pabrik garam industri VI-6
Tabel VI.2 Jadwal Shift dengan system 2-2-2 ..... VI-8
Tabel VI.3 Perincian jumlah & perbandingan gaji karyawan . VI-9
Tabel VI.4 Parameter perhitungan ekonomi VI-13
Tabel VI.5 Ringkasan hasil perhitungan analisis ekonomi VI-14

BAB I
LATAR BELAKANG

I.1 Latar Belakang

Garam merupakan benda kristal berbentuk padatan berwarna putih dengan komponen utama penyusunnya adalah Natrium Klorida (NaCl) dan mengandung senyawa lain seperti Magnesium Sulfat ($MgSO_4$), Kalsium Sulfat ($CaSO_4$), Magnesium Klorida ($MgCl_2$) dan lain-lain. Garam mempunyai sifat karakteristik hidrokopis yang berarti mudah menyerap air, mempunyai titik lebur yang tinggi, mempunyai pH netral, dan dapat menghantar listrik (Herman, 2015).

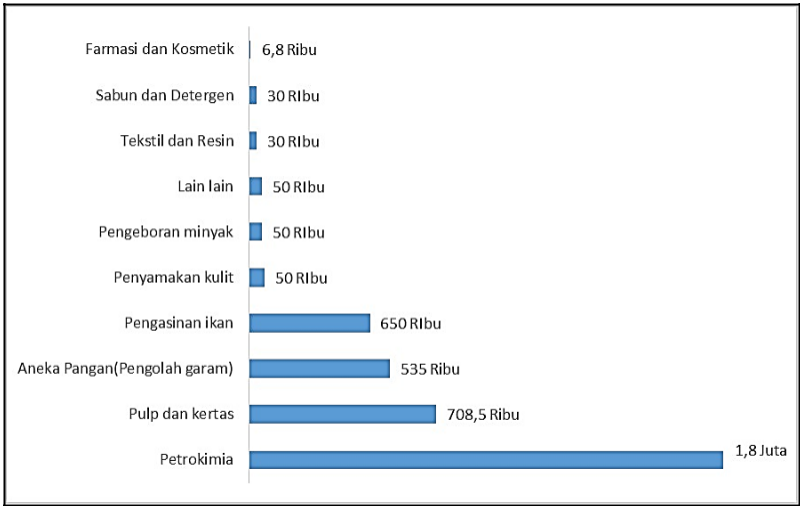
Garam berdasarkan fungsinya terbagi menjadi dua jenis yaitu garam konsumsi dan garam industri. Perbedaan mendasar antara Garam industri dan Garam konsumsi terletak pada kadar NaCl dimana pada garam industri memiliki kadar NaCl sebesar 97%, dan garam konsumsi memiliki kadar NaCl sebesar 94%. Untuk garam industri, penggunaannya dapat dilihat pada industri soda elektrolisis, industri pembuatan sabun sebagai pemisah antara gliserol dan air, indutri karet sebagai pemisah antara karet dari getahnya.dan industri perminyakan (Rositawati, dkk, 2013).

Garam industri merupakan garam yang digunakan baik sebagai bahan baku maupun sebagai bahan tambahan untuk industri lain. Kebutuhan garam industri sebagian besar dipenuhi oleh pasokan impor untuk industri *Chlor Alkali Plant* (CAP) yang digunakan sebagai bahan dasar dalam pembuatan gas klorin, non CAP sebesar 1,78 juta ton atau mencapai 83,54 persen seperti di industri pengolahan logam sebagai pemurni alumunium, industri sabun sebagai pemisah gliserol dari air, industri karet sebagai pemisah karet dari getahnya dan industri lainnya. Artinya produksi garam industri dalam negeri masih belum mampu memenuhi kebutuhan garam industri nasional. Hal ini terkait dengan kadar NaCl untuk garam industri cukup tinggi dibandingkan garam konsumsi,

Kebutuhan garam nasional diperkirakan pada tahun 2015 mencapai 2,6 juta ton. Namun pada kenyataannya kebutuhan garam nasional mencapai 3,37 juta ton pada tahun 2015. Dari angka tersebut kebutuhan untuk garam industri mencapai 2,95 juta

ton sedangkan kebutuhan untuk garam konsumsi hanya sebesar 783,78 ribu ton. Pada tahun 2017 kebutuhan garam industri sebesar 2,1 juta ton, namun pada tahun 2018 terjadi peningkatan kebutuhan garam industri sebesar 76,19 % menjadi 3,9 juta ton (Kementrian Perindustrian, 2018). Hal ini menunjukkan bahwa kebutuhan garam untuk sektor industri sendiri berkontribusi lebih dari 80% dari total kebutuhan garam nasional.

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) impor garam sepanjang 2017 mencapai 2,55 juta ton. Dari jumlah tersebut, sekitar 2,3 juta ton atau 89,97% didatangkan dari negara Australia.



Gambar I.1 Grafik Kebutuhan Garam untuk Industri tahun 2018 (Sumber : Asosiasi Industri Pengguna Garam Indonesia (AIPGI), 2018)

Dari Gambar I.1 Grafik Kebutuhan Garam untuk Industri tahun 2018 diatas , menurut Asosiasi Industri Penggunaan Garam Indonesia (AIPGI), kebutuhan garam industri diperkirakan mencapai 3,7 juta ton. Terbesar dari industri Petrokimia dengan kebutuhan mencapai 1,78 juta ton atau sebesar 47,21% dari total. Di urutan kedua industri pulp dan kertas sebesar mencapai 708,5 ribu ton (18,8%) dan aneka pangan sebanyak 535 ribu ton (14,19%). Tingginya kebutuhan garam industri ini menyebabkan semakin meningkatnya kebutuhan garam industri bagi

perindustrian di Indonesia. Oleh karena itu, perlu adanya upaya untuk mencukupi kebutuhan garam industri di Indonesia.

I.2 Garam Industri dan Bahan Baku Pembuatan Garam Industri

Berikut adalah spesifikasi garam industri dari bahan baku air reject reverse osmosis:

Tabel I.1 Spesifikasi Bahan Baku Garam Industri dari Penampungan Air reject Reverse Osmosis

Komponen	Berat (Kg)	%Berat
NaCl	13.864,717	8,099%
MgCO3	1.648,776	0,963%
CaCO3	526,595	0,308%
KCl	56,323	0,033%
BaSO4	484,652	0,283%
CaSO4	268,604	0,157%
H2O	154.075,238	90,000%
Impurities	269,803	0,158%
Total	**171.194,709**	**100%**

Tabel I.2 SNI (Standar Nasional Indonesia) dan SII (Standar Industri Indonesia) Garam Industri

Parameter	SNI (%)	SII(%)
NaCl, min	98.50	98.50
H_2O	3.00	4.00
Ca, max	0.10	0.10
Mg, max	0.06	0.06
SO_4, max	0.20	0.20

(Widayat, 2009)

Bahan baku pembuatan garam industri pada umumnya menggunakan bahan baku air laut dengan penggunaan berbagai tekologi pengolahan garam. Namun, mengingat kebutuhan garam industri terbesar ada pada industri Petrokimia sebagaimana ditunjukkan pada gambar I.1, maka kami berupaya merancang

pabrik garam industri dengan sumber daya yang ada di industri tersebut, salah satunya yakni PT. Petrokimia Gresik. Pada pabrik PT. Petrokimia Gresik, air yang digunakan untuk utilitas pabrik berkapasitas sebesar 3200 m^3/jam. Air tersebut diambil dari air sungai Brantas dan Bengawan Solo dan Air Laut (Silvia, 2018). Air yang digunakan untuk utilitas pabrik ini, akan menghasilkan air limbah (*reject*) dari proses *Reverse Osmosis* (R.O). Sehingga air reject reverse osmosis ini sangat berpotensi sebagai feed untuk perancangan pabrik kami. Selain mengandung garam yang cukup tinggi kebutuhan garam industri pada PT Petrokimia Gresik cukup tinggi. Harapannya perancangan pabrik ini dapat memenuhi seluruh kebutuhan garam industri di PT Petrokimia Gresik dengan menggunakan Air Reject Reverse Osmosis dan juga dapat mengurangi impor garam industri di Indonesia.

BAB II
BASIS DESAIN DATA

II.1 Kapasitas

Bahan baku feed air reject reverse osmosis sebesar 7.590.000 m^3/Tahun. Berdasarkan kebutuhan garam industri di Petrokimia Gresik dibutuhkan sekitar 100.000 Ton/Tahun. Dalam upaya untuk memenuhi kebutuhan garam industri dalam negeri dan dapat mengurangi impor garam industri. Pabrik garam industri ini direncanakan memasok seluruh kebutuhan garam industri Petrokimia Gresik pada tahun 2023 sehingga diperoleh:

Kapasitas produksi =100%× 100.000 ton/tahun

= 100.000 ton/tahun

Sehingga Kapasitas Pabrik Garam yang akan dibangun pada tahun 2023 sebesar 100.000 ton/tahun.

II.2 Lokasi

Lokasi suatu pabrik merupakan salah satu hal yang penting dalam pembuatan suatu pabrik. Lokasi pabrik dapat mempengaruhi kedudukan pabrik dalam persaingan pasar. Tata letak peralatan dan fasilitas dalam suatu rancangan pabrik merupakan syarat penting untuk memperkirakan biaya secara akurat sebelum mendirikan pabrik yang meliputi desain sarana perpipaan, fasilitas bangunan, jenis dan jumlah peralatan dan kelistrikan.

Gambar II.1 Proyeksi Lokasi Pabrik di Gresik

Hal ini secara khusus akan memberikan informasi yang dapat diandalkan terhadap biaya bangunan dan tempat sehingga dapat diperoleh perhitungan biaya yang terperinci sebelum pendirian pabrik. Secara geografis, wilayah kabupaten Gresik terletak antara 112° - 113° Bujur Timur dan 7° - 8° Lintang Selatan.

- Suhu rata – rata : 28,5 ^{0}C
- Kelembapan Udara :45-80%
- Curah hujan : 213,5 mm/tahun
- Kecepatan angin : 9- 31 km/ jam

(Sumber : Bappeda Kota Gresik, 2019)

a. Pemasaran

Pemasaran merupakan salah satu aspek dalam pemilihan lokasi pabrik. Industri Farmasi dan Petrokimia merupakan industri yang paling banyak mengonsumsi garam industry. (Kemenperin, 2019). Perancangan Pabrik garam industri dibangun di wilayah PT. Petrokimia Gresik, maka konsumen yang akan jadi target pasar garam industri seluruhnya akan memasok kebutuhan garam industri di pabrik PT Petrokimia Gresik.

b. Sumber Energi Listrik

Sumber energi juga merupakan faktor yang berpengaruh dalam keberlangsungan suatu pabrik. Berdasarkan Statistik PLN

2017, berikut merupakan data kapasitas terpasang dan daya mampu PLN Jawa Bali di distrik Jawa Timur dan distrik Banten.

Tabel I.4 Kapasitas Terpasang dan Daya Mampu Pembangkit Tenaga Listrik PLN

Satuan PLN/Provinsi	**Kapasitas Terpasang (MW)**								
	PLTA	**PLTU**	**PLTG**	**PLTGU**	**PLTP**	**PLTD** *)	**PLT Suryа**	**PLT Bayu**	**Jumlah**
Dist. Jawa Timur	18,35	-	-	-	-	15,93	-	-	34,28
Dist. Jawa Tengah dan Yogyakarta	1,16	-	-	-	-	-	-	-	1,16
Dist. Jawa Barat	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dist. Banten	-	-	-	-	-	0,50	-	-	0,50
Dist. Jakarta Raya dan Tangerang	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PT. Indonesia Power	1.119,52	3.700,00	734,13	2.675,73	345,00	222,59	-	-	8.796,97
PT PJB	1.282,88	1.600,00	1.191,20	2.747,36	-	-	-	-	7,021,44
PJB Sulawesi	-	-	-	-	-	68,04	-	-	68,04

P2B	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pembangkit Tanjung Jati B	-	2.840,00	-	-	-	-	-	-	2.840,00
Kit Jawa Bag. Barat	-	2.170,00	-	2.231,14	-	-	-	-	4.401,14
Kit Jawa Bag. Tengah	-	3.330,00	-	242,00	-	-	-	-	3.572,00
Kit Jawa Bag. Timur dan Bali	-	1.990,00	-	-	-	-	-	-	1.990,00
Jawa	**2.421,91**	**15.830,00**	**1.925,33**	**7.896,23**	**345,00**	**307,06**	**-**	**-**	**28.725,23**

*) *Jumlah PLTD termasuk PLTMG*

(Statistik PLN, 2017)

Lokasi PT. Petrokimia Gresik sebagai pemilihan lokasi pabrik berada pada Satuan PLN Jawa-Bali dimana energi listrik pada wilayah tersebut saling terintegrasi. Daya Mampu yang dihasilkan pada PLN Jawa-Bali sebanyak 28.725,23 MW dan diorientasikan untuk kebutuhan rumah tangga dan industri.

c. Aksesibilitas dan Fasilitas Transportasi

Aksesibilitas dan fasilitas transportasi juga menjadi faktor 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 I.5 Aksesabilitas dan Parameter

No.	Aksebilitas	Parameter	Lokasi Pabrik
1.	Akses Jalan	Fasilitas Jalan Tol	Jalan tol Surabaya - Gresik
		Jarak Pabrik	Gerbang tol

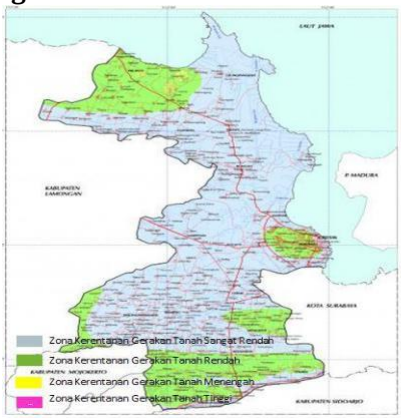
		dengan Gerbang Tol Terdekat	Tandes Barat Utama (12,7)
2.	Akses Pelabuhan	Fasilitas Pelabuhan Peti Kemas	Pelabuhan Petrokimia Gresik
		Jarak Pabrik dengan	4,8 km
3.	Akses Kereta	Fasilitas Stasiun Kereta	Stasiun Indro
		Jarak Pabrik ke Stasiun	4,4 km
4.	Akses Bandara	Akses Bandara International	Bandar Udara Internasional Juanda
		Jarak Pabrik Ke Bandara	39,9 km

Wilayah Gresik memiliki jarak yang lebih dekat dengan pelabuhan peti kemas dan akses bandara.

d. Topografi dan Iklim

Parameter iklim dan topografi menjadi bagian penting dalam penentuan lokasi pabrik. Topografi memberikan analisa dan rasa aman dari bencana jika suatu pabrik berdiri di suatu tempat. Iklim menjadi faktor penting jika melihat bahan baku garam rakyat yang membutuhkan faktor cuaca dalam proses pembuatannya.

a. Topografi



Gambar I.3 Peta Pergeseran Tanah Kab Gresik
(Sumber: Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2017)

Berdasarkan **Gambar I.2**, potensi terjadinya pergeseran tanah pada wilayah Gresik tergolong rendah. Hal tersebut menyebabkan pabrik layak didirikan di daerah tersebut jika ditinjau dari potensi pergeseran tanah.

Kondisi topografi pada Kabupaten Gresik bervariasi pada kemiringan 0 –2%, 3 –15%, dan 16 –40 % serta lebih dari 40 %. Sebagian besar mempunyai kemiringan 0 -2% mempunyai luas ± 94.613,00 ha atau sekitar 80,59 %, sedangkan wilayah yang mempunyai kemiringan lebih dari 40 % lebih sedikit ± 1.072,23 ha atau sekitar 0,91 %. Sehingga dapat disimpulkan kabupaten gresik memiliki akses yang mudah dan tidak memiliki pengaruh yang berarti dalam pendirian bangunan.

e. Tenaga kerja

Ketersedian sumber daya manusia menjadi hal penting yang harus dipertimbangkan dalam rencana suatu pabrik. Lingkungan yang memiliki lebih banyak sumber tenaga kerja yang memenuhi tentunya akan lebih ideal untuk dijadikan target pembangunan suatu pabrik, karena akan lebih mudah mempekerjakan masyarakat sekitar dibandingkan masyarakat daerah lain. Berikut merupakan data angkatan kerja Provinsi Jawa Timur:

Tabel I.6 Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja

No.	Parameter	Jawa Timur
1.	Penduduk berumur diatas 15 tahun	30.570.000
2.	Angkatan kerja	21.000.000
	Bekerja	20 200.000
	Pengangguran	810.474
3.	Bukan angkatan kerja	9 570 947
	Sekolah	2.220.000
	Mengurusrumah tangga	6.060.000
	Lainnya	1.291.000
4.	Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja	69.37%
5.	Tingkat Pengangguran Terbuka	3,85%

Sumber tenaga kerja juga dapat dilihat dari standar gaji minimal dan indeks gaji dari setiap daerah. Standar gaji minimum akan mempengaruhi analisa dan perhitungan operasional pabrik. Berikut merupakan upah minimum provinsi dan indeks gaji pada tahun 2018:

Tabel I.7 Upah Minimum Provinsi dan Indeks Gaji Tiap Provinsi 2018

No.	Provinsi	UMP (Rupiah/ Bulan)	Indeks Gaji
1.	Nanggroe Aceh Darussalam	2.717.750	1.117
2.	Sumatera Utara	2.119.067	0.964
3.	Sumatera Barat	1.949.284	0.915
4.	Riau	2.464.154	0.967
5.	Kepulauan Riau	2.563.875	1.018
6.	Jambi	2.243.718	0.897
7.	Sumatera Selatan	2.595.995	0.929
8.	Kepulauan Bangka Belitung	2.755.443	0.924
9.	Bengkulu	1.888.741	0.865
10.	Lampung	2.074.673	0.878
11.	Banten	2.099.385	0.907
12.	DKI Jakarta (Benchmarking)	3.648.035	1.000
13.	Jawa Barat	1.544.360	0.853
14.	Jawa Tengah	1.486.065	0.842
15.	Daerah Istimewa Yogyakarta	1.454.154	0.845
16.	**Jawa Timur**	**1.508.894**	**0.926**
17.	Bali	2.127.157	0.880
18.	Nusa Tenggara Barat	1.825.000	0.918
19.	Nusa Tenggara Timur	1.660.000	0.916
20	Kalimantan Barat	2.046.900	0.866
21.	Kalimantan Tengah	2.421.305	0.928
22.	Kalimantan Timur	2.543.331	0.946
23.	Kalimantan Selatan	2.454.571	0.998

24.	Kalimantan Utara	2.559.903	0.999
25.	Sulawesi Utara	2.824.286	1.007
26.	Sulawesi Tengah	1.965.232	0.915
27.	Sulawesi Tenggara	2.177.052	0.936
28.	Sulawesi Selatan	2.647.767	0.964
29.	Sulawesi Barat	2.193.530	0.943
30.	Gorontalo	2.206.813	0.896
31.	Maluku	2.300.000	0.953
32.	Maluku Utara	2.222.220	0.962
33.	Papua	2.895.650	1.211
34.	Papua Barat	2.667.000	1.185

(Sumber : Badan Pusat Statistik, 2018) Berdasarkan data UMP dari masing-masing provinsi di Indonesia. Provinsi Jawa Timur memiliki UMP sebesar 1.508.890. Sedangkan untuk indeks gaji, Provinsi Jawa Timur memiliki indeks gaji sebesar 0.926.

II.3 Kualitas Bahan Baku dan Produk

II.3.1 Spesifikasi Bahan Baku

Spesifikasi air reject reverse osmosis dari pabrik Petrokimia Gresik akan digunakan sebagai *feed* pabrik Garam Industri kami dapat dilihat pada **Tabel I.1**.

Natrium Klorida (NaCl)

Sifat fisik dari Natrium Klorida adalah:

Berat molekul : 58.443 g/mol
Titik didih : 1465 °C
Titik lebur : 800,7 °C^{o}C
Densitas : 2.17 g/cm

Sifat kimia dari metana adalah:

Mudah larut dalam air dingin, air panas. Larut dalam gliserol, dan amonia. Sangat sedikit larut dalam alkohol tidak larut dalam Asam klorida.

(Perry, 1973)

Kalsium Sulfat (CaSo4)

Sifat fisik dari Kalsium Sulfat adalah:

Berat molekul :136.14 g/mol
Titik didih : 193°C

Titik lebur : 1190°C
Densitas : 2.96 g/cm^3
Sifat kimia dari metana adalah:
Mudah larut dalam air dingin, air panas.
Larut dalam gliserol, dan amonia.
Sangat sedikit larut dalam alkohol
Tidak larut dalam Asam klorida.

(Perry, 1973)

Magnesium Klorida (MgCl2)

Sifat fisik dari Magnesium Klorida adalah:
Berat molekul :95,21 g/mol
Titik lebur : 712°C
Densitas : 2.325 g/cm^3
Sifat kimia dari metana adalah:
Larut dalam air
Larut dalam Etanol pada 30°C Sedikit larut pada aseton dan piridin

(Perry, 1973)

Natrium Bromide (NaBr)

Sifat fisik dari Natrium Bromide adalah:
Berat molekul :102,89 g/mol
Titik lebur : 381°C
Titik didih : 1390°C
Densitas : 2.325 g/cm^3
Sifat kimia dari metana adalah:
Kelarutannya dalam alkohol dianggap moderat Gas bromin dan natrium oksida jika terurai akan sangat beracun

(Perry, 1973)

Kalium Kloride (KCl)

Sifat fisik dari Kalium Kloride adalah:
Berat molekul :74,55 g/mol
Titik lebur : 790°C
Titik didih : 1500°C
Densitas : 1,988 g/cm^3
Sifat kimia dari Kalium Kloride adalah:
Berbau
Larut dalam air dingin, dan air panas.

Sangat sedikit larut dalam metanol, n-oktanol.

(Perry, 1973)

Air (H2O)

Sifat fisik dari air adalah:

Berat molekul : 18,016 g/mol

Titik didih : 100 ^{o}C

Titik lebur : 0 ^{o}C

Densitas : 0,998 kg/m^3 (pada suhu 20 ^{o}C)

0,92 kg/m^3 (padatan)

Sifat kimia dari air adalah:

Tidak berwarna dan Tidak berbau Sifat pelarut suatu zat bergantung pada pereaksinya

Air akan bersifat asam jika bereaksi dengan basa lemah. Reaksi yang terjadi: NH3 + H2O → NH4+ + H2O

Air bersifat basa bila bereaksi dengan asam lemah. Reaksi yang terjadi:

CH3COOH + H2O → CH3COO- + H3O+

(Perry, 1973)

II.3.2 Target Produk

Spesifikasi Garam Industri disesuaikan berdasarkan aturan Kementrian perindustrian dengan standard produk Garam Industri sesuai SNI (Standard Nasional Indonesia dan SII (Standar Industri Indonesia) dapat dilihat pada tabel II.1 berikut ini.

Tabel II.1 SNI (Standar Nasional Indonesia) 8207:2016 dan SII (Standar Industri Indonesia) Garam Industri

Parameter	SNI (%)	SII(%)
NaCl, min	97.00	98.50
H_2O	0.50	0.40
Ca, max	0.10	0.10
Mg, max	0.06	0.06
SO_4, max	0.20	0.20

(Widayat, 2009)

II.4 Basis Perhitungan

Basis perhitungan dibutuhkan untuk menentukan perhitungan neraca massa maka, basis perhitungan pada pabrik Garam Industri ini adalah sebagai berikut:

Kapasitas Garam Industri keluar : 50.000 ton/tahun
Basis : 1 jam kerja
Waktu operasi : 1 tahun = 330 hari kerja; 1 hari = 24 jam

(halaman ini sengaja dikosongkan)

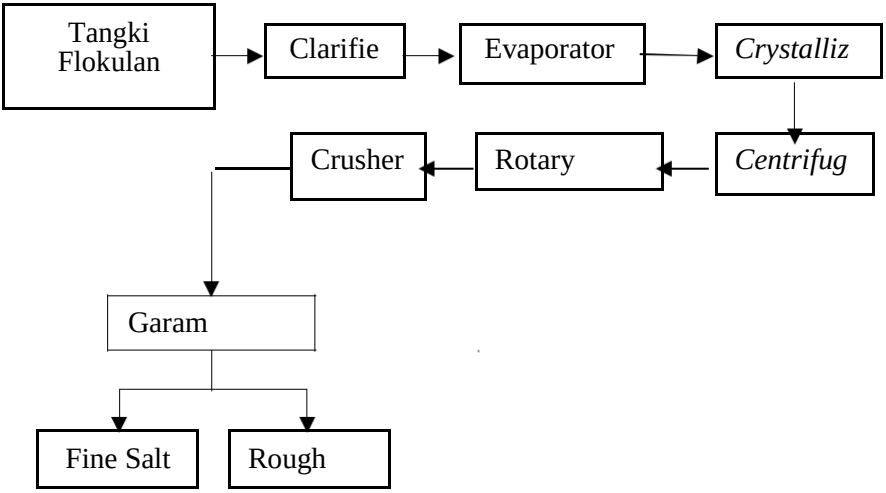
BAB III
SELEKSI DAN URAIAN PROSES

III.1 Macam-Macam Proses Pembuatan Garam (Natrium Klorida)

Ada beberapa macam proses pembuatan garam industri (*Natrium Klorida*) dengan bahan baku dari air reject reverse osmosis antara lain :

1. Proses Vacuum Pan (*Multi-Effect Evaporation*)
2. Proses *Open Pan* (*The Granier Process*)

III.1.1 Proses Vacuum Pan (*Multi-Effect Evaporation*)



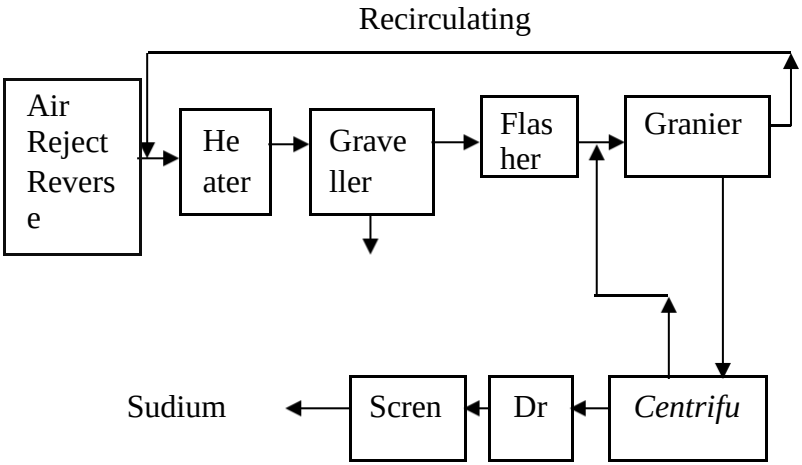
Gambar III.1 Diagram Proses Vacuum Pan (Multiple Effect Evaporator)

Pada proses *vacuum pan* biasanya digunakan *saturated brine* atau leburan garam kasar yang berasal dari dalam tanah atau laut. *Saturated brine* dapat juga diperoleh dari hasil samping produksi *natrium carbonate* (Na_2CO_3) dengan proses *Solvey*. namun jika menggunakan bahan baku saturated brine biasanya perlu dilakukan *preteatment* terlebih dahulu.

Pertama-tama, *feed* air reject reverse osmosis yang berasal dari penampungan dialirkan ke *clafier* untuk dilakukan proses pengendapan ini berfungsi untuk mengendapkan kotoran kotoran

kasar yang terbawa pada tangki penampungan, kemudian air reject reverse osmosis yang sudah melewati *clarifier* dipekatkan dengan evaporator multi efek (*multiple effect evaporator*). Larutan garam pekat kemudian dicuci dengan air untuk memurnikan garam. Larutan garam kemudian difiltrasi pada filter untuk proses pemisahan garam dan larutan pencucinya. Garam yang terpisah kemudian ditambahkan kalium yodat untuk penambahan kandungan yodium pada garam. Garam yang telah dimurnikan kemudian dikeringkan pada *dryer* dan kemudian disaring untuk mendapatkan ukuran yang seragam. Garam (*sodium chloride*) kemudian siap dikemas dan dipasarkan. *Yield* yang dihasilkan pada proses ini adalah 99.8% (Arifin, 2011).

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



Gambar III.2 Diagram Proses Open Pan (*The Granier Process*)

Pembuatan garam dengan proses *open pan* ini menggunakan bahan baku Air *reject reverse osmosisi*. Proses ini disebut juga proses "Granier", dimana bahan baku atau air reject reverse osmosis dijenuhkan dengan cara memanaskan pada *heater* pada suhu 230^0F (110^oC). Larutan garam yang telah dijenuhkan kemudian diumpankan pada *graveller* yang berfungsi untuk memisahkan kalsium sulfat pada larutan air *reject reverse osmosis*. Larutan air *reject reverse osmosis* kemudian didinginkan pada

flasher dengan suhu yang dijaga agar garam (NaCl) masih dalam kondisi larut dalam air.

Larutan air *reject reverse osmosis* didinginkan kemudian diumpankan ke *open pan* yang berfungsi untuk menguapkan air dengan suhu operasi 205°F (96°C) sehingga dihasilkan kristal garam yang kemudian dipisahkan dari *mother liquor* pada *centrifuge*. *Mother liquor* kemudian di*recycle* kembali pada *open pan*, sedangkan kristal garam yang terpisah kemudian ditambahkan kalium iodat untuk penambahan kandungan iodium pada garam sehingga dihasilkan natrium klorida. Natrium klorida kemudian dikeringkan pada *dryer* dan kemudian disaring untuk mendapatkan ukuran yang seragam. Natrium klorida kemudian dikemas dan dipasarkan. *Yield* yang dihasilkan pada proses ini adalah 99.9% (Arifin, 2011).

III.2 Pemilihan Proses

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

Tabel III.1 Perbandingan Proses Pembuatan Garam Industri

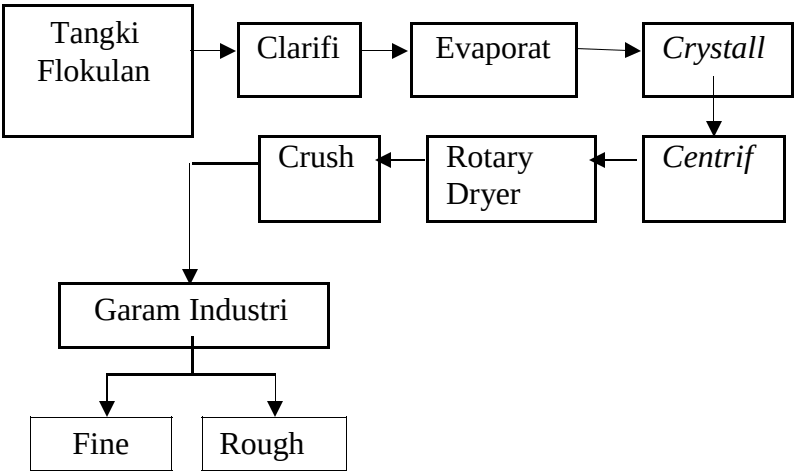
Parameter	**Macam Proses**	
	Vacuum Pan (Multi-Effect Evaporator)	***Open Pan***
Bahan Baku Utama	Air *Reject reverse osmosis*	Air *Reject reverse osmosis*
Kadar NaCl	99.8%	98%
Peralatan	Sedang	Sedang
Utilitas	Sedang	Sedang
Instrumen tasi	Sedang	Mahal
Perubahan Cuaca	Tidak mempengaruhi Produksi	Tidak Mempengaruhi produksi

Tabel III.2 Penilaian Seleksi Proses Pembuatan Garam Dari Air Reject Reverse Osmosisi Menggunakan Metode AHP (Analytic Hierarchy Process)

Parameter	AHP	Nilai		Nilai X AHP	
		Vacuum Pan (Multi-Effect Evaporator)	***Open Pan***	***Vacuum Pan (Multi-Effect Evaporator)***	***Open Pan***
Bahan Baku Utama	0,125	3	3	0,375	0,375
Kadar NaCl	0,22	3	2	0,66	0,44
Peralatan	0,165	2	2	0,33	0,33
Utilitas	0,143	2	2	0,286	0,286
Instrumen	0,102	2	1	0,204	0,102
Perubahan Cuaca	0,245	3	3	0,735	0,735
Total	1			2,59	2,268

Dari Tabel III.1 dan Tabel III.2 dapat terlihat pemubuatan garam industri dengan bahan baku air reject reverse osmosis antara Vacuum Pan dan Open Pan. Untuk metode *Vacuum Pan (Multi-Effect Evaporator)* dan Open Pan dapat terlihat sebenarnya dua metode ini sangat tepat untuk bahan baku air reject RO. Namun pada metode Open Pan hasil NaCl yang didapat sekitar 98%. Jika dibandingkan dengan Vacuum Pan Maka Vacuum Pan di lihat lebih ekonomis dibandingkan menggunakan metode Open Pan.

III.3 Uraian Proses



Gambar III.2 Uraian Proses Pembuatan Garam Industri menggunakan metode *Vacuum Pan (Multiple Effect Evaporator)*

Proses pembuatan garam industri dari air reject RO ini dibagi menjadi 2 tahapan, yaitu:

1. **Tahap Pemurnian Bahan Baku**
2. **Tahap Penguapan dan Pengkristalan**
3. **Tahap Pengendalian Produk**

Tahap pertama dalam proses pembuatan garam industri dari bahan baku air reject reverse osmosis ini yaitu pertama air *reject reverse osmosis* ditampung didalam bak penampung akan dialirkan ke tangki flokulator (M-120). Suhu di dalam tangki flokulator (M-120) adalah 30ºC dengan tekanan 1 atm. Dalam tangki flokulator (M-120) terjadi proses penghilangan impuritis dengan penambahan flokulan. Reaksi yang terjadi adalah :

Reaksi-1 $MgCO_3 + 2\ NaOH \longrightarrow Mg(OH)_2 + Na_2CO_3$

Reaksi-2 $CaCO_3 + 2\ NaOH \longrightarrow Ca(OH)_2 + Na_2CO_3$

Reaksi-3 $KCl + NaOH \longrightarrow NaCl + KOH$

Reaksi-4 $BaSO_4 + 2\ NaOH \longrightarrow Na_2SO_4 + Ba(OH)_2$

Reaksi-5 $CaSO_4 + 2\ NaOH \longrightarrow Na_2SO_4 + Ca(OH)_2$

Fungsi flokulan adalah untuk membentuk flok-flok dari impuritis dan tidak terlarut sehingga lebih mudah untuk diendapkan.Keluaran dari flokulator (M-120) kemudian dialirkan ke dalam Clarifier (H-130). Di dalam Clarifier (H-130) terjadi proses pemisahan sludge dan filtrate dengan proses sedimentasi. Sludge berupa limbah padat akan dialirkan ke *waste water treatment.* Sedangkan filtrate berupa air reject RO akan dialirkan menuju tangki penampungan.

III.3.2 Tahap Penguapan dan Pengkristalan.

Produk larutan air *reject reverse osmosis* setelah melewati proses pemurnian kemudian lauran air *reject RO* dari tangki penampungan selanjutnya dialirkan *multi-effect evaporator* (V-310). *multiple-effect evaporator* dioperasikan pada kondisi vakum. Evaporator beroperasi pada tekanan 0.5 atm. Vapor dari yang dihasilkan oleh evaporator akan dialirkan menuju *Baromatic Condenser* untuk mencairkan vapor dan dialirkan menuju *Hot Well* sebagai kondensat dengan bantuan *Steam Jet Ejector*. Pada evaporator terjadi penguapan air. Sebagai akibat adanya penguapan air yang menyebabkan konsentrasi NaCl dalam air naik melebihi *solubility*-nya, sehingga konsentrasinya turun sampai 20%.. Produk dari Evaporator yang berupa *slurry* akan dialirkan menuju Kristalizer yang berfungsi untuk membentuk Kristal garam. Kristal garam yang terbentuk selanjutnya akan dipisahkan *mother liquor* dengan kristal NaCl yang telah terbentuk pada alat *Centrifuge.*

Produk dari Evaporator yang berupa *slurry* akan dialirkan menuju *Centrifuge* yang berfungsi untuk memisahkan *mother liquor* dengan kristal NaCl yang telah terbentuk. Kristal garam yang terbentuk selanjutnya dialirkan menuju *Rotary Dryer* untuk dilakukan proses pengeringan kristal garam sedangkan *mother liquor* akan dialirkan ke *waste water treatment*. Di *Rotary Dryer* terjadi proses pengeringan kristal garam pada suhun 120^0C pada tekanan 1 atm serta adanya udara panas dari *Heater* dengan bantuan *Blower* sebagai sumber udara dimana proses pengeringan dengan menggunakan udara panas dilakukan secara *counter*

current (berlawanan). Padatan yang terbawa oleh udara panas akan dialirkan menuju *Cyclone* untuk dilakukan pemisahan antara udara dengan padatan. Padatan yang terpisah oleh udara bersih akan diumpankan secara bersamaan dengan produk bawah dari *Rotary Dryer* menuju ke *Belt Conveyor* . Sementara untuk udara bersih yang telah terpisah oleh padatan akan dikeluarkan dari *Cyclon*e untuk kemudian menjadi gas buang dengan menggunakan Exhaust *Fan*

III.3.3 Tahap Pengendalian Produk

Produk dari *Rotary Dryer* dan kristal garam yang telah terpisah dari udara selanjutnya akan dialirkan menuju *Crusher* dengan menggunakan *Bucket Elevator.* Kristal garam diumpankan menuju *Crusher* berfungsi untuk menghaluskan kristal garam hingga menjadi sangat kecil. Kristal garam yang telah dihancurkan tersebut kemudian akan disaring dengan menggunakan *Screener*.

(halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB IV
NERACA MASSA DAN NERACA ENERGI

IV.1 NERACA MASSA

Kapasitas Produksi	=	100.000	ton/tahun
	=	303.030	kg/hari
	=	12.626,263	kg/jam
Ditetapkan 1 tahun	=	330	hari
Satuan	=	kg/jam	
Bahan Baku yang Digunakan	=	171.194,709	kg/jam
Basis Operasi	=	1	jam

Pada Pra-Desain Pabrik Garam Industri dari Air laut dilakukan perhitungan Neraca Massa sistem dari awal sampai akhir :

Jika terjadi reaksi pada sistem maka neraca massa sistem sebagai berikut

In + Generation - Out - Consumption = Akumulasi

Asumsi sistem *steady state* maka akumulasi = 0

Massa Masuk + Massa Terbentuk - Massa Keluar - Massa Terkonsumsi = 0

Jika tidak ada reaksi pada sistem maka neraca massa sistem sebagai berikut

In - Out = Akumulasi

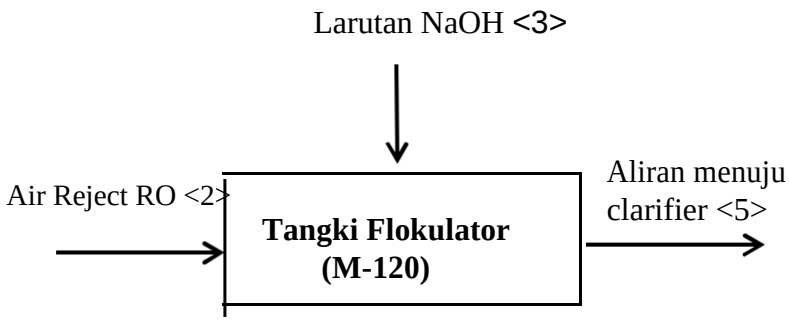
Massa Masuk - Massa Keluar = 0

1. Tangki Flokulator (M-120)

Fungsi : Mencampur Air reject RO dengan NaOH

Kondisi Operasi :

Tekanan Operasi	=	1 atm
Suhu Operasi	=	30_oC



Tabel III.1 Neraca Massa pada Tangki Flokulator

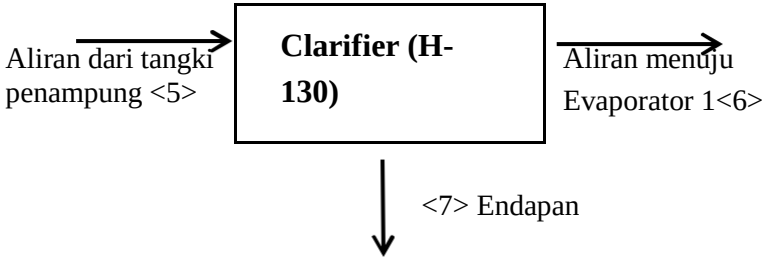
Neraca Massa (M-120)			
Bahan Masuk		**Bahan Keluar**	
Aliran dari kolam penampungan		**Aliran menuju clarifier**	
Aliran <3>		**Aliran <6>**	
Komponen	Berat (Kg)	Komponen	Berat (Kg)
NaCl	13.864,717	NaCl	13.908,870
MgCO3	1.648,776	Na2CO3	2.630,288
CaCO3	526,595	Mg(OH)2	1.140,081
KCl	56,323	Ca(OH)2	535,354
BaSO4	484,652	KOH	42,310
CaSO4	268,604	Na2SO4	575,203
H2O	154.075,238	Ba(OH)2	355,267
impurities	269,803	H_2O	156.610,977
Sub Total	**171.194,71**	impurities	269,803
Larutan NaOH			
Aliran <4>			
NaOH	2.339,252	**Sub Total**	**176.068,152**
H2O	2.534,190		
Sub Total	**4.873,443**		
Total	**176.068,15**	**Total**	**176.068,15**

2. Clarifier (H-130)

Fungsi : Memisahkan endapan dengan liquid

Kondisi Operasi : Tekanan Operasi = 1 atm

Suhu Operasi = $30^{o}C$



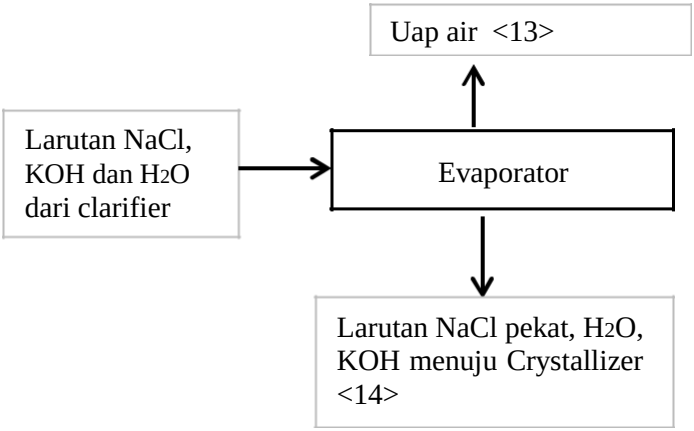
Tabel III.2 Neraca Massa pada Clarifier

Neraca Massa (H-130)			
Bahan Masuk		**Bahan Keluar**	
Aliran dari Clarifier		**Aliran menuju Evaporator**	
Aliran <5>		**Aliran <6>**	
Komponen	Berat (Kg)	Komponen	Berat (Kg)
NaCl	13.908,87	NaCl	13.630,69
Na2CO3	2.630,29	KOH	41,46
Mg(OH)2	1.140,08	H_2O	153.478,76
Ca(OH)2	535,35		
KOH	42,31		
Na2SO4	575,20		
Ba(OH)2	355,27		
H_2O	156.610,98		
impurities	269,80	**Sub Total**	**167.150,91**
Sub Total	**176.068,15**	**Endapan**	
		Aliran <7>	
		NaCl	278,18
		KOH	0,85
		H2O	3.132,22
		Na2CO3	2.630,29

		Mg(OH)2	1.140,08
		Ca(OH)2	535,35
		Na2SO4	575,20
		Ba(OH)2	355,27
		Impurities	269,80
		Sub Total	**8.917,24**
Total	**176.068,15**	**Total**	**176.068,15**

3. Evaporator

Fungsi : Untuk menguapkan air dengan kadar NaCl menjadi 26%



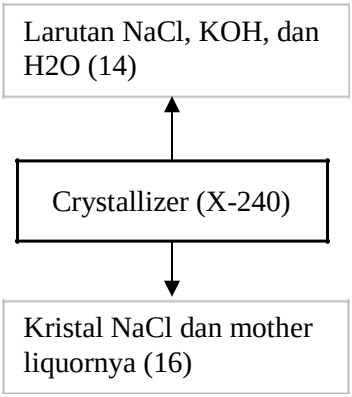
Tabel III.3 Neraca Massa pada Evaporator

Neraca Massa (V-310)			
Bahan Masuk		**Bahan Keluar**	
Brine dari Tangki Penampung		**NaCl Pekat Menuju Crystallyzer**	
Aliran <6>		**Aliran <14>**	
Komponen	Berat (Kg)	Komponen	Berat (Kg)
NaCl	13.630,69	NaCl	13.672,16
KOH	41,46	KOH	41,46
H_2O	153.478,76	H_2O	24.513,43
Subtotal	167.150,91	**Subtotal**	38.227,04
		Vapor keluar evaporator	

		Aliran <13>	
		H2O	128.923,87
Total	**167.150,91**	**Total**	**167.150,91**

4. Crystallyzer

Fungsi : Pembentukan Kristal NaCl



Tabel III.4 Neraca Massa pada Crystallizer

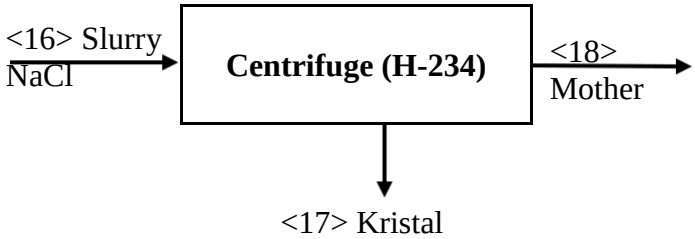
Neraca Massa (X-240)			
Bahan Masuk		**Bahan Keluar**	
NaCl pekat dari Evaporator		**Kristal NaCl**	
Aliran <14>		**Aliran <16>**	
Komponen	Berat (Kg)	Komponen	Berat (Kg)
NaCl	13.672,16	NaCl (Aq)	12.806,02
KOH	41,46	KOH	0,41
H_2O	24.513,43	H_2O	410,16
Sub Total	**38.227,04**	**Sub Total**	**13.216,60**
		Mother Liquor <16>	
		NaCl (Aq)	866,13
		KOH	41,05
		H_2O	24.103,26
		Sub Total	**25.010,44**
Total	**38.227,04**	**Total**	**38.227,04**

5. Centrifuge (H-250)

Fungsi : Memisahkan kristal NaCl dari mother liquor Tekana

Kondisi operasi : n = 1 atm

Suhu = 100 ^{o}C



Tabel III.5 Neraca Massa pada Centrifuge

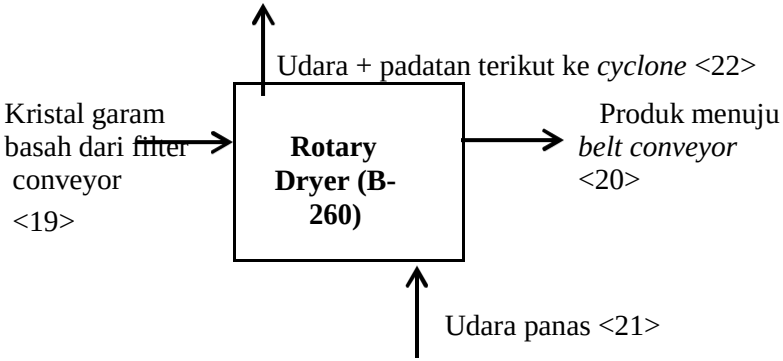
Neraca Massa (H-250)			
Bahan Masuk		**Bahan Keluar**	
NaCl Kristal dan Mother Liquor		**Kristal NaCl**	
Aliran <14>		**Aliran <17>**	
Komponen	Berat (Kg)	Komponen	Berat (Kg)
NaCl	13.672,16	NaCl (Aq)	8,66
KOH	41,46	NaCl (s)	12.806,02
H_2O	24.513,43	KOH	0,41
		H_2O	410,16
Sub Total	**38.227,04**	**Sub Total**	**13.225,26**
		Mother Liquor	
		Aliran <18>	
		NaCl	857,47
		KOH	41,05
		H_2O	24.103,26
		Sub Total	**25.001,78**
Total	**38.227,04**	**Total**	**38.227,04**

6. Rotary dryer (B-260)

Fungsi : Menguapkan H_2O

Kondisi operasi : Tekanan = 1 atm

Suhu = 120° C



Tabel III.6 Neraca Massa pada Rotary Dryer

Neraca Massa (B-250)			
Bahan Masuk		**Bahan Keluar**	
Kristal NaCl dari Centrifuge		**Udara basah ke Cyclone**	
Aliran <19>		**Aliran <22>**	
Komponen	Berat (Kg)	Komponen	Berat (Kg)
NaCl (s)	12.806,02	NaCl	128,06
NaCl (aq)	8,66	KOH	0,00
KOH	0,41	H_2O	397,86
H_2O	410,16		
Sub Total	**12.814,68**	**Sub Total**	**525,92**
		Produk ke Belt Conveyer	
		Aliran <20>	
		NaCl	12.686,62
		KOH	0,41
		H_2O	12,30
		Sub Total	**12.699,34**

Total	**13.225,26**	**Total**	**13.225,26**

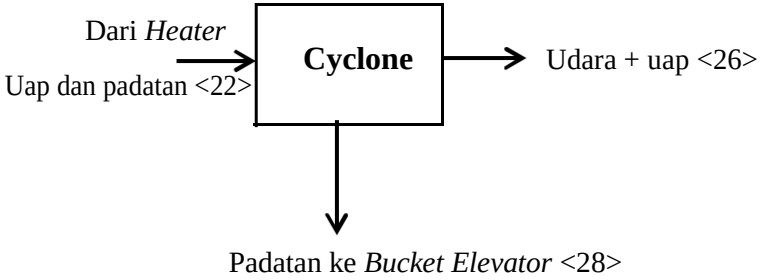
7. Cyclone (H-262)

Fungsi : Menangkap debu-debu halus produk.

Kondisi Operasi :

Tekanan Operasi = 1 atm

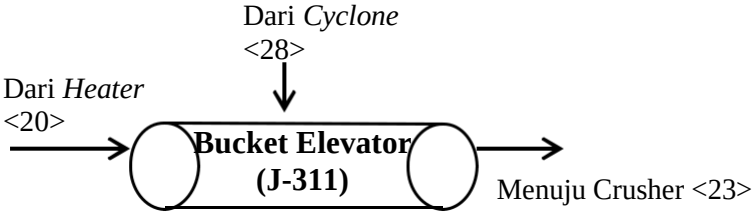
Suhu Operasi = 40°C



Tabel III.7 Neraca Massa pada Cyclone

Neraca Massa (H-241)			
Bahan Masuk		**Bahan Keluar**	
Udara dari Heater		**Udara dilepas**	
Aliran <22>		**Aliran <26>**	
Komponen	Berat (Kg)	Komponen	Berat (Kg)
NaCl	128,06	NaCl	2,56
KOH	0,00	KOH	0,00
H_2O	397,86	H_2O	389,90
Sub Total	**525,92**	**Sub Total**	**392,47**
		Padatan ke Bucket Elevator	
		Aliran <28>	
		NaCl	125,50
		KCl	0,000
		H_2O	7,96
		Sub Total	**133,46**
Total	**525,92**	**Total**	**525,92**

8. Buket Elevator (J-311)



Tabel III.8 Neraca Massa pada Bucket Elevator

Neraca Massa (J-311)			
Bahan Masuk		**Bahan Keluar**	
Kristal NaCl dari Heater		**Produk Menuju Crusher**	
Aliran <20>		**Aliran <23>**	
NaCl	12.686,62	NaCl	12.812,12
KOH	0,41	KOH	0,41
H_2O	12,30	H_2O	20,26
Sub Total	**12.699,34**		
Kristal NaCl dari Cyclone			
Aliran <28>			
NaCl	125,499		
KOH	0,000		
H_2O	7,957		
Sub Total	**133,456**		
Total	**12.832,796**	**Total**	**12.832,796**

Tabel III.9 Komposisi Produk di Tangki Produk

Komponen	**Berat (Kg)**	**% Berat**
NaCl	12.812,12	99,84%
KOH	0,41	0,00%
H_2O	20,26	0,16%
Total	12.832,80	100%

Target Kapasitas			
Produksi	=	100.000,00	ton/tahun
(330 Hari Operasi Pabrik)	=	12.626,26	kg/jam
Produk yang dihasilkan	=	12.832,80	kg/jam
sebesar	=	101.635,74	ton/tahun

Kesimpulan :

Maka dari hasil perhitungan Neraca Massa diatas, dapat disimpulkan bahwa untuk mendapatkan 100.000 ton/tahun atau 12.626,26 kg/jam diperlukan kapasitas Air Reject RO sebesar 171.195 kg/jam.

Maka Kapasitas Produksi Pabrik memenuhi target yang ditetapkan

IV.2 NERACA ENERGI

Menurut Smith Vann Ness (1989), dalam perhituangan neraca energi ini berlaku teori hukum kekekalan energi dengan persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$\textbf{In - Out + Q - W = Akumulasi}$$

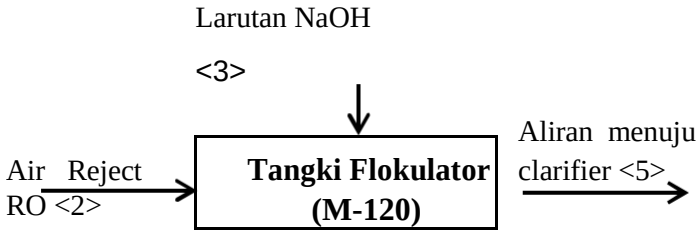
$$\Delta[(H + 1/2\ V2 + zg\ )\ m\ ] + Q + W = \textbf{Akumulasi}$$

dengan asumsi :
- Tidak ada akumulasi energi pada sistem (steady state)
- Perubahan energi kinetik diabaikan
- Perubahan energi potensial diabaikan
- Tidak terjadi kerja pada sistem
- Q bernilai negatif karena terjadi kehilangan panas.

Maka : **H - Q = 0**

H = Q

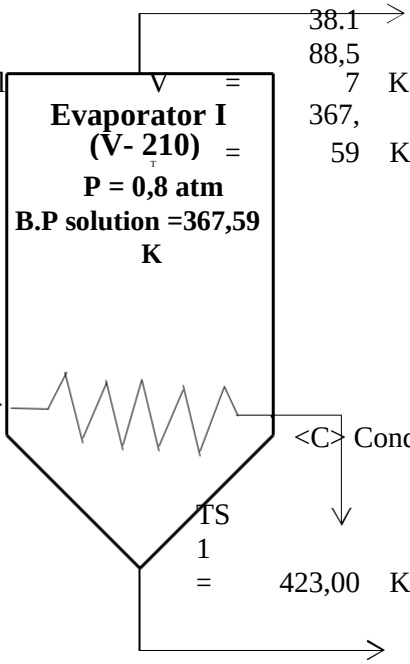
1. **Tangki Flokulator (M-120)**



Neraca Energi (M-120)			
Energi Masuk (kkal)		**Energi Keluar (kkal)**	
Aliran <2>	497.831,17	Aliran <5>	510.122,25
Aliran <3>	30.655,78	Q serap	650.081,03
H reaksi	631.716,34		
Total	**1.160.203,29**	**Total**	**1.160.203,29**

2. Evaporator (V-210)

Uap air (28)



V = 38.188,57 Kg

T_T = 367,59 K

<4> Larutan NaCl, KCl dan H2O

F = 167151 Kg

XF = 0,08

TF = 303,15 K

P = 1,00 m

<C> Condensat

TS1 = 423,00 K

<S> Saturated Steam

TS = 423 K

P = 475,8 kPa

<5> Larutan Garam ke Effect II

L1 = 128.962,3 Kg

XL1 = 0,11

TL1 = 367,6 K

Neraca Energi (V-210)				
Energi Masuk (kkal)			**Energi Keluar (kkal)**	
1	<4>Larutan dari *clarifier*	507.833,43	<28> Uap air	24.458.776,47
2	<S> Saturated Steam	36.366.319,81	<5> Larutan ke effect II	4.044.436,52
3			<C> Condensate	8.370.940,25
	Total	**36.874.153,24**	**Total**	**36.874.153,24**

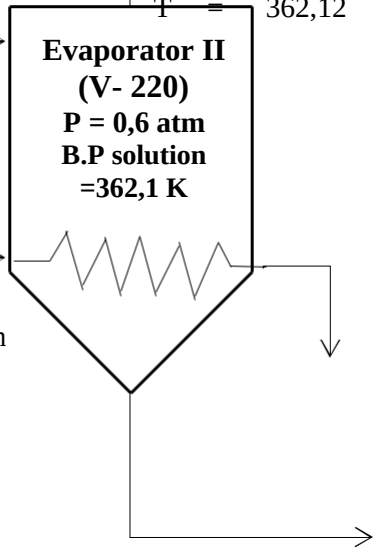
3. Evaporator (V-220)

Uap air (29)

V = 47.174,2 Kg

T = 362,12 K

<5> Larutan NaCl, KCl dan H2O dari evap I



L_1 = 128962,35 Kg

X_{L1} = 0,11

T_{L1} = 367,59 K

P = 0,80 Atm

<S> Saturated Steam

T_S = 367,59 K

P = 84,55 kPa

<C> Condensat

T_{S1} = 367,59 K

<6> Larutan Garam ke Effect III

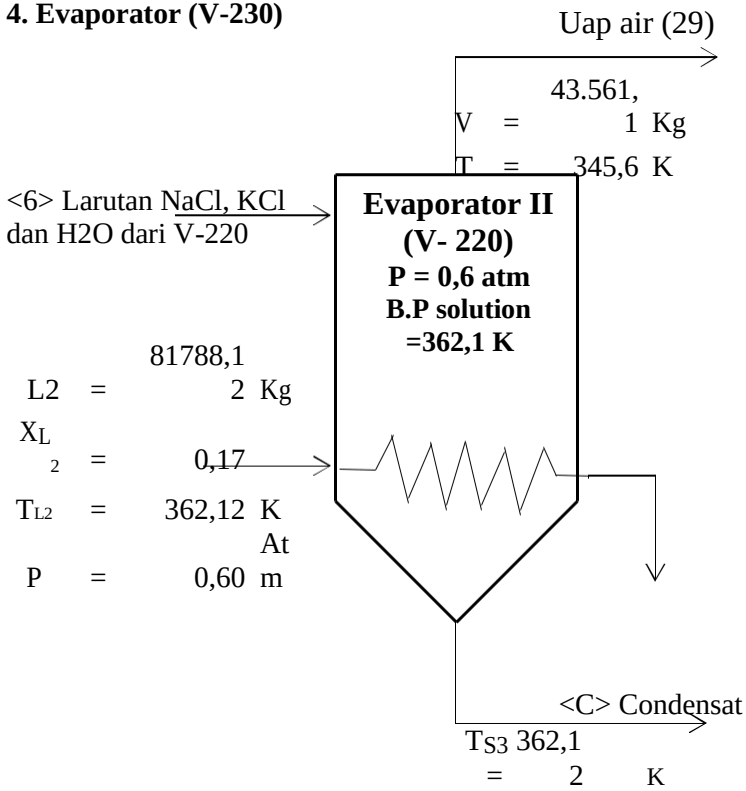
L_2 = 81.788,1 Kg

X_{L2} = 0,17

T_{L2} = 362,12 K

Neraca Energi (V-220)				
Energi Masuk (kkal)			Energi Keluar (kkal)	
1	<5>Larutan dari *evaporator II*	4.044.436,52	<29> Uap air	30.170.717,70
2	<S> Saturated Steam	24.352.947,06	<6> Larutan ke effect III	2.337.272,09
3			<C> Condensate	3.632.359,66
	Total	**28.397.383,58**	**Total**	**36.140.349,45**

4. Evaporator (V-230)



<S> Saturated Steam

Ts = 362,12 K

P = 70,10 Kpa

<7> LarutanGaramke centrifuge

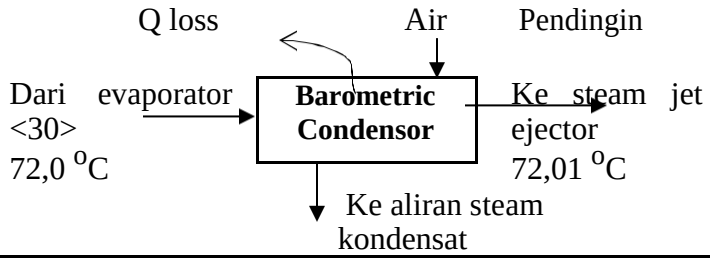
L3 = 38.227,04 Kg

X_{L3} = 0,36

T_{L3} = 345,59 K

Neraca Energi (V-230)				
Energi Masuk (kkal)			**Energi Keluar (kkal)**	
1	<6>Larutan dari *clarifier*	2.337.272,09	<30> Uap air	27.721.775,22
2	<S> Saturated Steam	30.003.110,77	<7> Larutan ke centrifuge	758.248,46
3			<C> Condensate	4.196.337,82
	Total	**32.340.382,86**	**Total**	**32.676.361,50**

5. Barometric Condensor (E-231)

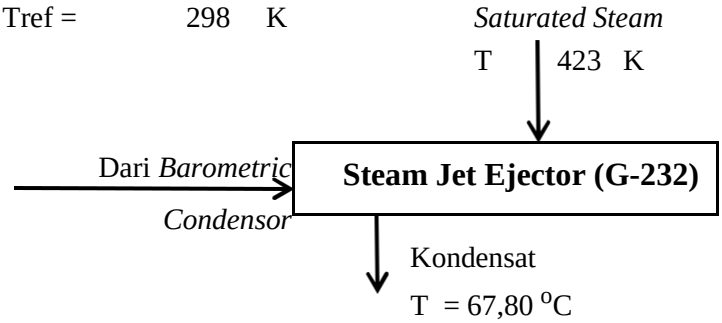


Neraca Energi (E-231)			
Energi Masuk (kkal)		**Energi Keluar (kkal)**	
Aliran <30>	22.049.082,41	Ke Steam Jet Ejector	1.102.454,12

H cooling water	2.687.511,75	H kondensat	22.531.685,91
		Q loss	1.102.454,12
Total	**24.736.594,15**	**Total**	**24.736.594,15**

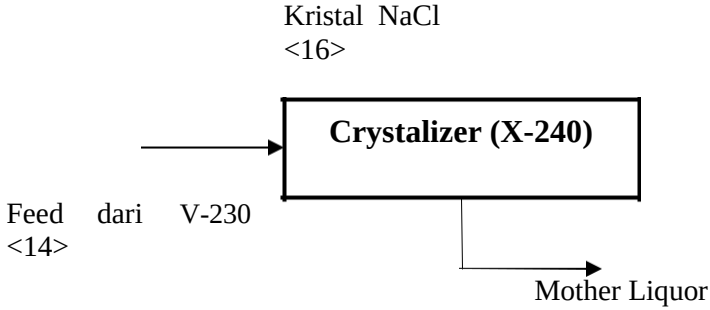
6. Steam Jet Ejector (G-232)

Tref = 298 K



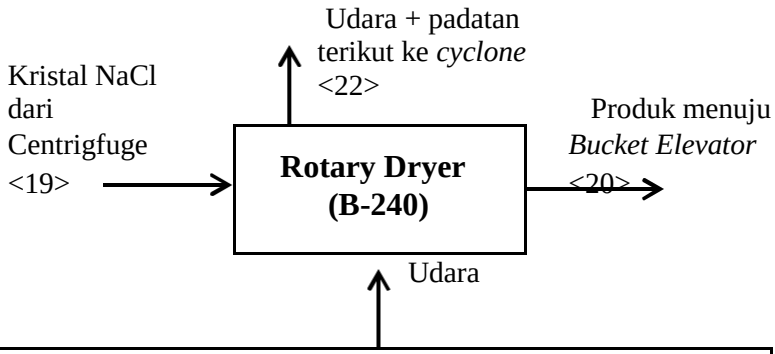
Neraca Energi (G-232)			
Energi Masuk (kkal)		**Energi Keluar (kkal)**	
H uap air	1.102.454,12	H condensat	10046117,78
H *steam*	9.472.406,70	Q loss	528743,04
TOTAL	**10.574.860,82**		**10.574.860,82**

7. Crystalizer (X-240)



Neraca Energi (X-240)			
Energi Masuk (kkal)		**Energi Keluar (kkal)**	
Aliran <14>	752.588,35	Aliran <16>	14.486,05
		Mother Liquor	76.201,74
		Q serap	661.900,56
Total	**752.588,35**	**Total**	**752.588,35**

8. Rotary Dryer (B-240)



Neraca Energi (B-240)			
Energi Masuk (kkal)		**Energi Keluar (kkal)**	
Aliran <19>	14.494,99	Aliran <20>	43.392,78
Aliran <21>	351.472,45	Aliran <22>	322.574,66
Total	**365.967,44**	**Total**	**365.967,44**

(halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB V
DAFTAR DAN HARGA PERALATAN

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

Tabel V.1 Spesifikasi Tangki Air Reject RO (F-110)

Keterangan	Spesifikasi
Nama alat	Tangki Air Reject RO
Fungsi	Menampung bahan baku air reject RO
Bentuk	Silinder dengan tutup atas dan bawah berbentuk standard dished head
Bahan	Stainless Steel, SA-240, grade S Tipe 304
Pengelasan	Double welded butt joint
Jumlah	6 buah
Pdesign	20,05 psi
Diameter dalam tangki,	3,35 m
Diameter luar tangki	3,505 m
Tinggi	
Silinder,	27,003 m
Tutup atas,	0,569 m
Tutup bawah,	0,569 m
Tangki,	6,168 m
Tebal	
Silinder,	0,005 m
Tutup	0,005 m

atas, Tutup bawah,	0,005	m
Harga	24000	$

Tabel V.3 Spesifikasi Tangki Penyimpanan NaOH

Keterangan		Spesifikasi	
Fungsi		Menampung bahan baku NaOH selama 5 hari	
Bentuk		Silinder dengan tutup atas dan bawah berbentuk standard dished head	
Bahan konstruksi		Stainless Steel, SA-240, grade S Tipe 304	
Jumlah		5	buah
Pengelasan		*Double welded butt joint*	
P_{design}		25,97	psig
Diameter dalam tangki,	Di	4,572	m
	Do	4,877	m
Silinder,	L_L	8,604	m
Tangki,	L_{Ltotal}	6,021	m
Tinggi Silinder,	Ls	92,509	m
Tutup atas,	Lha	0,873	m
Tutup bawah,	Lhb	0,873	m
Tangki,	L_T	8,604	m
Tebal Silinder,	ts	0,005	m

Tutup atas, tha	0,005 m
Tutup bawah, thb	0,005 m
Harga	29500 $

Tabel V.2 Spesifikasi Tangki NaOH (F-111)

Keterangan	**Spesifikasi**
Nama alat	Spesifikasi NaOH Tank
Fungsi	Menampung bahan baku NaOH/1 hari yang berasal dari tangki penyimpanan NaOH
Bentuk	Silinder dengan tutup atas dan bawah berbentuk standard dished head
Bahan	Stainless Steel, SA-240, grade S Tipe 304
Pengelasan	Double welded butt joint
Jumlah	1 buah
Pdesign	18,45 psi
Diameter dalam tangki,	1,83 m
Diameter luar tangki	1,981 m
Tinggi Silinder,	3,855 m
Tutup atas,	0,375 m
Tutup bawah,	0,375 m
Tangki,	3,493 m
Tebal Silinder,	0,005 m

Tutup atas,	0,005	m
Tutup bawah,	0,005	m
Harga	5900	$

Tabel V.3 Spesifikasi Pompa Reject RO (L-113)

Keterangan	Spesifikasi		
Nama alat	Pompa (L-113)		
Fungsi	Untuk memompa air reject RO menuju tangki flokulator		
Type	Centrifugal pump		
Jumlah	6	buah	
Bahan	Stainless steel 304		
Kapasitas	28.532,45	kg/jam	
Diameter pipa	4	in IPS sch.	40
Panjang pipa	58,5	m	
Power pompa	1	hp	
Harga	120	$	

Tabel V.4 Spesifikasi Pompa Tangki Flokulator (L-112)

Keterangan	Spesifikasi		
Nama alat	Pompa (L-112)		
Fungsi	Untuk memompa NaOH menuju tangki flokulan		
Type	Centrifugal pump		
Jumlah	4	buah	
Bahan	Stainless steel 304		
Kapasitas	4.873,44	kg/jam	
Diameter pipa	0,125	in IPS sch.	40

Panjang pipa	15	m
Power pompa	12	hp
Harga	128	$

Tabel V.5 Spesifikasi Tangki Flokulator (M-120)

Keterangan	Spesifikasi
Nama alat	Spesifikasi Tangki Flokulator (M-120)
Fungsi	Mereaksian Air reject dengan NaOH
Bentuk	Silinder dengan tutup atas standard dished head dan bawah berbentuk conical dengan sudut puncak 120°.
Bahan	Type 316, Grade M (SA-240), Stainless Steel
Pengelasan	Double welded butt joint
Jumlah	6 buah
Pdesign	23,16 psi
Diameter dalam tangki (ID)	3,019 m
Diameter luar tangki (OD)	3,030 m
Tinggi liq dlm silinder (LL)	0,123 m
Tinggi liq dlm tangki (Hb)	5,886 m
Tinggi silinder (Ls)	5,334 m
Tinggi tutup atas (T dish)	0,601 m
Tinggi tutup bawah (T con)	1,032 m
Tinggi tangki	6,967 m
Tebal silinder (ts)	0,005 m
Tebal tutup atas (tha)	0,012 m
Tebal tutup bawah	0,013 m

(thb)		
Pengaduk Type	flat six blade turbine with disk	
Jumlah	6	unit
Power	105	hp
Diameter agitator (Da)	1,822	m
Panjang pengaduk (L)	0,456	m
Kecepatan putaran (N)	50,000	rpm
Harga	11400	$

Tabel V.6 Spesifikasi Clarifier (H-130)

Keterangan	Spesifikasi	
Nama alat	*Clarifier* (H-130)	
Fungsi	Menangkap pengotor yang ada dalam feed berupa pasir	
Bentuk	Silinder tanpa tutup atas dan bagian berbentuk conical	
Pengelasan	Double welded butt joint	
Bahan	Type 410, Grade A (SA-240), Stainless Steel	
Jumlah	1,00	Buah
Pdesign	19,97	psi
Diameter dalam tangki (ID)	20,63	m
Diameter luar tangki (OD)	21,00	m
Tinggi tutup bawah (T con)	4,02	m
Tinggi total	3,70	m
Tebal silinder (ts)	0,01	in
Tebal tutup bawah	0,005	in

(thb)	
Rpm	2,00
torsi	3307,50 N.m
Harga	1500430,00 $

Tabel V.7 Spesifikasi Pompa Tangki Flokulator (L-131)

Keterangan	Spesifikasi
Nama alat	Pompa (L-131)
Fungsi	Untuk memompa menuju evaporator
Type	Centrifugal pump
Jumlah	1 buah
Bahan	Stainless steel 304
Kapasitas	167.150,91 kg/jam
Diameter pipa	0,5 in IPS sch. 40
Panjang pipa	15 m
Power pompa	12 hp
Harga	128 $

Tabel V.8 Spesifikasi Evaporator (V-210)

Keterangan	Spesifikasi
Nama alat	Evaporator (V-210)
Fungsi	Mengurangi kandungan air pada larutan reject RO hingga kondisi saturated dan membentuk kristal-kristal garam NaCl
Type	type 316, grade M (SA-240), Stainless Steel
Jumlah	1 buah
Bahan	Stainless steel
Kapasitas	167.150,91 kg/jam
Bagian Pemanas :	
Luas perpindahan panas (A)	146,86 m2

Ukuran tube	1,50 in BWG 18, 20 ft
Banyak Tube (Nt)	402,74 buah
Ukuran Pitch	1,875 in
Panjang Shell	3,4197 m
Diameter Shell	1,016 m
Bagian Inlet Feed :	
Panjang Drum	7,73 m
Diameter Drum	4,21 m
Tebal Silinder	0,01 m
Tebal Tutup	0,00 m
Panjang total	11,15 m
Harga	280146,83 $

Tabel V.9 Spesifikasi Evaporator (V-220)

Keterangan	Spesifikasi
Nama alat	Evaporator (V-220)
Fungsi	Mengurangi kandungan air pada larutan reject RO hingga kondisi saturated dan membentuk kristal-kristal garam NaCl
Type	type 316, grade M (SA-240), Stainless Steel
Jumlah	1 buah
Bahan	Stainless steel
Kapasitas	128.962,35 kg/jam
Bagian Pemanas :	
Luas perpindahan panas (A)	1476,52 m2
Ukuran tube	1,50 in BWG 18, 20 ft
Banyak Tube (Nt)	4049,10 buah
Ukuran Pitch	1,88 in

Panjang Shell	3,79	m
Diameter Shell	3,20	m
Bagian Inlet Feed :		
Panjang Drum	7,06	m
Diameter Drum	3,84	m
Tebal Silinder	0,01	m
Tebal Tutup	0,00	m
Panjang total	10,85	m
Harga	259372,98	$

Tabel V.10 Spesifikasi Evaporator (V-230)

Keterangan	Spesifikasi	
Nama alat	Evaporator (V-230)	
Fungsi	Mengurangi kandungan air pada larutan reject RO hingga kondisi saturated dan membentuk kristal-kristal garam NaCl	
Type	type 316, grade M (SA-240), Stainless Steel	
Jumlah	1	buah
Bahan	Stainless steel	
Kapasitas	81.788,12	kg/jam
Bagian Pemanas :		
Luas perpindahan panas (A)	637,14	m2
Ukuran tube	1,50	in BWG 18, 20 ft
Banyak Tube (Nt)	1747,24	buah
Ukuran Pitch	1,88	in
Panjang Shell	3,61	m
Diameter Shell	2,13	m
Bagian Inlet Feed :		
Panjang Drum	5,99	m
Diameter Drum	3,26	m
Tebal Silinder	0,01	m
Tebal Tutup	0,00	m

Panjang total	9,60	m
Harga	230213,60	$

Tabel V.11 Spesifikasi Barometric Kondensor (E-231)

Keterangan	Spesifikasi	
Nama alat	Barometric Condenser (E-231)	
Fungsi	Mengkondensasikan uap dari Evaporator	
Type	Counter-current dryair condenser	
Jumlah	1	buah
Bahan	Carbon steel SA 283 Grade B	
Laju uap	38.188,57	kg/jam
Laju air pendingin	538.136,90	kg/jam
Tinggi kondensor	3,646	m
Diameter kondensor	2,896	m
Tinggi Barometric Leg	0,085	m
Harga	24256,18	$

Tabel V.12 Spesifikasi Steam Jet Ejector (G-232)

Keterangan	Spesifikasi	
Nama alat	Steam Jet Ejector (G-232)	
Fungsi	Menarik gas-gas yang tidak terkondensasi pada Barometric condenser	
Material	Carbon Steel SA 283 Grade C	
Jumlah	1	buah
Tipe	Single stage jet	
Kebutuhan steam	7.504,81	kg/jam
Harga	3962,64	$

Tabel V.13 Spesifikasi Hot Well (F-233)

Keterangan	Spesifikasi
Nama alat	Hot Well (F-233)
Fungsi	Untuk menampung kondensat dari barometric condensor dan steam jet ejector
Bentuk	Balok
Panjang	5,895 m
Lebar	2,947 m
Tinggi	2,95 m
Bahan	Beton
Jumlah	1 buah
Harga	35903,04 $

Tabel V.14 Spesifikasi Crystallizer (X-240)

Keterangan	Spesifikasi
Nama alat	Crystallizer (X-240)
Fungsi	Mengkristalkan NaCl
Jenis las	Double Welded Butt Joint
Bahan Konstruksi	*Stainless Steel SA-229*
Kapasitas	37,123736 m3
Diameter	3,36 m
Tinggi	4,20 m
Tebal tangki	0,0064 m
Tebal tutup atas	0,0048 m
Tebal tutup bawah	0,0048 m
Jenis Pengaduk	6 flat blades turbine inclined 45°
Diameter Impeller	1,12 m
Kecepatan Putar	1,03 rps
Daya Motor	20 Hp
Harga	485603,85 $

Tabel V.15 Spesifikasi Centrifuge (H-250)

Keterangan	Spesifikasi
Nama alat	Centrifuge (H-250)
Fungsi	Memisahkan kristal garam dengan pelarutnya
Diameter bowl	0,1778 m
Diameter disk	0,1041 m
Jumlah disk	33,000 unit
Kec. Putar	10000,0 rpm
Power motor	0,5 hp
Jumlah	1 unit
Harga	61000,68 $

Tabel V.16 Spesifikasi Conveyor ke Rotary Dryer (J-251)

Keterangan	Spesifikasi
Nama alat	Belt Conveyor (L-251)
Fungsi	Menyalurkan kristal ke rotary dryer
Tipe	Belt Filter conveyor
Kapasitas	13,225 ton/jam
Lebar belt	0,3556 m
Cross sectional area	0,01 m^2
Belt Plies	3,00
Belt Speed	1,16 m/s
Power	1,52 kW
Harga	5043,36 $

Tabel V.17 Spesifikasi Rotary Dryer (B-260)

Keterangan	Spesifikasi
Nama alat	Rotary Dryer (B-260)
Fungsi	mengeringkan kristal garam dengan udara panas

Jumlah	1	Unit
Kapasitas	12814,7	kg/jam
Inside Diameter Dryer	1,49	m
Outside Diameter Dryer	1,50	m
Panjang Dryer	14,41	m
Kecepatan Putar Dryer	6,15	rpm
Waktu Tinggal	43,96	menit
Jumlah Flight	38,00	buah
Tinggi Flight	0,186	m
Tebal Flight	0,006	m
Power	33,840	kW
Harga	128605,77	$

Tabel V.18 Spesifikasi Blower (G-261)

Keterangan	Spesifikasi	
Nama alat	Blower (G-261)	
Fungsi	Menghembuskan udara ke air heater	
Jumlah	1	unit
Type	Centrifugal	
Volumetric rate	5820,44	m^3/jam
Diameter fan	65,00	cm
Power	0,83	kwh
RPM	975,00	rpm
Harga	3602,40	$

Tabel V.19 Spesifikasi Air Heater (B-234)

Keterangan	Spesifikasi	
Nama alat	Air Heater (E-234)	
Fungsi	Memanaskan udara yang akan masuk ke heater	
Type	Spiral Element	
Kapasitas	6777,32	kg

wire diameter	2,10	cm
Inside Coil Diameter	100,00	cm
Length of wire	10,42	m
Jumlah pass	8,00	
Length of closed wound coil =	0,85	m
Harga	4563,04	$

Tabel V.20 Spesifikasi Cyclone (H-262)

Keterangan	Spesifikasi	
Nama alat	Cyclone (H-262)	
Fungsi	Menangkap debu-debu halus produk(>600mikron).	
Kecepatan gas masuk	20	m/s
Dimensi Cyclone		
Bc	1,49	m
Dc	5,95	m
De	2,98	m
Hc	2,98	m
Lc	11,90	m
Sc	0,74	m
Zc	11,90	m
Jc	1,49	m
Harga	3362,24	$

Tabel V.21 Spesifikasi Exhaust Fan (G-263)

Keterangan	Spesifikasi	
Nama alat	Exhaust Fan (G-263)	
Fungsi	Menarik udara bersih keluaran cyclone untuk dibuang	
Jumlah	1	unit

Type	Centrifugal	
Volumetric rate	337,06	m^3/jam
Diameter fan	55,00	cm
Power	0,05	kwh
RPM	1440	rpm
Harga	7565,05	$

Tabel V.22 Spesifikasi Bucket Elevator (J-264)

Keterangan	Spesifikasi	
Nama alat	Bucket Elevator (J-264)	
Fungsi	Menyalurkan 15ristal NaCl ke crusher	
Bucket size	6 x 4 x 4,25	in
Bucket spacing	12	in
Kapasitas	14	ton/h
Size of lump handled	0,75	in
Bucket speed	225	ft/min
rpm head shaft	43	r/min
hp head shaft	1	hp
Power motor	1,38	hp
Elevator center	25	ft
Jumlah	1	unit
Shaft diameter		
Head	0,05	m
Tail	0,04	m
Pulley diameter		
Head	0,51	m
Tail	0,36	m
Belt width	0,18	m
Harga	6124,08	$

Tabel V.23 Spesifikasi Crusher (C-310)

Keterangan	Spesifikasi
Nama alat	Crusher (C-310)
Model	Hammer mill
Model	1 Swing Sledge
Grating Space	0,0064 m
Kapasitas	6 – 10 ton
power	40 hp
Panjang	5ft 1 in
Lebar	5 ft 8 in
Lebar Dalam	0,51 m
ID	0,76 m
Feed opening	0,4318 x 0,508 **m**
Pulley speed	1000 rpm
Harga	162348,27 $

Tabel V.24 Spesifikasi Belt Conveyor (J-311)

Keterangan	Spesifikasi
Nama alat	Belt Conveyor (J-311)
Fungsi	Menyalurkan kristal ke tangki produk
Tipe	Belt conveyor
Kapasitas	12,8328 ton/jam
Lebar belt	0,36 m
Cross sectional area	0,01 m²
Belt Plies	3,00 0
Belt Speed	1,52 kW
Jumlah	1 unit
Harga	5043,36 $

Tabel V.25 Spesifikasi Tangki Produk (F-312)

Keterangan	Spesifikasi
Nama alat	Tangki Produk (F-312)
Fungsi	Menampung produk Fine Salt
Bahan	type 316, grade M (SA-240)
Kapasitas	12833 kg/jam
Diameter dalam (ID)	1,67 meter
Tinggi Tangki	2,85 meter
Diameter luar (OD)	1,68 meter
Jumlah	1,00 unit
Harga	14529,69 $

(Halaman ini Sengaja Dikosongkan)

BAB VI
ANALISA EKONOMI

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

VI.1 Pengelolaan Sumber Daya Manusia

VI.1.1 Bentuk Badan Perusahaan

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

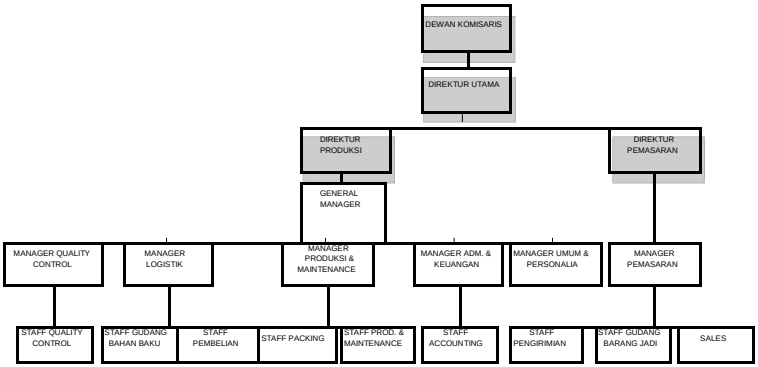
1. Modal perusahaan dapat lebih mudah diperoleh yaitu dari penjualan saham maupun dari pinjaman.
2. Tanggung jawab pemegang saham terbatas, karena segala sesuatu yang menyangkut kelancaran produksi ditangani oleh pemimpin perusahaan.
3. Kekayaan pemegang saham terpisah dari kekayaan perusahaan, sehingga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

VI.1.2 Sistem Organisasi Perusahaan

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

- Biasa digunakan untuk organisasi yang cukup besar dengan produksi yang terus menerus

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



Gambar VI.1. Struktur Organisasi Perusahaan

Pembagian kerja dalam organisasi ini adalah :

1. Dewan Komisaris

   Dewan Komisaris bertindak sebagai pemegang saham.

   Tugas Dewan Komisaris :

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

2. Direktur Utama

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

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

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

3. Direktur Produksi

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

- Membantu Direktur Utama dalam perencanaan produksi maupun dalam penelaahan kebijaksanaan pokok dalam bidang masing-masing.

- Mengawasi unit produksi melalui General Manager, dan bagian yang bersangkutan.
- Mengendalikan proses produksi, seperti mengadakan penggantian alat produksi.
- Menentukan kapasitas produksi baik menaikkan atau menurunkan kapasitas.

4. Direktur Pemasaran

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

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

5. General Manager

   General Manager bertanggung jawab kepada Direktur Produksi dan membawahi secara langsung Manager Quality Control (QC), Manager Logistik, Manager Produksi dan Maintenance, Manager Umum dan Personalia, serta Manager Administrasi dan Keuangan. Tugas General Manager adalah :

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

6. Manager Quality Control (QC)
   Manager Quality Control membawahi staff quality control (QC). Tugas Manager Quality Control adalah :
   - Menetapkan rencana mutu sesuai dengan standar yang berlaku.
   - Mengawasi pelaksanaan pengendalian mutu.
   - Mengkoordinasi program kalibrasi peralatan inspeksi, ukur, dan uji.
   - Memutuskan suatu produk siap untuk dikirim.
   - Mencatat semua hasil inspeksi dan pengujian bahan baku dalam dokumen.

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

8. Manager Produksi & Maintenance
   Manager Produksi & Maintenance membawahi staff Packing dan staff production & maintenance. Tugas manager Produksi & Maintenance adalah :
   - Mengawasi pelaksanaan proses produksi.
   - Memberikan tugas dan wewenang pada masing-masing bagian yang terkait.

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

9. Manager Umum & Personalia

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

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

10. Manager Administrasi & Keuangan

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

    - Memeriksa laporan keuangan pabrik.
    - Membuat laporan kas barang-barang yang ada di perusahaan secara periodik.

- Memeriksa laporan kas pabrik, apakah sudah sesuai dengan bukti bukti yang sudah ada.
- Membukukan laporan sesuai dengan pos-pos masing-masing departemen.

11. Manager Pemasaran

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

    - Mengontrol laporan stok garam jadi supaya terjadi keseimbangan jumlah dari jenis garam jadi yang disiapkan untuk dipasarkan.
    - Memberikan tugas dan wewenang pada masing-masing bagian terkait.
    - Mengadakan evaluasi kerja pada tiap bagian yang terkait mengenai pelaksanaan pekerja.
    - Mengadakan evaluasi terhadap skill pekerja dalam lingkungan Departemen Pemasaran untuk meningkatkan intensitas pemasaran.

VI.1.3 Perincian Jumlah Tenaga Kerja

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

Tabel VI.1 Daftar Kebutuhan Karyawan Pabrik Garam Industri

No	Jabatan	Pendidikan				Jumlah
		SMA	D3	S1	S2	
1.	Dewan Komisaris				1	5
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			10		10

8	Kepala Bagian					
	a. Proses			6		6
	b. Quality Control			6		6
	c. Promosi			5		5
	d. Penjualan			15		15
	e. Pembukuan			5		5
	f. Pengelolaan dana			4		4
	g. Kepegawaian			10		10
9	Dokter			3		3
10	Perawat		5			5
11	Karyawan					
	a. Proses	10	25	15		50
	b. Quality Control		15	15		30
	c. Promosi	8	10	2		20
	d. Penjualan	5	15	10		30
	e. Pembukuan	2	6	2		10
	f. Pengelolaan dana		4	6		10
	g. Kepegawaian	4	6	20		30
12	Supervisior					
	a. Produksi		3	5		8
	b.Non produksi		3	7		10
13	Sopir	8				8
14	Cleaning Service	20				20
15	Karyawan Tidak Tetap	20	25	15		50
Total		**77**	**117**	**165**	**6**	**365**

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

a. Karyawan *Day Shift*

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

Senin – Jumat	: 08.00 – 17.00
Sabtu	: 08.00 – 15.00
Istirahat	:
Senin – Kamis & Sabtu	: 12.00 – 13.00
Jum'at	: 11.30 – 13.00

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

b. Karyawan *Shift*

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

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

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

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

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

VI.1.4 Status Karyawan dan Pemberian Gaji

a. Karyawan Tetap

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

b. Karyawan Harian

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

c. Pekerja Borongan

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

Tabel VI.3. Perincian jumlah dan Pembagian Gaji Karyawan

No	Jabatan	Gaji / Bulan (Rp.)	Jumlah	Jumlah / Bulan (Rp.)
1	Dewan Komisaris	65.000.000	5	325.000.000
2	Direktur Utama	110.000.000	1	110.000.000
3	Direktur Produksi	98.000.000	1	98.000.000
4	Direktur Pemasaran	98.000.000	1	98.000.000
5	Direktur Keuangan	98.000.000	1	98.000.000
6	Direktur SDM	98.000.000	1	98.000.000

7	Sekretaris	25.000.000	10	250.000.000
8	Kepala Bagian			
	a. Proses	30.000.000	6	180.000.000
	b. Quality Control	30.000.000	6	180.000.000
	c. Promosi	30.000.000	5	150.000.000
	d. Penjualan	30.000.000	15	450.000.000
	e. Pembukuan	30.000.000	5	150.000.000
	f. Pengelolaan Dana	15.000.000	4	60.000.000
	g. Kepegawaian	15.000.000	10	150.000.000
9	Dokter	7.500.000	3	22.500.000
10	Perawat	5.000.000	5	25.000.000
11	Karyawan			
	a. Proses	7.000.000	50	350.000.000
	b. Quality Control	7.000.000	30	210.000.000
	c. Promosi	7.000.000	20	140.000.000
	d. Penjualan	7.000.000	40	280.000.000
	e. Pembukuan	7.000.000	10	70.000.000
	f. Pengelolaan Dana	7.000.000	10	70.000.000
	g. Kepegawaian	7.000.000	30	210.000.000
12	Supervisi or			
	a. Produksi	8.000.000	8	64.000.000
	b. Non Produksi	6.000.000	10	60.000.000
13	Sopir	4.000.000	8	32.000.000
14	Cleaning Service	4.000.000	20	80.000.000
15	Karyawan tidak	3.000.000	50	150.000.000

	tetap			
Total			**365**	**4.160.500.000**

VI.2 Utilitas

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

1. **Air**

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

2. ***Steam***

   Sebagai media pemanas pabrik Garam Industri ini menggunakan *Steam*. Alasan pemilihan *Steam* adalah selain dapat digunakan untuk range suhu yang lebih tinggi yakni 125°C, tekanan uap (*vapor pressure*) juga bisa di atur pada suhu tertentu. Pabrik Garam Industri ini menggunakan *Steam* sebagai media pemanas *reboiler* dan keperluan turbin sebagai pembangkit listrik.

3. **Listrik**

   Berfungsi sebagai tenaga penggerak dari peralatan proses maupun penerangan. Kebutuhan listrik untuk proses pabrik ini berasal dari kebutuhan listrik peralatan (*heat exchanger*, pompa). Pemenuhan kebutuhan listrik melalui Sistem Pembangkit Tenaga Listrik (*Steam Turbine Generator/*STG dan atau *Gas Turbine Generator*/GTG) dan perusahaan listrik negara (PLN).

4. **Bahan bakar**

   Pada pabrik Garam Industri ini menggunakan minyak bumi yang nantinya akan digunakan untuk keperluan operasi seperti *boiler* dan *generator.*

5. **Penanganan limbah**

Penangan limbah digunakan untuk mencegah dan menanggulangi pencemaran di dalam dan sekitar pabrik. Maka untuk memenuhi kebutuhan utilitas pabrik diatas, diperlukan unit-unit sebagai penghasil sarana utilitas, yaitu :

VI.2.1 Unit Pengolahan Air

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

- Air sanitasi, meliputi air untuk laboratorium dan karyawan. Air sanitasi digunakan untuk keperluan para karyawan di lingkungan pabrik. Penggunaannya antara lain untuk konsumsi, mencuci, mandi, memasak, laboratorium, perkantoran dan lain-lain. Untuk unit penghasil air sanitasi diperlukan peralatan sebagai berikut : pompa air laut, bak pra sedimentasi, bak koagulasi, dan flokulasi, tangki tawas, tangki $Ca(OH)_2$, bak pengendap, bak penampung, pompa *sand filter*, tangki sand filter, bak penampung air bersih, bak penampung air sanitasi, tangki desinfektan, dan pompa air untuk sanitasi. Adapun syarat air sanitasi, meliputi :
  a. Syarat fisik :
     - Suhu di bawah suhu udara
     - Warna jernih
     - Tidak berasa
     - Tidak berbau
     - Kekeruhan SiO_2 tidak lebih dari 1 mg / liter
  b. Syarat kimia :
     - pH = 6.5 – 8.5
     - Tidak mengandung zat terlarut yang berupa zat organik dan anorganik seperti PO_4, Hg, Cu dan sebagainya
  c. Syarat bakteriologi :
     - Tidak mengandung kuman atau bakteri, terutama bakteri patogen

- Bakteri E. coli kurang dari 1/ 100 ml

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

VI.2.2 Unit Penyediaan *Steam*

Steam yang dibutuhkan untuk proses dihasilkan dari *boiler* dan pendingin dari reaktor *autothermal*. Kebutuhan *steam* digunakan sebagai pemanas di *reboiler* dan sebagian besar dipakai untuk menggerakkan turbin untuk menghasilkan listrik, karena kebutuhan *back-up* jika sewaktu-waktu suplai listrik dari PLN terhambat. Peralatan yang dibutuhkan untuk pembangkit *steam* yaitu *boiler*.

VI.2.3 Unit Pembangkit Tenaga Listrik

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

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

VI.2.4 Unit Bahan Bakar

Unit ini bertugas untuk menyediakan bahan bakar baik untuk *boiler*.

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

VI.3.1 Asumsi Perhitungan

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

- Modal kerja sebesar 6 bulan biaya pengeluaran, yaitu biaya bahan baku ditambah dengan biaya operasi;
- Eskalasi harga bahan baku sebesar nilai inflasi 5 % setiap tahun;
- Eskalasi biaya operasi yang meliputi biaya bahan tambahan, biaya utilitas dan biaya tetap sebesar nilai inflasi 5 % setiap tahun;
- Sumber dana investasi berasal dari modal sendiri sebesar 60 % biaya investasi dan pinjaman jangka pendek sebesar 40 % biaya investasi dengan bunga sebesar 10 % per tahun yang akan dibayar dalam jangka waktu 120 bulan (10 tahun);
- Penyusutan investasi alat & bangunan terjadi dalam waktu 10 tahun secara *straight line*.

VI.3.2 Analisa Keuangan

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

Tabel VI.3 Parameter Perhitungan Ekonomi

PARAMETER	Nilai	Keterangan
Investasi Total	213,477,403.77	USD
Pajak pendapatan	35%	/tahun
Inflasi	5%	/tahun
Depresiasi	10%	/tahun
IRR	26.35%	/tahun
Nama Bahan	**Harga Rp**	**Keterangan**

Garam Industri	215.79	/jam
OPERASI		
Garam Industri	100,000	ton/tahun
Hari Operasi	330	hari
Modal Sendiri (60 %)	128,086,226.26	USD
Modal Pinjam (40 %)	85,390,817.51	USD

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

Dari hasil perhitungan pada Appendiks D, diperoleh nilai i = 24,05 %. Harga I sebesar 24,05 % yang diperoleh lebih besar dari harga I sebesar 9.75% untuk pinjaman kondisi modal bank.

Hal ini menunjukkan bahwa pabrik garam ini layak untuk didirikan dengan suku bunga sebesar = 9,75% pertahun.

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

Dari perhitungan yang dilakukan pada Appendiks D, untuk investasi sebesar = Rp. 849.357.939.302,47. Dengan cara interpolasi antara tahun ke-3 dan 4, diperoleh waktu pengembalian modal = 3,6 tahun.

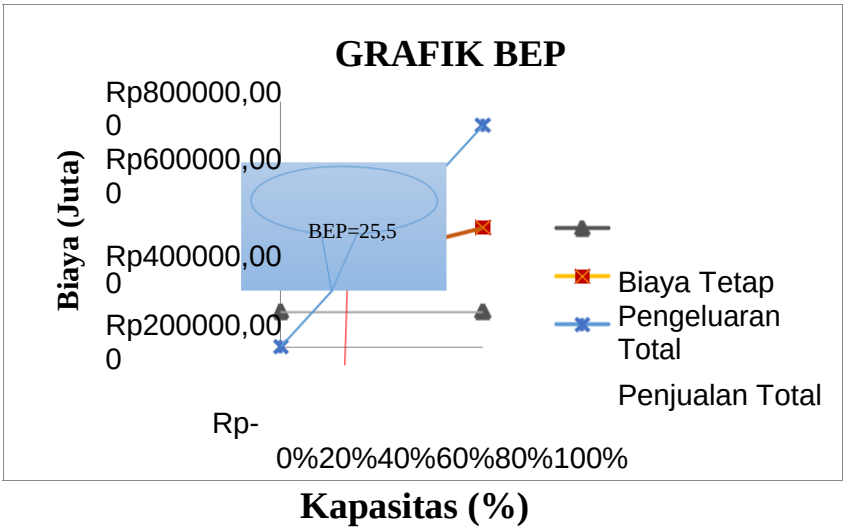
VI.3.5 Analisa Titik Impas (*Break Even Point / BEP*)

Analisa titik impas digunakan untuk mengetahui besarnya kapasitas produksi dimana biaya produksi total sama dengan hasil penjualan. Biaya tetap (FC), Biaya variabel (VC) dan Biaya semi variabel (SVC) , untuk biaya tetap tidak dipengaruhi oleh kapasitas produksi. Dari perhitungan yang dilakukan pada Appendiks D didapatkan bahwa Titik Impas (BEP) = 25,53% % seperti yang disajikan dalam Gambar VI.2 sebagai berikut :

Tabel VI.4. Ringkasan Hasil Perhitungan Analisis Ekonomi

No	Keterangan	Unit	Jumlah
1	*Total Capital Investment* (TCI)	Rp.	3,023,902,324,966.41

No	Keterangan	Unit	Jumlah
2	*Interest*	% per tahun	8
3	*Internal Rate of Return* (IRR)	%	24,05
4	*Pay Out Time* (POT)	tahun	3.6
5	*Break Even Point* (BEP)	%	25,53
6	Biaya Air laut	US$ per jam	0
7	Biaya $FeCl_3$	US$ per jam	112.07
8	Biaya $Na_2S_2O_5$	Per jam	7.52
9	Biaya NaOCl	US$ perjam	3.22
9	*Project Life*	Tahun	10
10	Waktu Konstruksi	Tahun	2
11	Operasi Per Tahun	Hari per tahun	320



Gambar VI.2 Grafik *Break Even Point (BEP)*

(Halaman ini Sengaja Dikosongkan)

BAB VII
KESIMPULAN

Dari perencanaan pabrik garam industri dari air laut yang telah dipaparkan pada bab-bab sebelumnya, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa pabrik ini layak didirikan dengan beberapa pertimbangan, yaitu dari segi pemasaran, garam industri merupakan garam dengan kadar NaCl yang tinggi untuk menunjang industri-industri berkembang sebagai bahan baku dan bahan penunjang. Dari segi bahan baku, aplikasi pabrik ini memberikan nilai tambah dari air laut yang sangat melimpah di Indonesia.

Proses yang dipilih untuk pelaksanaan pabrik ini digunakan empat proses yaitu pretreatment bahan baku air laut, pemurniaan, penguapan dan pengkristalan serta pengendalian produk. Pabrik yang direncanakan ini menggunakan menggunakan membrane reverse osmosis untuk pemurniaan, karena salinitas air laut masih kurang masih rendah sehingga perlu dilakukan pemurniaan.

Berdasarkan hasil yang telah dipaparkan pada bab-bab sebelumnya, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut

1. Perencanaan operasi : 320 hari/tahun
2. Kapasitas produksi : 300,000 ton/tahun
3. Bahan baku *decant oil* : 2,749,821.106 kg/jam (21,118,626.091 ton/tahun)
4. Umur pabrik : 10 tahun
5. Masa konstruksi : 2 tahun
6. Analisis ekonomi :
   - *Total Capital Investment* : Rp 3,023,902,324,966.41
   - *Internal Rate of Return* : 26.35 %
   - *Pay Out Time* : 3.6 tahun
   - *Break Even Point* : 26.23%

Berdasarkan hasil perhitungan Analisa ekonomi diatas, ternyata pabrik ini layak didirikan dengan IRR (Rate of return) sebesar 26.35% berada diatas bunga pinjaman bank sebesar 9.75%.

Dimana *Pay Out Time* sebesar 3.6 tahun dan *Break Even Point* sebesar 26.23%

DAFTAR PUSTAKA

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

Bank Indonesia, Administrator. 2017. *Suku Bunga Kredit Bank di Indonesia*. http://bi.go.id. (Diakses pada 1 Juli 2019, pukul 14.00 WIB.)

Badan Pusat Statistik, Administrator. 2018. *Komoditi Ekspor – Impor*. http://www.bps.go.id/. (Diakses pada 15 Maret 2019, pukul 10.00 WIB.)

Badan Pusat Statistik. https://ntt.bps.go.id (Diakses tanggal 20 Juni 2019 Pukul 22:00 WIB)

Cipollina, Andrea. 2009. *Seawater Desalination.* Lodon: Springer

Coker, Kayode. 2008. *Ludwig's Applied Process Design for Chemicals and Petrochemcal Plants.* German : Gulf Propesional

Damn, Van. 1994. *NORSOK Stnadard . Norwegia*: Norwegian Petrolium Standard

Elyanow et al. 2008. *Water Desalination Plant and System for Production of Pure Water and Salt* :Unites States Patent Application Public.

Geancoplis, Cristie, 1993. *Transport Processes and Unit Operation*. Mexico : Prentice-Hall

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

Kusnarjo. 2010. *Desain Bejana Bertekanan*. Surabaya: itspress.

Kusnarjo. 2010. *Desain Alat Penukar Panas.* Surabaya: itspress.

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

KKP. 2015. Analisis Data Pokok Kementrian Kelautan dan Perikanan.2015. Pusat Data Statistik dan Informasi. Kementrian Kelautan dan Perikanan

Kaya, Cuneyt. *et all.* 2015. *Pretreatment with Nanofiltration in seawater desalination-Preliminary integrated membrane test* : Urla, Turkey.

Ludwig. 1947. Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plants. Texas : Gulf Publish Company.

Matches, Administrator. *Index of Process Equipment*. http://www.matche.com. (diakses pada tanggal 5 mei 2019 pukul 15:30 WIB)

Othmer, Kirk. 2004. *Encyclopedia of Chemical Technology.* USA: Wiley.

Perry, Robert H. 1997. *Perry's Chemical Engineers' Handbook 8th Edition*. New York: Mc Graw Hill, Inc.

Smith, Robin. 2001. *Chemical Process Design and Integration*. USA: John Wiley & Sons Inc.

Timmerhaus, Klaus D. 1981. *Plant Design and Economics for Chemical Engineers*. Singapore: Mc Graw Hill, Inc.

Takashima. 2000. The Seawater pretreatment facilities for membrane at salt manufacturing co. Ltd. World Salt symposium salt.

Ulrich, Gael D. 1984. *A Giude to Chemical Engineering Process Design and Economics*. USA: John Wiley & Sons Inc.

Van Ness, Smith. 2001. *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics*. Singapore: Mc Graw Hill, Inc.

Widayat,Wahyu. 2007. Aplikasi Teknologi Pengolahan Air Asin : Selayar

Wallas, Stanley M. 1990. *Chemical Process Equipment Selection and Design.* Washington: Butterworth-Heinemann.