TUGAS DESAIN PABRIK KIMIA – TK184803

PRODUKSI GARAM FARMASI DARI AIR LAUT DENGAN METODE *ZERO DISCHARGE DESALINATION* DI KAB. PAMEKASAN

Nurul Rahmawati
NRP. 02211746000036

Rona B. Larasati
NRP. 02211746000038

Dosen Pembimbing :
Prof. Dr. Ir. Tri Widjaja, M.Eng
NIP. 19611021 198603 100 1
Setiyo Gunawan, S.T., Ph.D.
NIP. 19760323 200212 100 1

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

TUGAS DESAIN PABRIK KIMIA – TK184803

PRODUKSI GARAM FARMASI DARI AIR LAUT DENGAN METODE ZERO DISCHARGE DESALINATION DI KAB. PAMEKASAN

Nurul Rahmawati
NRP. 02211746000036

Rona B. Larasati
NRP. 02211746000038

Dosen Pembimbing :
Prof. Dr. Ir. Tri Widjaja, M.Eng
NIP. 19611021 198603 100 1
Setiyo Gunawan, S.T., Ph.D.
NIP. 19760323 200212 100 1

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

PLANT DESIGN PROJECT – TK184803

PRODUCTION OF PHARMACEUTICAL SALT FROM SEA WATER USING ZERO DISCHARGE DESALINATION METHOD IN PAMEKASAN

Nurul Rahmawati
NRP. 02211746000036

Rona B. Larasati
NRP. 02211746000038

Advisors :
Prof. Dr. Ir. Tri Widjaja, M.Eng
NIP. 19611021 198603 100 1
Setiyo Gunawan, S.T., Ph.D.
NIP. 19760323 200212 100 1

DEPARTMENT OF CHEMICAL ENGINEERING
FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA
2019

LEMBAR PENGESAHAN

"TUGAS DESAIN PABRIK KIMIA PRODUKSI GARAM FARMASI DARI AIR LAUT DENGAN METODE *ZERO DISCHARGE DESALINATION* DI KABUPATEN PAMEKASAN"

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

Oleh :

Nurul Rahmawati	**02211746000036**
Rona B. Larasati	**02211746000038**

Disetujui Oleh Tim Penguji Tugas Pra Desain Pabrik :

1. Prof. Dr. Ir. Tri Widjaja, M.Eng	.....	(Pembimbing I)
2. Setiyo Gunawan, S.T., Ph.D	.....	(Pembimbing II)
3. Dr. Ir. Sri Rachmania Juliastuti, M.Eng	.....	(Penguji I)
4. Hakun Wirawasista A., S.T., MMT., Ph.D	.....	(Penguji II)
5. Firman Kurniawansyah, S.T., M.Eng.Sc, Ph.D	.....	(Penguji III)

KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA

Surabaya, Juli 2019

INTISARI

Indonesia memiliki potensi sumber daya alam perairan yang sangat besar. Salah satu contoh kekayaan alam yang belum dapat dimanfaatkan secara maksimal adalah pengolahan garam. Berdasarkan Peraturan Menteri Perindustrian Republik Indonesia nomor 88/M-IND/PER/10/2014 garam dibedakan menjadi 2 berdasarkan fungsinya yaitu garam konsumsi dan garam industri. Garam industri sendiri masih dibagi lagi menjadi 6 kategori berdasarkan fungsinya. Salah satunya adalah garam farmasi yang memiliki kadar NaCl min. 99,8%. Garam farmasi digunakan sebagai bahan baku obat dan kosmetika. (Permenperin, 2014)

Kebutuhan garam farmasi di Indonesia tiap tahunnya meningkat sebanyak 5% berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik dan seluruhnya masih dipenuhi dengan impor dikarenakan belum adanya industri lokal yang dapat memproduksi garam farmasi dengan spesifikasi yang tepat. Berdasarkan kondisi tersebut, perlu dilaksanakan pendirian pabrik garam farmasi agar di masa yang akan datang Indonesia tidak perlu lagi mengimpor garam dan dapat melakukan swasembada garam.

Bahan baku yang digunakan pada industri farmasi ini adalah air laut dimana ketersediaannya tidak akan terlalu terpengaruh oleh cuaca maupun iklim di Indonesia dan jumlahnya yang sangat melimpah mengingat Indonesia merupakan negara maritim yang dua per tiga wilayah Indonesia adalah lautan. Lokasi yang dipilih untuk pendirian Pabrik Garam Farmasi direncanakan akan dibangun di kabupaten Pamekasan, Madura khususnya di Kecamatan Batu Marmar. Luas wilayah perairan Kabupaten Pamekasan ± 9.319,65 km^2 sehingga dapat menjamin kontinuitas produksi pada pabrik dalam jangka panjang.

Pabrik yang akan didirikan direncanakan akan memproduksi garam farmasi sebesar 40.000 ton/tahun pada tahun 2024 dengan waktu operasi 24 jam sehari selama 330 hari per tahun. Proses yang dipilih dalam pembuatan *sodium chloride*

adalah proses *Zero Discharge Desalination (ZDD)*, karena konsentrasi produk yang dihasilkan sangat tinggi, yaitu mencapai 99,98 %. Selain itu keunggulan dari metode ZDD adalah semua waste hasil produksi memiliki nilai jual, misalnya air desalinasi dan $Mg(OH)_2$. Metode elektrodialisis ini terbagi menjadi 4 unit proses yaitu Tahap *Pre-Treatment* Bahan Baku, Tahap Purifikasi, Tahap Pengeringan dan Tahap Pengendalian Produk.

Tahap pre-treatment bahan baku bertujuan untuk menghilangkan impurities dan *total suspended solid* yang terkandung didalam air laut agar tidak mengganggu proses selanjutnya, terutama pada proses *reverse osmosis* (RO). Air laut dipompa menuju tangki penampung untuk selanjutnya menuju proses filtrasi menggunakan *sandfilter*, pada tahap ini sebanyak 89.1% impurities akan terpisahkan. Filtrat dialirkan menuju tangki penampung sedangkan padatan yang terpisahkan dibuang pada *waste solid treatment*. Untuk menghilangkan impurities yang tersisa, filtrat kembali di filtrasi menggunakan *cartridge filter*. Pada tahap ini 100% impurities dapat dipisahkan beserta 90% *total suspended solid* berupa $MgSO_4$ dan $CaSO_4$. Filtrat dialirkan menuju tangki penampung untuk selanjutnya menuju tahap pemurnian bahan baku sedangkan padatan yang terpisahkan dibuang pada *waste solid treatment*.

Tahapan selanjutnya adalah pemurnian bahan baku. Air laut yang telah dihilangkan impurities nya mengalami pembagian aliran, yaitu aliran menuju *reverse osmosis (RO)* untuk memisahkan air laut dengan ion-ion garam dan aliran menuju *Pressure Exchanger* untuk merecovery energy yang dibawa konsentrat agar dapat mengurangi kebutuhan energi. Sebelum masuk kedalam proses RO, tekanan air laut dinaikkan dengan menggunakan HP Pump agar tekanan nya lebih tinggi dari tekanan osmotic sehingga pemisahan menggunakan membrane RO dapat berlangsung. Produk keluaran dari proses RO adalah air desalinasi dan konsentrat garam yang akan menuju proses selanjutnya. Setelah mengalami pemisahan pada membrane reverse osmosis, konsentrat dialirkan menuju electrodialyzer

untuk memisahkan garam-garam berdasarkan bilangan osidasinya. Garam dengan kation elektron valensi +1 (NaCl) mengalir ke konsentrat sebanyak 95% sedangkan garam dengan kation elektron valensi +2 ($MgSO_4$, $CaSO_4$, $MgCl_2$) mengalir ke konsentrat sebanyak 5%. Larutan konsentrat yang keluar dari proses electrodialyzer kemudian direaksikan dengan beberapa zat untuk menghilangkan $MgSO_4$, $CaSO_4$, $MgCl_2$ agar tercapai konsentrasi NaCl sesuai dengan persyaratan garam farmasi. Sedangkan aliran diluat direaksikan dengan NaOH untuk mendapatkan produk samping berupa $Mg(OH)_2$ yang masih memiliki nilai jual.

Proses pemisahan padatan yang terbentuk dari hasil reaksi berupa $CaCO_{3(S)}$ $Mg(OH)_{2(S)}$ dan $BaSO_{4(S)}$ menggunakan clarifier. Endapan terpisahkan secara sempurna sehingga larutan garam dapat menuju tahapan proses selanjutnya yaitu pengeringan.

Tahap proses pengeringan dimulai dengan mengkristalkan larutan garam dengan mengunakan *evaporative crystallizer*. Produk yang keluar dari *evaporative crystallizer* berupa slurry dengan perbandingan kristal : mother liquor sebesar 50% : 50%. Slurry tersebut kemudian mengalami tahap proses pengeringan dipisahkan dengan menggunakan centrifuge agar terpisah antara kristal dengan mother liquor. Mother liquor yang terpisahkan kemudian di recycle kembali pada proses kristalisasi sedangkan kristalnya di bawa menggunakan screw conveyor menuju rotary dryer untuk mengalami proses pengeringan sampai kadar air sekitar 3%. Setelah itu kristal garam didinginkan menggunakan *rotary cooler* hingga mencapai suhu ruang dengan menggunakan rotary cooler.

Tahapan proses selanjutnya adalah pengendalian produk. Kristal yang telah didinginkan kemudian diperkecil ukuran nya menggunakan roll crusher agar ukuran nya sesuai dengan standar ukuran kristal garam. Setelah dari crusher, kristal garam dilewatkan *vibrating screen* berukuran 100 mesh untuk menyeragamkan ukuran nya. Kristal yang tidak lolos screener di kembalikan ke crusher sedangkan yang telah lolos dibawa menuju

tangki penampungan produk akhir berupa garam farmasi dengan kemurnian sebesar 99.8%.

Berdasarkan perhitungan neraca massa, untuk memenuhi kpasitas produksi sebanyak 40.000 ton/tahun dibutuhkan bahan baku air laut sebesar 88925.92 kg/jam. Proses produksi juga didukung oleh utilitas proses, antara lain kebutuhan air yang digunakan untuk sanitasi, air proses, air pendingin, serta listrik sebagai sumber tenaga penggerak peralatan proses dan penerangan.

Pabrik garam farmasi ini merupakan perusahaan berbadan hukum Perseroan Terbatas (PT) dengan sistem organisasi garis dan staff. Modal investasi yang digunakan untuk dapat mendirikan pabrik ini adalah sebesar Rp. 1,176,608,822,419.54 ; total biaya produksi sebesar Rp. 583,601,625,021.8 dengan estimasi penjualan per tahun Rp 944,253,510,948.00 .

Berdasarkan estimasi umur pabrik 10 tahun dengan pengembalian pinjaman selama 10 tahun dapat diketahui *internal rate of return* (IRR) sebesar 21%, *pay ot time* (POT) selama 5.06 tahun dan *break even point* (BEP) sebesar 32.05%.

KATA PENGANTAR

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

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

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

Surabaya atas bimbingan, saran dan motivasi yang diberikan..

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

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

Surabaya, Juli 2019

Penyusun

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN ii
INTISARI iii
KATA PENGANTAR v
DAFTAR ISI vii
DAFTAR GAMBAR viii
DAFTAR TABEL ix
BAB I PENDAHULUAN
I.1 Latar Belakang.....I-1
BAB II BASIS DESAIN DATA
II. 1 Kapasitas II-1
II. 2 Lokasi II-3
II. 3 Kualitas Bahan Baku dan Produk.....II-11
BAB III SELEKSI DAN URAIAN PROSES
III.1 Tipe-Tipe Proses III-1
III.2 Pemilihan Proses III-4
III.3 Uraian Proses III-8
BAB IV NERACA MASSA DAN ENERGI
IV. 1 Neraca Massa.....IV-1
IV. 2 Neraca Energi IV-22
BAB V DAFTAR HASRGA PERALATAN
V. 1 Kapasitas..... V-1
BAB VI ANALISA EKONOMI
VI.1 Pengelolaan Sumber Daya Manusia.....VI-1
VI.2 Utilitas VI-12
VI.3 Analisa Ekonomi..... VI-15
BAB VII KESIMPULAN VII-1
DAFTAR PUSTAKA xiii

DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1 Pengelompokan Garam I-3
Gambar II.1 Hasil penilaian parameter pembanding lokasi pendirian pabrik *ysisis*.....II-6
Gambar II.2 Hasil perbandingan seleksi lokasi II-7
Gambar II.3 Rencana Lokasi Pendirian Pabrik Garam Farmasi..... II-10
Gambar III.1 Diagram Blok Proses *Zero Discharge Desalination*.....III-3
Gambar III.2 Diagram Blok Proses *Electrodialisis* III-4
Gambar III.3 Hasil Pembobotan Setiap Parameter Metode Pembuatan GaramFarmasi.....III-7
Gambar III.4 Hasil Pembobotan Setiap Metode Proses Pembuatan Garam Farmasi.....III-8
Gambar VI.1 Struktur Organisasi Perusahaan VI-2
Gambar VI.2 Kebutuhan Pekerja Operator untuk Industri Kimia.....VI-7
Gambar VI.3 Grafik Titik Impas (Break Event Point) VI-14

DAFTAR TABEL

Tabel I.1 Perusahaan yang Membutuhkan Garam Farmasi di Indonesia I-4
Tabel II.1 Data Impor Garam Farmasi II-1
Tabel II.2 Konsumsi dan Pertumbuhan Garam di Indonesia II-2
Tabel II.3 Parameter pembanding lokasi pendirian pabrik II-4
Tabel II.4 Luas Penggunaan Lahan di Kecamatan Pesisir Kabupaten Pamekasan II-9
Tabel II.5 Komposisi Air Laut Madura II-11
Tabel II.6 Fraksi Massa Komponen Penyusun Air Laut II-12
Tabel II.7 Spesifikasi produk Garam Farmasi II-12
Tabel III.1 Perbandingan parameter proses pembuatan garam industri III-6
Tabel IV.1 Neraca Massa Tangki Penampung (F-112) .. IV-1
Tabel IV.2 Neraca Massa Sand Filter (H-110) IV-2
Tabel IV.3 Neraca Massa Settling Tank (H-120) IV-2
Tabel IV.4 Neraca Massa Tangki Penampung (F-211) ... IV-3
Tabel IV.5 Neraca Massa Splitter IV-4
Tabel IV.6 Neraca Massa Sebelum Masuk RO IV-4
Tabel IV.7 Neraca Massa Reverse Osmosis (H-210) IV-5
Tabel IV.8 Neraca Massa Pressure Exchanger (X-215) IV-6
Tabel IV.9 Neraca Massa Elektrodializer (H-220) IV-7
Tabel IV.10 Neraca Massa Mixing Tank (M-511) IV-8
Tabel IV.11 Neraca Massa Settling Tank (H-510) IV-8
Tabel IV.12 Neraca Massa Tangki Penampung (F-514) .. IV-9
Tabel IV.13 Neraca Massa Mixer (M-222) IV-10
Tabel IV.14 Neraca Massa Mixer (M-224) IV-11
Tabel IV.15 Neraca Massa Mixer (M-225) IV-12
Tabel IV.16 Neraca Massa Settling Tank H-223 ..... IV-12
Tabel IV.17 Neraca Gabungan aliran Recycle IV-13
Tabel IV.18 Neraca Massa Evaporative Crystallizer (V-310) IV-18

Tabel IV.19 Neraca Massa Centrifuge (H-314) IV-15
Tabel IV.20 Neraca Massa Screw Conveyor (J-321)..... IV-16
Tabel IV.21 Neraca Massa Rotary Dryer (B-320)..... IV-16
Tabel IV.22 Neraca Massa Cyclone (J-322)..... IV-17
Tabel IV.23 Neraca Massa Screw Conveyor (J-331)..... IV-18
Tabel IV.24 Neraca Massa Cooler (B-330)..... IV-19
Tabel IV.25 Neraca Massa Cyclone (H-33) IV-19
Tabel IV.26 Neraca Massa Gabungan aliran keluaran Cooler (E-330) dan Cyclone H-322 ..... IV-20
Tabel IV.27 Neraca Massa Bucket Elevator (J-411)..... IV-20
Tabel IV.28 Neraca Massa Crusher (C-430)..... IV-21
Tabel IV.29 Neraca Massa Screener (H-412) IV-21
Tabel IV.30 Neraca Energi Tangki Penampung (F-413) .. IV-22
Tabel IV.31 Neraca Energi Neraca Energi Mixer (M-222) IV-22
Tabel IV.32 Neraca Energi Mixer (M-511)..... IV-23
Tabel IV.33 Neraca Energi Gabungan Aliran Recycle IV-23
Tabel IV.34 Neraca Energi Heat Exchanger (E-312)..... IV-24
Tabel IV.35 Neraca Energi Evaporative Crystallizer (V-310) IV-24
Tabel IV.36 Neraca Energi Rotary Dryer (B-320)..... IV-25
Tabel IV.37 Neraca Energi Heater (E-325)..... IV-25
Tabel IV.38 Neraca Energi Cooler (B-330) IV-26
Tabel V.1 Spesifikasi Pompa (L-111)..... V-1
Tabel V.2 Spesifikasi Kolam Penampung (F-112) V-1
Tabel V.3 Spesifikasi Pompa (L-113)..... V-1
Tabel V.4 Spesifikasi Sand Filter (H-110)..... V-2
Tabel V.5 Spesifikasi Pompa (L-121)..... V-2
Tabel V.6 Spesifikasi Cartridge Filter (H-120) V-2
Tabel V.7 Spesifikasi Tangki Penampung (F-213)..... V-3
Tabel V.8 Spesifikasi Pompa (L-213)..... V-3
Tabel V.9 Spesifikasi Reverse Osmosis (H-210) V-4
Tabel V.10 Spesifikasi High Pressure Pump (L-212)..... V-4
Tabel V.11 Spesifikasi Pressure Exchanger (X-215)..... V-4
Tabel V.12 Spesifikasi Booster Pump (L-214) V-5

Tabel V.13 Spesifikasi Pompa (L-221A) V-5
Tabel V.14 Spesifikasi Electrodialysis (L-220)..... V-5
Tabel V.15 Spesifikasi Pompa (L-221B) V-6
Tabel V.16 Spesifikasi Mixer (M-222)..... V-6
Tabel V.17 Spesifikasi Pompa (L-221C) V-6
Tabel V.18 Spesifikasi Settling Tank (H-213) V-7
Tabel V.19 Spesifikasi Pompa (L-221D)..... V-8
Tabel V.20 Spesifikasi Pompa (L-311)..... V-8
Tabel V.21 Spesifikasi Evaporative Crystallizer (V-310) V-8
Tabel V.22 Spesifikasi Pompa (L-315)..... V-8
Tabel V.23 Spesifikasi Pompa (L-221G)..... V-9
Tabel V.24 Spesifikasi Pompa (M-511)..... V-9
Tabel V.25 Spesifikasi Pompa (L-512)..... V-9
Tabel V.26 Spesifikasi Settling Tank (H-510) V-10
Tabel V.27 Spesifikasi Mixer (M-225)..... V-11
Tabel V.28 Spesifikasi Pompa (L-221F)..... V-11
Tabel V.29 Spesifikasi Pompa (L-513)..... V-11
Tabel V.30 Spesifikasi Pompa (L-221E) V-12
Tabel V.31 Spesifikasi Blower (G-122)..... V-12
Tabel V.32 Spesifikasi Centrifuge (H-314) V-12
Tabel V.33 Spesifikasi Screw Conveyor (J-321)..... V-12
Tabel V.34 Spesifikasi Rotary Dryer (B-320)..... V-13
Tabel V.35 Spesifikasi Cyclone I (H-322)..... V-13
Tabel V.36 Spesifikasi Screw Conveyor II (J-311)..... V-13
Tabel V.37 Spesifikasi Cooler (E-330)..... V-14
Tabel V.38 Spesifikasi Cyclone (H-332) V-14
Tabel V.39 Spesifikasi Bucket Elavator (J-411) V-14
Tabel V.40 Spesifikasi Crusher (C-410)..... V-15
Tabel V.41 Spesifikasi Screener (H-412) V-16
Tabel V.42 Spesifikasi Heater (E-325) V-16
Tabel V.43 Spesifikasi Air Filter (H-324)..... V-16
Tabel V.44 Spesifikasi Mixer (M-224)..... V-16
Tabel V.45 Spesifikasi Tangki Produk (F-413)..... V-17
Tabel V.46 Spesifikasi Tangki Mg(OH)2 (F-413) V-17
Tabel V.47 Spesifikasi Tangki Air (F-515)..... V-17

Tabel VI.1 Daftar Kebutuhan Karyawan Pabrik Garam Farmasi VI-10
Tabel VI.2 Jadwal Shift Dengan Sistem 2-2-2 ..... VI-12
Tabel VI.3 Parameter Perhitungan Ekonomi VI-16

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Indonesia secara geografis membentang dari 6° LU sampai 11^oLS dan 92° sampai 142° BT. Sebagai Negara kepulauan Indonesia terdiri dari pulau-pulau besar dan kecil yang jumlahnya kurang lebih 17.505 pulau. Luas total wilayah Indonesia adalah 7,81 juta km2 yang terdiri dari 2,01 juta km^2 daratan, 3,25 juta km^2 lautan, dan 2,55 juta km^2 Zona Ekonomi Eksklusif (ZEE). Selain itu Indonesia memiliki luas perairan yang lebih besar dari pada luas daratan, diamana tiga per-empat wilayahnya adalah laut (5,9 juta km^2) dengan panjang garis pantai 95.161 km, maka dari itu Indonesia disebut sebagai Negara Maritim. (Ridwan, 2013)

Sebagai negara maritim Indonesia memiliki potensi sumber daya alam perairan yang sangat besar. Potensi yang dimaksud adalah kekayaan alam lain seperti ikan laut, rumput laut, mineral garam terlarut, mutiara serta tambang minyak bumi. Namun kekayaan alam tersebut belum dapat dimanfaatkan secara maksimum karena terkandalanya SDM dan teknologi yang ada.

Salah satu contoh kekayaan alam yang belum dapat dimanfaatkan secara maksimal adalah pengolahan garam. Garam merupakan benda kristal padat berwarna putih dengan komponen utama penyusunnya adalah Natrium Klorida (NaCl) dan mengandung beberapa pengotor seperti Magnesium Sulfat (MgSO4), Kalsium Sulfat (CaSO4), Magnesium Klorida (MgCl2), dan lain-lain.

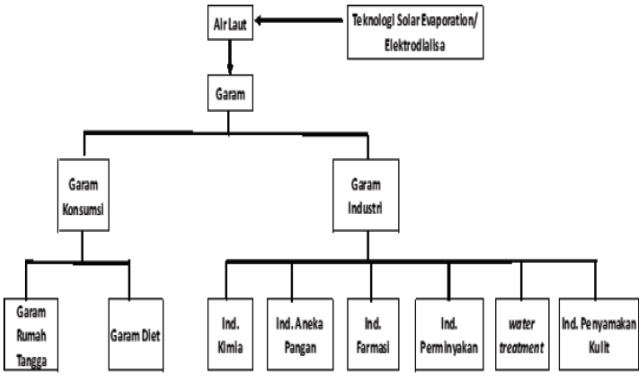
Di Indonesia kebanyakan garam masih diolah secara konvensional oleh petani garam yang memanfaatkan panas matahari yang disebut metode *solar evaporation* sehingga produksi garam ini sangat tergantung pada cuaca. Metode tersebut dilakukan dengan mengalirkan air laut ke dalam 5 buah petak peminihan (evaporating pond) secara bertahap. Proses evaporasi

air laut terjadi di dalam petak peminihan ini bertujuan untuk membuat kandungan NaCl semakin pekat. Air dari petak kelima dimana konsentrasi NaCl nya paling tinggi kemudian dialirkan ke meja garam untuk dikristalkan. Proses ini membutuhkan waktu sekitar 10 hari dan garam yang dihasilkan memiliki kualitas rendah dengan konsentrasi NaCl kurang lebih sebesar 88% garam inilah yang disebut garam rakyat. Garam rakyat ini akan diproses lebih lanjut untuk memenuhi spesifikasi sebagai garam konsumsi maupun garam industri.

Berdasarkan Peraturan Menteri Perindustrian Republik Indonesia nomor 88/M-IND/PER/10/2014 garam dibedakan menjadi 2 berdasarkan fungsinya yaitu garam konsumsi dan garam industri. Garam konsumsi adalah garam yang digunakan untuk konsumsi atau dapat diolah menjadi garam rumah tangga dan garam diet, sedangkan garam industri adalah garam yang digunakan sebahai bahan baku/penolong pada proses industri.

Garam industri sendiri dapat dikategorikan menjadi enam berdasarkan fungsinya, salah satunya yaitu garam farmasi. Garam untuk industri farmasi adalah garam yang digunakan sebagai bahan penolong pada industri farmasi.

Spesifikasi garam untuk industri farmasi adalah jenis garam dengan kadar NaCl min 99.8%, dengan kadar impurities mendekati 0%. Garam jenis ini digunakan pada industri farmasi antara lain pembuatan cairan infus, cairan pembersih darah (haemodialisa) atau garam murni (pure analysis-p.a).



Gambar I.1 Pengelompokan Garam berdasarkan Permenpein No.88/M-IND/PER/2014

Kebutuhan garam farmasi di Indonesia tiap tahunnya meningkat sebanyak 5% berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik. Namun sampai saat ini garam farmasi di Indonesia masih dipenuhi dengan impor. Patut disayangakan melihat kenyataan bahwa Indonesia memiliki panjang garis pantai terpanjang kedua di dunia dan justru impor garam farmasi dari beberapa Negara seperti Australia, India, dan China yang memiliki panjang garis pantai lebih pendek yaitu 25.760 km,7516,6 km, dan 18.000 km berturut-turut. Sampai akhirnya Indonesia mendirikan pabrik garam farmasi pada tahun 2014 dan mulai beroperasi pada tahun 2016. Pabrik tersebut masih menjadi satu-satunya pabrik penghasil garam farmasi di Indonesia dan belum bisa memenuhi kebutuhan garam farmasi di Indonesia. Berikut adalah data kosumen garam farmasi di Indonesia :

Tabel I.1 Perusahaan yang Membutuhkan Garam Farmasi di Indonesia

No.	Perusahaan	Alamat
1.	PT Bison Industri Farmasi	Raya Kapuk Kamal No 87, Jakarta Utara, DKI Jakarta Telp. 6194094
2.	PT Dunia Sehat Kimia Farmasi	Kp. Kedinggede Rt. 03/01, Bekasi, Jawa Barat Telp. 022-8806713
3.	PT Farmasi Dewi Tunjong	Jl Yos Sudarso Km 7,2/ Jl.garut No.10, Medan, Sumatera Utara Telp. 061-612177-7574622
4.	PT Ikapharmindo Putramas	Jl Pulogadung No 29 Kip, Jakarta Timur, DKI Jakarta Telp. 021-4600086
5.	PT Industri Farmasi Pembangunan	Jl Raya Bogor Km 20 No 113, Jakarta Timur, DKI Jakarta Telp. 021-8091603/8093720
6.	PT Industri Farmasi Tribuana / PT IFARS	Jl. Solo-sragen Km. 14,9, Karanganyar, Jawa Tengah Telp. 0271-656220
7.	PT Meprofarm	Jl Soekarno Hatta No 789, Bandung, Jawa Barat Telp. 022-7805588
8.	PT Samphindo Kimia Dan Farmasi	Jl.diponegoro Km 38,5 Tambun, Bekasi, Jawa

		Barat Telp. 0218801633
9.	PT Universal Farmasi	Jl. Yos Sudarso No. 347 Bb, Medan, Sumatera Utara Telp. 061-6611112
10.	PT Novel Farmasi	Jl.raya Tajung Gn Putri, Bogor, Jawa Barat Telp. 021-8672448-49

Sumber: Kemenperin, 2019

Berdasarkan Peraturan Menteri Perindustrian Republik Indonesia nomor 88/M-IND/PER/10/2014 penggunaan garam farmasi dapat dibedakan menjadi 2 kelompok, yaitu:

1. Sebagai Bahan Baku Kosmetika
   Natrium klorida farmateis (garam farmasi) digunakan sebagai salah satu bahan campuran pada pembuatan sabun dan *shampoo.*
2. Sebagai Bahan Baku Obat
   Garam farmasi umumnya digunakan untuk pembuatan produk-produk farmasi. diantaranya sebagai bahan baku sediaan infus, produksi tablet, pelarut vaksin, sirup, oralit, cairan pencuci darah, minuman kesehatan, dan produk farmasi lainnya.

Pada tahun 2017 tercatat terdapat sekitar 214 perusahaan farmasi. Angka tersebut akan terus bertambah dengan berjalannya waktu. Namun dominasi Bahan Baku Obat (BBO) impor yang tinggi ke Indonesia dengan angka yang mencapai 95% telah menjadi perhatian sangat serius dari Pemerintah.

Kegiatan pemenuhan bahan baku obat di Indonesia sudah mulai dilakukan sejak tahun 2016 dengan didirikannya pabrik garam farmasi di Indonesia. Hingga

saat ini Indonesia hanya memiliki satu produsen garam farmasi dengan kapasitas 2000 ton per tahun.

Pada tanggal 15 Maret 2018, Presiden Joko Widodo telah menandatangani Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 9 Tahun 2018 tentang Tata Cara Pengendalian Impor Komoditas Perikanan dan Komoditas Pergaraman sebagai Bahan Baku dan Bahan Penolong Industri. Dalam PP ini ditegaskan, Pemerintah Pusat mengendalikan impor komoditas perikanan dan komoditas pergaraman dalam rangka menjamin perlindungan dan pemberdayaan nelayan, pembudidayaan ikan, dan petambak garam, sekaligus menjamin ketersediaan dan penyaluran sumber daya alam untuk industri dalam negeri. Sehingga dampaknya impor garam mulai dibatasi. Maka untuk memenuhi kebutuhan bahan baku obat perlu didirikan pabrik garam baru.

Harga garam farmasi impor yang masuk ke Indonesia telah mencapai Rp20.000,- Rp30.000,- pada tahun 2016. Diharapkan dengan adanya pabrik baru akan memberikan solusi dari mahalnya bahan baku obat yang nantinya diharapkan juga nantinya akan mempengaruhi harga obat-obat yang beredar di Indonesia. Oleh karena itu, peluang untuk memasuki pasar garam farmasi masih terbuka lebar. Dari permasalahan di atas kami memilih topik tugas akhir pra desain pabrik, yaitu pra desain pabrik garam farmasi.

Bahan baku pembuatan garam farmasi ada 2 yaitu dapat menggunakan garam rakyat atau air laut. Dalam tugas akhir pra desain pabrik ini kami memilih menggunakan air laut sebagai bahan bakunya, karena bila menggunakan garam rakyat terdapat beberapa kelemahan yaitu kadar NaCl berbeda-beda pada setiap hasil produksi dan sangat tergantung pada cuaca dalam pembuatannya sendiri. Sedangkan air laut tidak terpengaruh oleh cuaca maupun iklim serta jumlahnya melimpah tak terbatas.

Air laut adalah larutan kompleks yang bersifat agak basa (pH 7,5-8,4) dengan elemen seperti Klorin (Cl^-), Natrium (Na^+), Magnesium (Mg), Sulfat (SO_4^{2-}), Kalsium (Ca^{2+}), dan Kalium (K^+). Konsentrasi campuran unsur-unsur tersebut beragam dan berbeda tergantung pada faktor tempat (geografis) dan fisik pengukuran salinitas air larut dalam ppt (%). Laut di garis lintang subtropics memililki salinitas tertinggi sebagai akibat dari suhu yang kebih tinggi, sedangkan laut di kawasan temperature sedang memiliki salinitas yang lebih rendah karena adanya evaporasi. Salinitas adalah tingkat keasinan tatu kadar garam terlarut dalam air. Salniitas juga mengacu pada kandungan garam dalam tanah. Laut terbuka memiliki salinitas tetap dengan kisaran 34-37%. Kawasan tertutup seperti Laut Merah dan Teluk Ara memiliki salinitas 44% (Paweka, 2017).

Air laut adalah zat pelarut yang mampu melarutkan zat-zat lain dalam jumlah yang lebih besar dari zat cair lain. Sifat ini dapat dilihat dari banyaknya unsur-unsur pokok yang terdapat dalam air laut. Diperkirakan hampir sebesar 48.000 triliun ton garam yang larut dalam air laut. Garam-garam tersebut terdiri dari sodium chloride 38.000 triliun ton, sulphates 3.000 triliun ton, magnesium 1.600 triliun ton, potassium 480 triliun ton, dan bromide 83 triliun ton. (Nur, 2012).

BAB II

BASIS DESAIN DATA

II.1 Kapasitas Produksi

Kapasitas produksi pabrik merupakan hal yang perlu dipertimbangkan dengan baik saat perancangan pendirian pabrik. Karena kapasitas akan memiliki peranan penting dalam perhitungan teknis maupun ekonomis dari pabrik tersebut. Penentuan kapasitas produksi pabrik garam farmasi ini berdasarkan pada *supply demand* garam farmasi nasional. Untuk mendapatkan kapasitas produksi yang optimal maka diperlukan data-data antara lain data jumlah konsumsi, produksi, impor, dan ekspor garam farmasi dalam kurun waktu 5 tahun terakhir.

Konsumsi garam farmasi diperkirakan sama dengan nilai impor per tahunnya dikarenakan sebelum tahun 2016 belum ada pabrik yang memproduksi garam farmasi di Indonesia, sehingga semua kebutuhan garam farmasi dipenuhi dengan impor. Pada tahun 2016 Kimia Farma bekerja sama dengan BPPT mendirikan pabrik garam farmasi di wilayah Jombang, Jawa Timur dengan kapasitas terpasang sebesar 2000 ton/tahun. Oleh karena itu diharapkan dengan pendirian pabrik garam farmasi yang baru ini dapat memenuhi kebutuhan garam farmasi dalam negeri sehingga tidak ada impor mulai tahun 2023.

Berikut adalah perhitungan kapasitas produksi pabrik garam farmasi :

Tabel II-1 Data Impor Garam Farmasi

Tahun	Jumlah (ton)
2014	2.267.094
2015	1.861.849
2016	2.137.799
2017	2.367.392
2018	2.836.973

Sumber:BPS.go.id

Dari data impor yang tersedia maka dapat dihitung pertumbuhan rata-rata konsumsi garam farmasi di Indonesia :

Tabel II-2 Konsumsi dan Pertumbuhan Garam di Indonesia

No.	Tahun	Impor = Konsumsi (ton)	Pertumbuhan (%)
1	2014	2.267.094	
2	2015	1.861.849	-0,17875
3	2016	2.137.799	0,148213
4	2017	2.367.392	0,107397
5	2018	2.836.973	0,198354
Rata-Rata Pertumbuhan			0,068803

Konsumsi garam farmasi di Indonesia pada tahun 2024 dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

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

$$F = 2.836.973 (1 + 0,068803)^5$$

F = 3.956.794 ton/tahun

dimana , F = Perkiraan Kebutuhan pada tahun 2024 (ton)

F_o = Kebutuhan pada tahun 2018 (ton)

i = Pertumbuhan rata – rata

n = Selisih waktu (tahun)

(Peter & Timmerhaus, 2003)

Maka dari perkiraan konsumsi garam farmasi pada tahun 2024 sebesar 3.956.794 ton/tahun kapasitas pabrik yang akan didirikan pada tahun 2024 diprediksi sebanyak :

$$m1 + m2 + m3 = m4 + m5$$

$$m3 = m4 + m5 – (m1 + m2)$$

$$m3 = 0 + 3.956.794 \text{ ton/tahun} – (0 + 2.000 \text{ ton/tahun})$$

$$m3 = 3.954.794 \text{ ton/tahun}$$

dimana:

m1 : Nilai impor pada tahun N
m2 : Nilai produksi pabrik dalam negeri tahun N
m3 : Potensi kapasitas pabrik yang akan didirikan (ton/tahun)
m4 : Nilai ekspor pada tahun N
m5 : Nilai konsumsi pabrik dalam negeri tahun N

Kapasitas pabrik yang akan didirikan adalah 1% dari potensi kapasitas yang ada, maka kapasitas pabrik yang akan beroperasi sebesar 40.000 ton/tahun dengan mengoperasikan pabrik 24 jam sehari selama 330 hari per tahun.

II.2 Lokasi Pabrik

Lokasi suatu pabrik kimia memberikan kontribusi yang besar terhadap kesuksesannya. Berbagai macam faktor harus dipertimbangkan secara mendalam dalam pemilihan lokasi pabrik yang akan didirikan. Lokasi yang dipilih diharapkan memberikan biaya produksi dan distribusi minimum. Perlu dipertimbangkan juga kemungkinan adanya ekspansi pabrik serta kondisi lingkungan yang kondusif agar pabrik dapat beroperasi dengan lancar. Secara garis besar Peters dan Timmerhaus (1991) menyebutkan faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan lokasi pabrik antara lain: (1) Ketersediaan bahan baku, (2) Pemasaran, (3) Ketersediaan energy, (4) Iklim, (5) Fasilitas transportasi, (6) Suplai air, (7) Pembuangan limbah, (8) Suplai tenaga kerja, (9) Peraturan daerah dan pajak, (10) Karakteristik

tempat, (11) Perlindungan dari banjir dan kebakaran dan (12) Faktor penduduk.

Menurut Pusat Riset Wilayah Laut dan Sumberdaya Non-Hayati Badan Riset Kelautan dan Perikanan (2006), kadar salinitas air laut yang bagus sebagai bahan baku pembuatan garam adalah 25-35 ppt. Berdasarkan kadar salinitas tersebut ada dua daerah yang berpotensi tinggi untuk menjadi tempat pendirian pabrik. Pertama adalah Pulau Madura dimana sangat dikenal sebagai pulau garam. Menurut Syafararisa (2018) dari rentang waktu tahun 2011-2016 kadar salinitas pada perairan laut Madura adalah sebesar 31-33 ppt. Kedua adalah Kabupaten Sumba Timur Provinsi Nusa Tenggara Timur, dimana menurut Suniada (2011) kadar salinitas perairan laut daerah Sumba Timur adalah 22,9-37,5 ppt. Selain itu, kedua daerah tersebut juga memiliki musim panas yang lebih panjang dibanding daerah lain di Indonesia. Untuk menentukan daerah mana yang paling potensial untuk dijadikan lokasi pabrik, maka digunakan metode pembobotan dengan mengambil beberapa parameter sebagai berikut :

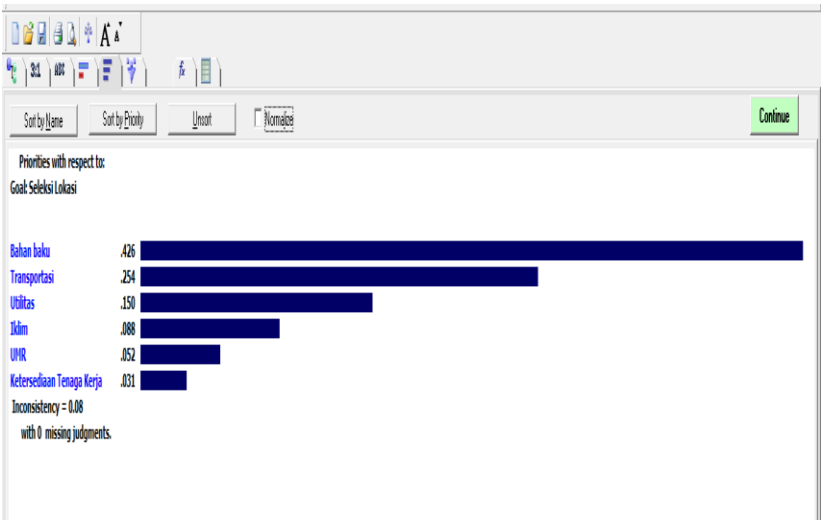
Tabel II-3 Parameter pembanding lokasi pendirian pabrik

Parameter	Kondisi	
	Kabupaten Pamekasan	**Kabupaten Sumba Timur**
Ketersediaan Bahan Baku (Tinjauan : Kadar Salinitas Air Laut) Sumber : [a]syafararisa, 2018 [b]Suniada, 2012	[a]31-33 ppt	[b]22,9-37,5 ppt
Iklim	[c]Suhu : 28-30°C Kelembaban : 80% Curah Hujan : ±	[d]Suhu : 27-36°C Kelembaban : 70-74% Curah Hujan : ±

Sumber : [c]Pamekasankab.go.id [d]sumbatimurkab.go.id	1.260 mm/tahun Lama Musim Kemarau : 4-6 bulan	1.030 mm/tahun Lama Musim Kemarau : 6-8 bulan
Utilitas (Tinjauan : Daya listrik terpasang dari PLN)	8.199,50 MW (Prov. Jawa Timur)	302.69 MW (Prov. NTT)
Ketersediaan tenaga kerja Sumber : bps.go.id	Terdapat 21 juta agkatan kerja di Provinsi Jawa Timur tahun 2018	Terdapat 2,49 juta agkatan kerja di Provinsi NTT tahun 2018
Kosumen Sumber : kemenperin, 2019	1. PT Henson Farma (Surabaya) 2. PT Infarmind (Pasuruan) 3. PT. Widatra Bhakti (Pasuruan) 4. PT Indofarma (Surabaya) 5. Dll.	Tidak terdapat pabrik farmasi di daerah NTT, sehingga target konsumen berada di luar daerah Provinsi NTT
Gaji minimum tenaga kerja Sumber : finance.detik.com	Rp 1.763.267,65	Rp 1.793.298,00
Transportasi (Tinjauan : Jarak pemasaran produk) Sumber : googleearth.com	126 km	1.425 km

Dengan menggunakan *software expert choice* maka dapat di ketahui lokasi yang terbaik untuk mendirikan pabrik ditinjau

dari jumlah bobot yang paling besar. Berikut ini merupakan hasil penilaian prioritas parameter pembanding lokasi :



Gambar II-1 Hasil penilaian parameter pembanding lokasi pendirian pabrik

Dari perbandingan di atas diperoleh hasil prioritas parameter pembanding secara berurutan yaitu ketersediaan bahan baku, transportasi, utilitas, iklim, UMK, ketersediaan tenaga kerja, dengan inconsistency sebesar 0.08.

Selanjutnya dari parameter-parameter tersebut dilakukan perbandingan untuk memilih lokasi yang paling sesuai. Hasilnya sebagai berikut :

Gambar II-2 Hasil perbandingan seleksi lokasi

Berdasarkan hasil pemilihan lokasi menggunakan expert choice diperoleh hasil Kabupaten Pamekasan sebesar 0.761 dan Sumba Timur sebesar 0.239, maka dipilih lokasi Kabupaten Pamekasan, Jawa Timur sebagai lokasi pendirian pabrik garam farmasi dari air laut. Secara administrasi Kabupaten Pamekasan terletak pada 6°51'-7°31' lintang selatan dan 113°19'-113°58' bujur timur. dengan batas-batas wilayah :

Utara : Laut Jawa
Selatan : Selat Madura
Timur : Kabupaten Sumenep
Barat : Kabupaten Sampang

Pesisir pantai di Kabupaten Pamekasan dibagi menjadi wilayah selatan yang terdiri dari kecamatan Galis, Pademaru, Tlanakan dan wilayah utara yang terdiri dari kecamatan Pasean dan batumarmar. Dibandingkan dengan pesisir selatan, jumlah sungai yang bermuara ke laut di pesisir utara lebih sedikit dan lebih pendek yakni 102,97 km berbanding 298,96 km. Dengan demikian kemungkinan air laut pesisir utara memiliki salinitas yang lebih tinggi daripada pesisir selatan, karena lebih

sedikitnya mekanisme pengenceran air laut oleh air sungai. Selain itu di daerah pesisir utara juga masih banyak terdapat lahan kosong dibanding dengan daerah pesisir selatan, berikut adalah data penggunaan lahan kedua daerah pesisir (Efendi dkk, 2014) :

Tabel II-4 Luas Penggunaan Lahan di Kecamatan Pesisir Kabupaten Pamekasan

Kecamatan	Batu Marmar	Galis	Pademawu	Pasean	Tlanakan
Penggunaan Lahan	**Luas (Ha)**	**Luas (Ha)**	**Luas (Ha)**	**Luas (Ha)**	**Luas (Ha)**
Mangrove	185,45	135,86	266,96	188,16	133,62
Pemukiman	399,81	205,84	731,00	203,39	270,30
Sawah	150,69	598,05	1.653,29	73,36	1.036,60
Sungai	-	1,62	7,43	-	0,08
Tambak Garam	-	1.108,41	740,96	-	48,81
Tanah Terbuka	2.130,42	237,45	672,21	636,92	310,88
Tegalan	6.694,38	1.015,51	2.548,58	6.361,19	3.359,92
Vegetasi	353,85	99,85	59,52	299,33	179,34

Sumber: Hasil analisi citre satelit ALOS,2012

.

Dari tabel di atas diketahui bahwa Kecamatan Batu Marmar memiliki tanah terbuka yang paling luas sehingga lokasi spesifik yang akan digunakan untuk pendirian pabrik garam farmasi yaitu di Kecamatan Batu Marmar

Gambar II-3 Rencana Lokasi Pendirian Pabrik Garam Farmasi

II.3 Kualitas Bahan Baku dan Produk

II.3.1 Potensi Bahan Baku

Indonesia secara geografis merupakan sebuah negara kepulauan dengan dua pertiga luas lautan lebih besar daripada daratan. Kabupaten Pamekasan memiliki luas perairan 9.319,65 km² dengan panjang pantai 577,76 km. Oleh karena itu demi memanfaatkan potensi sumber daya alam yang ada maka dipilih bahan baku pembuatan garam farmasi dari air laut. (sumber : BAKOSURTANAL dan UU Pemda No. 32 Tahun 2004)

II.3.2 Spesifikasi Bahan Baku

Berikut adalah komponen penyusun air laut daerah Madura :

Tabel II.5 Komposisi Air Laut Madura

Komponen	kg/m^3
$CaSO_4$	0.1
$MgSO_4$	0.06
$MgCl_2$	0.19
NaCl	34.39
Impuritis	0.00007
H_2O	-

Sumber : PT Garam

Komposisi air laut yang digunakan merupakan *Mayor Element* dalam air laut. *Mayor Element* merupakan elemen terbanyak dan stabil dalam air laut, yaitu Cl, Na, SO_4, Mg. Sedangkan pada komposisi impuritis dikelompokkan dalam trace element, yang merupakan senyawa dengan kelarutan sangat kecil. Kadar elemen ini di air laut mempunyai nilai kisaran 67,18 µg – 0,024 µg dalam 1 L air laut. Contohnya I, Ba, Fe, Zn, Ar, Cu *(Milero, 1982)*.

Dengan menggunakan basis 100000 kg air laut maka didapatkan fraksi masa komponen air laut sebagai berikut :

Tabel II.6 Fraksi Massa Komponen Penyusun Air Laut

Komponen	Fraksi Massa
$CaSO_4$	8.3×10^{-5}
$MgSO_4$	0.000083
$MgCl_2$	0.000158
NaCl	0.0286
Impuritis	5.59×10^{-8}
H_2O	0.971086

II.3.3 Spesifikasi Produk

Berdasarkan Peraturan Menteri Perindustrian Republik Indonesia nomor 88/M-IND/PER/10/2014 spesifikasi garam untuk industry farmasi adalah jenis garam dengan kadar NaCl min 99.8%, dengan kadar impurities mendekati 0%. Berikut adalah spesifikasi kandungan garam farmasi :

Tabel II.7 Spesifikasi produk Garam Farmasi

Parameter	Nilai
Kadar NaCl	Min 99.8%
Bentuk	Cubic
Warna	*Colorless* atau putih

II.3.4 Basis Perhitungan

Basis perhitungan untuk pra-desain pabrik garam farmasi dari air laut sebagai berikut:

Kapasitas produksi : 40.000 ton/tahun
Hari kerja (dalam 1 tahun) : 330 hari
Jam kerja : 24 jam
Satuan operasi : kg/jam

BAB III
SELEKSI DAN URAIAN PROSES

Pemilihan proses sangat diperlukan dalam mendesain sebuah pabrik untuk mengetahui proses yang paling menguntungkan, perkembangan teknologi saat ini, serta proses pembuatan garam farmasi.

III.1 Tipe-Tipe Proses

Ada beberapa metode pembuatan dan pemurnian garam (*sodium chloride*) dengan bahan baku brine (*saturated sea water*) maupun garam kasar (garam rakyat). Metode yang paling umum dilakukan dalam proses pembuatan garam farmasi dari air laut adalah sebagai berikut :

1. Proses *Zero Discharge Desalination*
2. Proses *Electrodialysis*

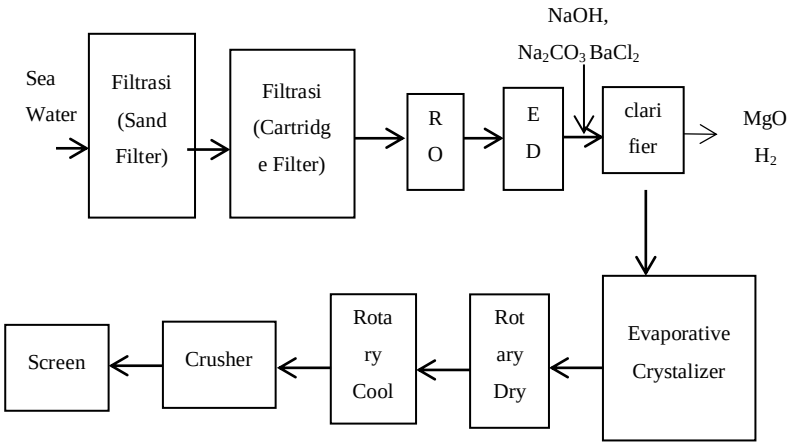
III.1.1 Proses *Zero Discharge Desalination*

University of South Carolina mengembangkan sebuah teknologi yang disebut *zero discharge desalination* (ZDD) untuk mentreatment larutan garam *Reverse Osmosis*. Proses tersebut berpusat pada produksi air bersih dan garam berharga seperti NaCl. $Mg(OH)_2$, dan bromin (Br_2). Pada konfigurasi basis NaCl

diperoleh sebagai garam kering dan aliran limbah yakni $Mg(OH)_2$ dan Br_2 dikembalikan ke laut.

Percobaan dari skala laboratorium menunjukkan bahwa sekitar 75% NaCl di larutan garam terambil sebagai kristal NaCl dengan kemurnian tinggi pada tahap evaporasi-kristalisasi. Karena *Electrodialysis* memekatkan NaCl hingga 20%, NaCl dapat dikristalisasi dengan hanya 1/3 energi panas yang dibutuhkan jika total air di buangan *Reverse Osmosis* diuapkan. Percobaan tersebut menunjukkan bahwa produksi $Mg(OH)_2$ dengan kemurnian lebih dari 99,98% dapat tercapai dengan perlakuan menggunakan Na_2CO_3 untuk memindahkan kalsium. Bagaimanapun, menggunakan Na_2CO_3 juga mengendapkan magnesium dan mempengaruhi yield proses. Simulasi menunjukkan bahwa kira-kira 0,38 ton ion bromin akan terambil di ED (*Electrodialysis*) larutan garam yang dihubungkan dengan 3,79 juta m^3 aliran keluar RO air laut.

ZDD dapat menghasilkan *zero brine discharge*, yang menurunkan biaya pembuangan limbah, khususnya pada pabrik *inland* dan *scale-up* dapat mudah tercapai karena semua proses pemisahan yang terlibat telah tersedia dala skala komersial. Biaya kapital ZDD tinggi karena beberapa teknik yang dibutuhkan, yajni ED, konsentrator air garam, kristaliser, dan perlakuan pemurnian air garam (Jose dkk, 2014).



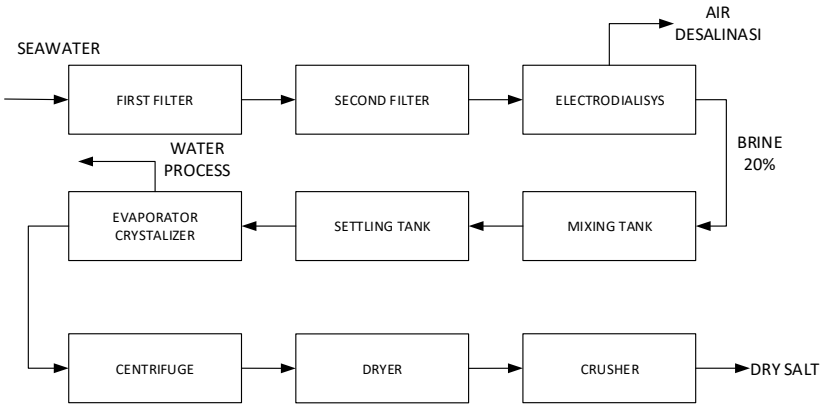
Gambar III.1 Diagram Blok Proses *Zero Discharge Desalination*

III.1.2 Proses *Electrodialysis*

Produksi garam dari air laut dapat dilakukan dengan pemekatan kadar garam air laut dengan alat elektrodialisis. Air laut yang hanya memiliki kadar garam sekitar 3 % akan dipekatkan pada elektrodialisis dengan hasil keluaran *brine* dengan konsentrasi 20 %. *Brine* tersebut akan masuk pada *evaporator* dan *cristallyzer* sehingga akan didapatkan garam padat dengan kemurnian hingga 99,5 %.

Proses ini tidak bergantung akan cuaca sehingga dapat produksi garam industri dapat bekerja dengan konsisten. Prinsip dasar elektrodialisis dengan *ion exchange membrane* yaitu

serangkaian dari *anion* dan *cation-exchange membrane* dipasang bergantian diletakkan diantara dua elektroda dan terpasang dalam aliran arus listrik secara langsung. Komponen garam yang diinginkan dapat lolos secara selektif melalui membran untuk membentuk *concentrated brine*, yang selanjutnya akan diumpankan ke evaporator dan *crystallizer* untuk menghasilkan kristal garam *(Kawate, 1983)*.



Gambar III.2 Diagram Blok Proses *Elektrodialisis*

III.2 Pemilihan proses

Pemilihan proses ini menggunakan teori pembobotan yang dibantu dengan software *expert choice* 2000, yaitu software khusus untuk pemilihan termasuk dalam pemilihan teknologi ini. Ada beberapa kriteria yang dijadikan parameter dalam pembobotan antara lain:

- Peralatan

  Yang menjadi parameter disini adalah jumlah peralatan. Jumlah peralatan yang banyak akan mempengaruhi kebutuhan utilitas sehingga berpengaruh juga dalam analisa ekonomi. Namun dalam bab ini yang akan dijadikan perbandingan hanyalah jumlah alat utama.

- Potensi produk samping

  Dari kedua metode yang diseleksi ini masing-masing menghasilkan produk samping, namun tidak semuanya mempunyai potensi nilai jual. Jadi potensi produk samping merupakan salah satu parameter untuk menentukan bobot dari suatu proses.

- Kemurnian

  Produk yang akan dihasilkan adalah garam farmasi yang diharapkan memiliki kemurnian sesuai dengan standar garam farmasi, yaitu minimal 99%.

- Cost

  Cost atau biaya merupakan harga investasi dari unit-unit yang digunakan dalam proses.

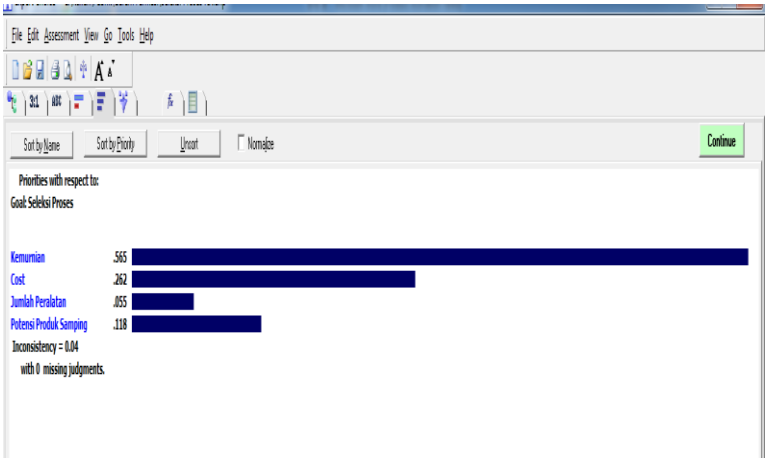
  Berikut ini adalah perbandingan parameter dari masing-masing prose

Tabel III-1 Perbandingan parameter proses pembuatan garam industri

Parameter	Proses	
	Zero Discharge Desalination	***Electrodialysis***
Jumlah Peralatan Utama	Reverse osmosis, elektrodialisis	Elektrodialisis
Potensi produk samping	Air desalinasi, $Mg(OH)_2$,	Air desalinasi
Kemurnian	Sangat Tinggi	Tinggi
Cost*	Harga RO = $30000 ED = $10000	Harga ED = $10000

**sumber : www.matche.com*

Selanjutnya dari parameter-parameter diatas dilakukan pembobotan dalam software exper choice 2000. Berikut ini hasil penilaian pembobotan dari parameter kedua proses di atas:



Gambar III.3 Hasil pembobotan setiap parameter metode pembuatan garam farmasi

Dari gambar diatas didapatkan urutan prioritas parameter pembanding kedua metode secara berurutan yaitu kemurnian, cost, potensi produk samping, dan yang terakhir adalah jumlah alat utama, dengan inconsistency sebesar 0.04.

Selanjutnya adalah pembobotan masing masing parameter pembanding yang hasilnya sebagai berikut :

Gambar III-4 Hasil pembobotan setiap metode proses pembuatan garam farmasi

Berdasarkan pembobotan tersebut dipilih proses *Zero Discharge Desalination* yang akan digunakan dalam pabrik garam farmasi ini karena memiliki bobot lebih tinggi yaitu 0.639 sedangkan elektrodialisis hanya 0.361.

III.3 Uraian Proses

Proses produksi garam farmasi secara umum dibagi menjadi 4 tahapan, yaitu tahap *pre-treatment* bahan baku, tahap pemurnian bahan baku, tahap pengeringan, serta tahap pengendalian produk.

Tahap *pre-treatment* bahan baku bertujuan untuk menghilangkan impurities dan *total suspended solid* yang terkandung didalam air laut agar tidak mengganggu proses selanjutnya, terutama pada proses *reverse osmosis* (RO). Air laut dipompa menuju tangki penampung untuk

selanjutnya menuju proses filtrasi menggunakan *sandfilter*, pada tahap ini sebanyak 89.1% impurities akan terpisahkan. Filtrat dilairkan menuju tangki penampung sedangkan padatan yang terpisahkan dibuang pada *waste solid treatment*. Untuk menghilangkan impurities yang tersisa, filtrat kembali di filtrasi menggunakan cartridge filter. Pada tahap ini 100% impurities dapat dipisahkan beserta 90% *total suspended solid* berupa $MgSO_4$ dan $CaSO_4$. Filtrat dialirkan menuju tangki penampung untuk selanjutnya menuju tahap pemurnian bahan baku sedangkan padatan yang terpisahkan dibuang pada *waste solid treatment*.

Tahapan selanjutnya adalah pemurnian bahan baku. Air laut yang telah dihilangkan impurities nya mengalami pembagian aliran, yaitu aliran menuju *reverse osmosis (RO)* untuk memisahkan air laut dengan ion-ion garam dan aliran menuju *Pressure Exchanger* untuk merecovery energy yang dibawa konsentrat agar dapat mengurangi kebutuhan energi. Sebelum masuk kedalam proses RO, tekanan air laut dinaikkan dengan menggunakan HP Pump agar tekanan nya lebih tinggi dari tekanan osmotic sehingga pemisahan menggunakan membrane RO dapat berlangsung. Produk keluaran dari proses RO adalah air desalinasi dan konsentrat garam yang akan menuju proses selanjutnya. Setelah mengalami

pemisahan pada membrane reverse osmosis, konsentrat dialirkan menuju electrodialyzer untuk memisahkan garam-garam berdasarkan bilangan osidasinya. Garam dengan kation elektron valensi +1 (NaCl) mengalir ke konsentrat sebanyak 95% sedangkan garam dengan kation elektron valensi +2 ($MgSO_4$, $CaSO_4$, $MgCl_2$) mengalir ke konsentrat sebanyak 5%. Larutan konsentrat yang keluar dari proses electrodialyzer kemudian direaksikan dengan beberapa zat untuk menghilangkan $MgSO_4$, $CaSO_4$, $MgCl_2$ agar tercapai konsentrasi NaCl sesuai dengan persyaratan garam farmasi. Sedangkan aliran diluat direaksikan dengan NaOH untuk mendapatkan produk samping berupa $Mg(OH)_2$ yang masih memiliki nilai jual. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :

$$CaSO_{4(Aq)} + Na2CO_{3(Aq)} \longrightarrow Na2SO_{4(Aq)} + CaCO_{3(S)}$$

$$MgCl_{2(Aq)} + 2NaOH_{(Aq)} \longrightarrow 2NaCl_{(Aq)} + Mg(OH)_{2(S)}$$

$$MgSO_{4(Aq)} + 2NaOH_{(Aq)} \longrightarrow Na2SO_{4(Aq)} + Mg(OH)_{2(S)}$$

$$Na_2SO_{4(Aq)} + BaCl_{2(Aq)} \longrightarrow 2NaCl_{(Aq)} + BaSO_{4(S)}$$

Proses pemisahan padatan yang terbentuk dari hasil reaksi menggunakan clarifier. Endapan terpisahkan secara

sempurna sehingga larutan garam dapat menuju tahapan proses selanjutnya yaitu pengeringan.

Tahap proses pengeringan dimulai dengan mengkristalkan larutan garam dengan mengunakan *evaporative crystallizer*. Produk yang keluar dari *evaporative crystallizer* berupa slurry dengan perbandingan kristal : mother liquor sebesar 50% : 50%. Slurry tersebut kemudian mengalami tahap proses pengeringan dipisahkan dengan menggunakan centrifuge agar terpisah antara kristal dengan mother liquor. Mother liquor yang terpisahkan kemudian di recycle kembali pada proses kristalisasi sedangkan kristalnya di bawa menggunakan *screw conveyor* menuju *rotary dryer* untuk mengalami proses pengeringan sampai kadar air sekitar 3%. Setelah itu kristal garam didinginkan menggunakan *rotary cooler* hingga mencapai suhu ruang dengan menggunakan *rotary cooler*.

Tahapan proses selanjutnya adalah pengendalian produk. Kristal yang telah didinginkan kemudian diperkecil ukuran nya menggunakan *hammer mill* agar ukuran nya sesuai dengan standar ukuran kristal garam. Setelah dari *crusher*, kristal garam dilewatkan *vibrating screen* berukuran 100 mesh untuk menyeragamkan ukuran nya. Kristal yang tidak lolos screener di kembalikan ke *crusher*

sedangkan yang telah lolos dibawa menuju tangki penampungan produk akhir.

BAB IV
NERACA MASSA DAN ENERGI

IV. 1 NERACA MASSA

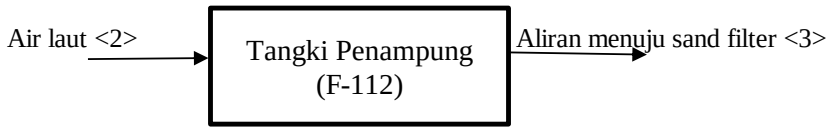
Kapasitas Produksi	=	40000	ton/tahun
	=	121212	kg/hari
	=	5711,0	kg/jam
Hari Kerja	=	330	hari/tahun
Densitas air laut	=	1201,5	kg/m^3
Bahan baku air laut	=	74,01	m^3/jam
	=	88925,94	kg/jam

1. Tangki Penampung F-112

Fungsi: Menampung air laut

Kondisi operasi: Tekanan = 1 atm

Suhu = 30^oC



Tabel IV.1 Neraca Massa Tangki Penampung (F-112)

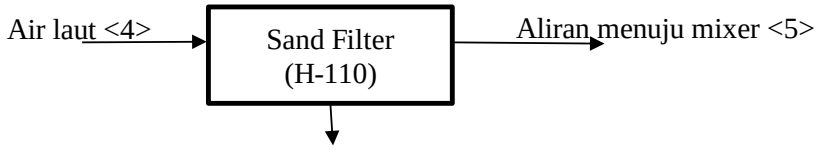
Neraca Massa Tangki Penampung			
Aliran Masuk		Aliran keluar	
<2>		<3>	
Kompone	Massa (kg)	Kompone	Massa (kg)
NaCl	2545,2876	NaCl	2545,2876
CaSO4	7,4012	CaSO4	7,4012
MgCl2	14,0624	MgCl2	14,0624
MgSO4	4,4407	MgSO4	4,4407
Impurities	0,0050	Impurities	0,0050
H2O	86354,7407	H2O	86354,7407
Total	88925,9376	**Total**	88925,9376

2. Sand Filter H-110

Fungsi: Memisahkan air laut dengan padatan yang terikut

Kondisi operasi: Tekanan = 1 atm

Suhu = 30^oC



Padatan terikut air laut <36>

Tabel IV.2 Neraca Massa Sand Filter (H-110)

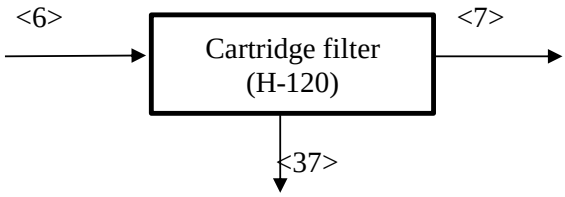
Neraca Massa Sand Filter			
Aliran Masuk		Aliran keluar	
<4>		<5>	
Kompone	Massa (kg)	Kompone	Massa (kg)
NaCl	2545,2876	NaCl	2545,2876
$CaSO_4$	7,4012	$CaSO_4$	7,4012
$MgCl_2$	14,0624	$MgCl_2$	14,0624
MgSO4	4,4407	MgSO4	4,4407
Impurities	0,0050	Impurities	0,0005
H_2O	86354,7407	H_2O	86354,7407
Subtotal	88925,9376	**Subtotal**	88925,9332
			<36>
		Kompone	Massa (kg)
		Impurities	0,0044
		Subtotal	0,0044
Total	88925,9376	**Total**	88925,9376

3. Cartridge Filter (H-120)

Fungsi: Mengurangi kandungan TDS dan TSS

Kondisi operasi: Tekanan = 1 bar

Suhu = 30°C



Tabel IV.3 Neraca Massa Cartridge Filter (H-120)

Neraca Massa Cartridge Filter			
Aliran Masuk		Aliran keluar	
<6>		<7>	
Kompone	Massa (kg)	Kompone	Massa (kg)
NaCl	2545,2876	NaCl	2545,2876
$CaSO_4$	7,4012	$CaSO_4$	0,7401
$MgCl_2$	14,0624	$MgCl_2$	14,0624
$MgSO_4$	4,4407	$MgSO_4$	0,4441
Impurities	0,0005	H_2O	86354,7407
H_2O	86354,7407	**Subtotal**	88915,2748
Subtotal	88925,9332		

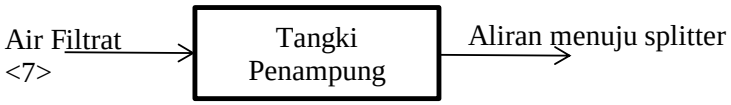
			<37>	
			Kompone	Massa (kg)
			$MgSO_4$	3,9967
			$CaSO_4$	6,6611
			Impurities	0,0005
			Subtotal	10,6583
Total	88925,9332		**Total**	88925,9332

4. Tangki Penampung F-211

Fungsi : Digunakan untuk menampung dan mengatur debit larutan brine sebelum masuk RO

Kondisi Operasi : - Tekanan = 1 atm

- Suhu = 30 ºC



Tabel IV.4 Neraca Massa Tangki Penampung (F-211)

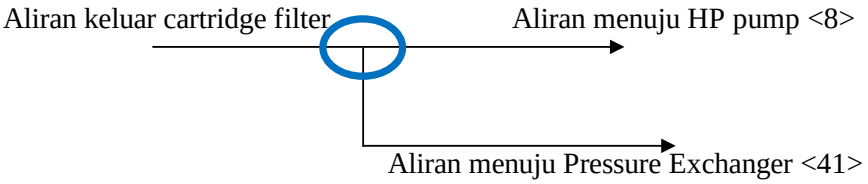
Neraca Massa Tangki Penampung			
Aliran Masuk		Aliran keluar	
Kompone	Massa (kg)	Kompone	Massa (kg)
NaCl	2545,2876	NaCl	2545,2876
$CaSO_4$	0,7401	$CaSO_4$	0,7401
$MgCl_2$	14,0624	$MgCl_2$	14,0624
MgSO4	0,4441	MgSO4	0,4441
H_2O	86354,7407	H_2O	86354,7407
Total	88915,2748	**Total**	88915,2748

5. Split aliran setelah Cartridge Filter

Fungsi: Membagi aliran yang masuk ke HP Pump dan Pressure Exchanger

Kondisi operasi: Tekanan = 1 atm

Suhu = 30 ^oC



Tabel IV.5 Neraca Massa Splitter

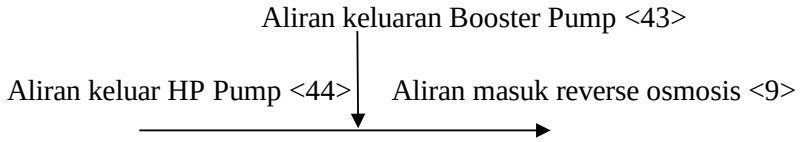
Neraca Massa Splitter			
Aliran Masuk		Aliran keluar	
<7>		<8>	
Kompone	Massa (kg)	Kompone	Massa (kg)
NaCl	2545,2876	NaCl	1908,9657
$CaSO_4$	0,7401	$CaSO_4$	0,5551
$MgCl_2$	14,0624	$MgCl_2$	10,5468
MgSO4	0,4441	MgSO4	0,3331
H_2O	86354,7407	H_2O	64766,0555
Subtotal	88915,2748	**Subtotal**	66686,4561
		Aliran <41>	
		Kompone	Massa (kg)
		NaCl	636,3219
		$CaSO_4$	0,1850
		$MgCl_2$	3,5156
		MgSO4	0,1110
		H_2O	21588,6852
		Subtotal	22228,8187
Total	88915,2748	**Total**	88915,2748

6. Gabungan aliran sebelum masuk RO

Fungsi: Menyatukan aliran keluaran HP pump & Pressure Exchanger menuju Reverse Osmosis

Kondisi operasi: Tekanan = 20 bar

Suhu = 30 ^oC



Tabel IV.6 Neraca Massa Gabungan Sebelum Masuk RO

Neraca Massa Gabungan Sebelum Masuk RO			
Aliran Masuk		Aliran keluar	
<44>		<9>	
Kompone	Massa (kg)	Kompone	Massa (kg)
NaCl	1908,9657	NaCl	2545,2876
$CaSO_4$	0,5551	$CaSO_4$	0,7401
$MgCl_2$	10,5468	$MgCl_2$	14,0624
MgSO4	0,3331	MgSO4	0,4441

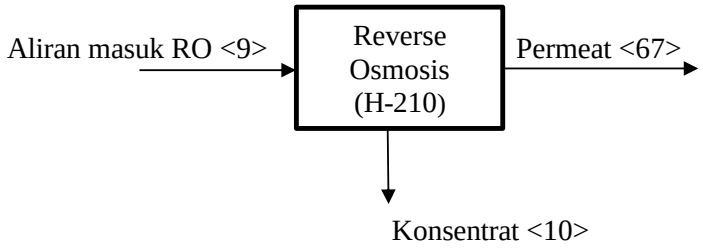
H_2O	64766,0555		H_2O	86354,7407	
Subtotal	66686,4561		**Subtotal**	88915,2748	
Aliran <43>					
Kompone	Massa (kg)				
NaCl	636,3219				
$CaSO_4$	0,1850				
$MgCl_2$	3,5156				
MgSO4	0,1110				
H_2O	21588,6852				
Subtotal	22228,8187				
Total	88915,2748		**Total**	88915,2748	

7. Reverse Osmosis (H-210)

Fungsi: Memisahkan air dengan ion-ion garam

Kondisi operasi: Tekanan = 20 bar

Suhu = 30 ^oC



Tabel IV.7 Neraca Massa Reverse Osmosis (H-210)

Neraca Massa Reverse Osmosis			
Aliran Masuk		Aliran keluar Konsentrat	
<9>		<10>	
Komponen	Massa (kg)	Komponen	Massa (kg)
NaCl	2545,2876	NaCl	2290,7588
$CaSO_4$	0,7401	$CaSO_4$	0,6661
$MgCl_2$	14,0624	$MgCl_2$	12,6561
MgSO4	0,4441	MgSO4	0,3997
H_2O	86354,7407	H_2O	30726,4094
Subtotal	88915,2748	**Subtotal**	33030,8901
		Aliran keluar Permeat	
		<67>	
		Komponen	Massa (kg)
		NaCl	254,5288
		$CaSO_4$	0,0740
		$MgCl_2$	1,4062

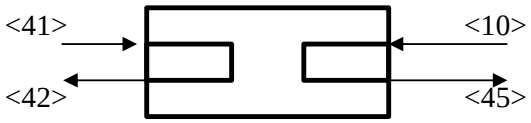
			MgSO4	0,0444
			H_2O	55628,3314
			Subtotal	55884,3848
Total	88915,2748		**Total**	88915,2748

8. Pressure Exchanger (X-215)

Fungsi: Mentransfer tekanan konsentrat ke aliran masuk RO

Kondisi operasi: Tekanan = 20 bar

Suhu = 30 ^oC



Tabel IV.8 Neraca Massa Pressure Exchanger (X-215)

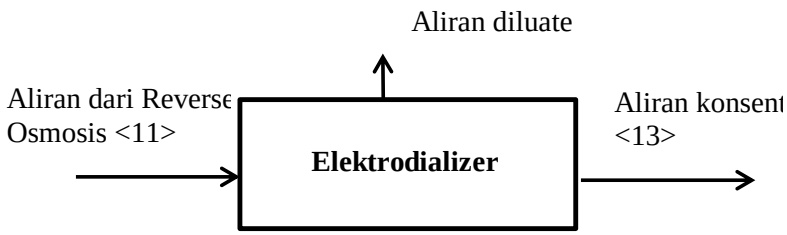
Neraca Massa Pressure Exchanger			
Aliran Masuk		Aliran keluar Konsentrat	
<10>		<45>	
Kompone	Massa (kg)	Kompone	Massa (kg)
NaCl	2290,76	NaCl	2290,76
$CaSO_4$	0,67	$CaSO_4$	0,67
$MgCl_2$	12,66	$MgCl_2$	12,66
MgSO4	0,40	MgSO4	0,40
H_2O	30726,41	H_2O	30726,41
Subtotal	33030,89	**Subtotal**	33030,89
Aliran <41>		Aliran <42>	
Kompone	Massa (kg)	Kompone	Massa (kg)
NaCl	636,32	NaCl	636,32
$CaSO_4$	0,19	$CaSO_4$	0,19
$MgCl_2$	3,52	$MgCl_2$	3,52
MgSO4	0,11	MgSO4	0,11
H_2O	21588,69	H_2O	21588,69
Subtotal	22228,82	**Subtotal**	22228,82
Total	55259,71	**Total**	55259,71

9. Elektrodializer (H-220)

Fungsi: Memisahkan ion beradasarkan bilangan oksidasi

Kondisi operasi: Tekanan = 1 bar

Suhu = 30 ^oC



Tabel IV.9 Neraca Massa Electrodialyzer (H-220)

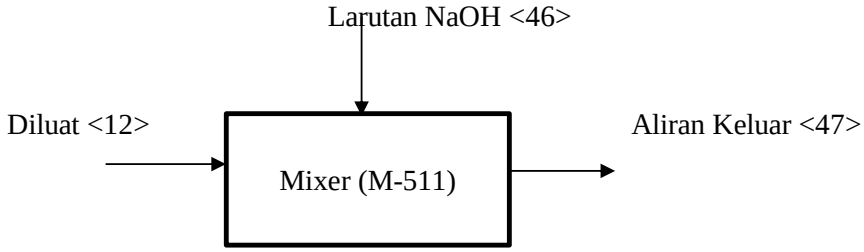
Neraca Massa Electrodialyzer				
Aliran Masuk			Aliran keluar Konsentrat	
<11>			<13>	
Kompone	Massa (kg)		Kompone	Massa (kg)
NaCl	2290,7588		NaCl	2176,2209
$CaSO_4$	0,6661		$CaSO_4$	0,0333
$MgCl_2$	12,6561		$MgCl_2$	0,6328
MgSO4	0,3997		MgSO4	0,0200
H_2O	30726,4094		H_2O	8704,1973
Subtotal	33030,8901		**Subtotal**	10881,1043
			Aliran Keluar Diluat	
			<12>	
			Kompone	Massa (kg)
			NaCl	114,5379
			$CaSO_4$	0,6328
			$MgCl_2$	12,0233
			MgSO4	0,3797
			H_2O	22022,2120
			Subtotal	22149,7858
Total	33030,8901		**Total**	33030,8901

10. Mixer Tank (M-511)

Fungsi : Mereaksikan $MgCl_2$, MgSO4 dengan NaOH agar dapat menjadi Mg(OH)2

Kondisi operasi: Tekanan = 1 bar

Suhu = 30 ^oC



Tabel IV.10 Neraca Massa Mixer (M-511)

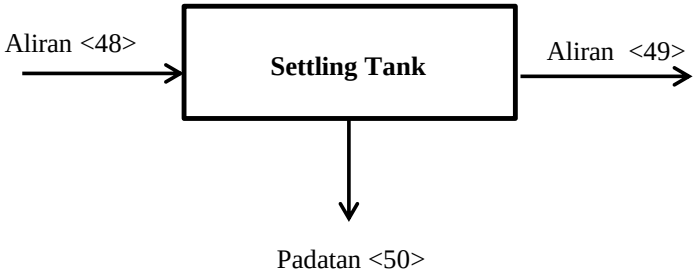
Neraca Massa Mixer (M-511)					
Aliran Masuk			**Aliran Keluar**		
<12>			<47>		
Kompone	Massa (Kg)		Kompone	Massa (Kg)	
NaCl	114,54		NaCl	129,35	
$CaSO_4$	0,63		$CaSO_4$	0,63	
$MgCl_2$	12,02		$Mg(OH)_2$	7,52	
MgSO4	0,38		Na_2SO4	0,45	
H_2O	22.022,21		H_2O	22.033,45	
Subtotal	22.149,79		**Subtotal**	22.171,41	
<46>					
Kompone	Massa (Kg)				
NaOH	10,38				
H_2O	11,24				
Subtotal	21,62				
Total	22.171,41		**Total**	22.171,41	

11. Settling Tank (H-510)

Fungsi : Mengendapkan padatan hasil reaksi

Kondisi Operasi : - Tekanan = 1 atm

- Suhu = 30 ^{0}C



Tabel IV.11 Neraca Massa Settling Tank (M-510)

Neraca Massa Settling Tank			
Aliran masuk		Aliran keluar	
<48>		<49>	
Kompone	Massa (kg)	Kompone	Massa (kg)
NaCl	129,3456	NaCl	126,7587
CaSO4	0,6328	H_2O	21592,7858
$Mg(OH)_2$	7,5241	$CaSO_4$	0,6202

Na_2SO_4	0,4493	Na2SO_4	0,4403
H_2O	22033,4549	**Subtotal**	**21720,6049**
Subtotal	**22171,4067**		
		Padatan <50>	
		Kompone	**Massa (kg)**
		NaCl	2,5869
		CaSO4	0,0127
		$Mg(OH)_2$	7,5241
		Na_2SO_4	0,0090
		H_2O	440,6691
		Subtotal	450,8017
Total	**22171,4067**	**Total**	**22171,4067**

12. Tangki Penampung F-514

Fungsi : Digunakan untuk menampung $Mg(OH)_2$

Kondisi Operasi : - Tekanan = 1 atm
- Suhu = 30 ºC

Tabel IV.12 Neraca Massa Tangki Penampung (F-514)

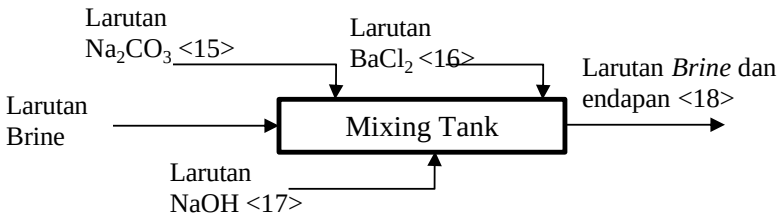
Neraca Massa Tangki Penampung			
Aliran Masuk		Aliran keluar	
Kompone	Massa (kg)	Kompone	Massa (kg)
NaCl	2,5869	NaCl	2,5869
CaSO4	0,0127	CaSO4	0,0127
$Mg(OH)_2$	7,5241	$Mg(OH)_2$	7,5241
Na_2SO_4	0,0090	Na_2SO_4	0,0090
H_2O	440,66909771	H_2O	440,6691
Total	450,8017	**Total**	450,8017

13. Mixing Tank M-222

Fungsi : Mereaksikan larutan brine dengan Na_2CO_3, NaOH, dan BaCl2

Kondisi Operasi : - Tekanan = 1 atm

- Suhu = 30 ^{0}C
- Waktu = 1 jam



Tabel IV.13 Neraca Massa Mixing Tank (M-222)

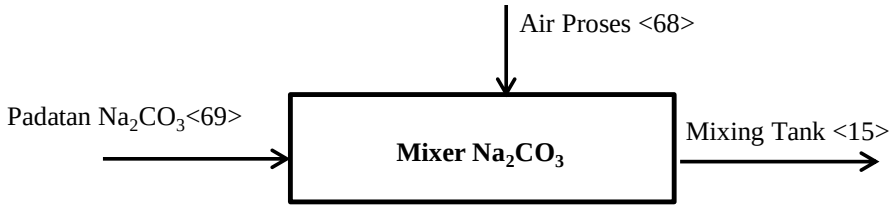
Neraca Mixing Tank				
Aliran masuk			Aliran keluar	
<14>			<18>	
Kompone	Massa (kg)		Kompone	Massa (kg)
NaCl	2176,2209		NaCl	2177,0483
$CaSO_4$	0,0333		$CaCO_3$	0,0245
$MgCl_2$	0,6328		$Mg(OH)_2$	0,3960
$MgSO_4$	0,0200		$BaSO_4$	0,0960
H_2O	8704,1973		H_2O	8704,7900
Subtotal	**10881,1043**		**Subtotal**	**10882,3548**
Kompone	Massa (kg)			
Na_2CO_3	0,026			
NaOH	0,546			
$BaCl_2$	0,086			
H_2O	0,593			
Subtotal	1,251			
Total	**10882,4**		**Total**	**10882,4**

14. Mixer Na2CO3 M-224

Fungsi : Melarutkan Na_2CO_3 dengan air proses

Kondisi Operasi : - Tekanan = 1 atm

- Suhu = 30 ^{0}C
- Waktu = 15 menit



Tabel IV.14 Neraca Massa Mixing Tank (M-224)

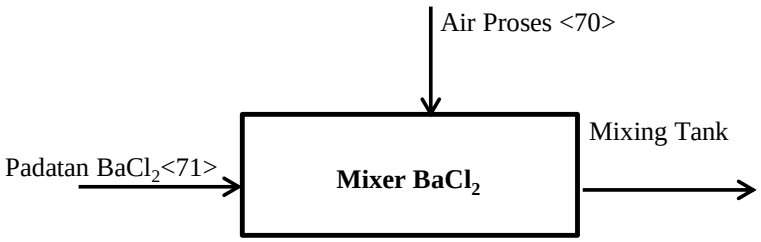
Neraca Massa					
Bahan Masuk			**Bahan Keluar**		
Na_2CO_3			**Ke Mixing Tank**		
Aliran <69>			**Aliran <15>**		
Na_2CO_3	0,0260		Na_2CO_3	0,0260	
H_2O	0,0001		H_2O	0,0515	
Subtotal	0,0261		**Subtotal**	**0,0775**	
Aliran					
Air Proses <68>					
H_2O	0,0515				
Subtotal	0,0515				
Total	0,0775		**Total**	0,0775	

15. Mixer BaCl2 M-225

Fungsi : Melarutkan $BaCl_2$ dengan air proses

Kondisi Operasi : - Tekanan = 1 atm

- Suhu = 30 ^{0}C
- Waktu = 15 menit



Tabel IV.15 Neraca Massa Mixing Tank (M-225)

Neraca Massa					
Bahan Masuk			**Bahan Keluar**		
$BaCl_2$			**Ke Mixing Tank**		
Aliran <71>			**Aliran <16>**		
$BaCl_2$	0,0857		$BaCl_2$	0,0857	
H_2O	0,0009		H_2O	0,2243	
Subtotal	0,0865		**Subtotal**	**0,3099**	

Aliran				
Air Proses <70>				
H_2O	0,2234			
Subtotal	0,2234			
Total	0,3099	**Total**	0,3099	

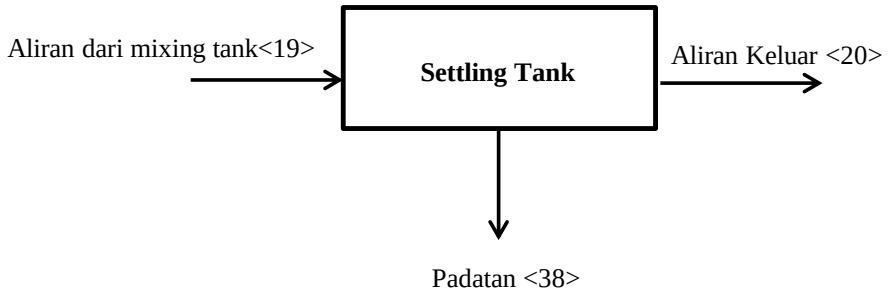
16. Settling Tank H-223

Fungsi : Mengendapkan padatan hasil reaksi

Kondisi Operasi : - Tekanan = 1 atm

- Suhu = 30 ^{0}C

Asumsi : Padatan terendapkan semua



Tabel IV.16 Neraca Massa Settling Tank (H-223)

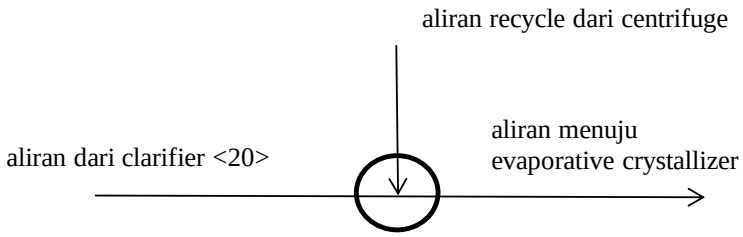
Neraca Massa Settling Tank			
Aliran masuk		Aliran keluar	
<19>		<20>	
Kompone	Massa (kg)	Kompone	Massa (kg)
NaCl	2177,0483	NaCl	2133,5074
$CaCO_3$	0,0245	H_2O	8530,6942
$Mg(OH)_2$	0,3960	**Subtotal**	**10664,2016**
$BaSO_4$	0,0960		
H_2O	8704,7900	Padatan <38>	
Subtotal	**10882,3548**	**Kompone**	**Massa (kg)**
		NaCl	43,5410
		$CaCO_3$	0,0245
		$Mg(OH)_2$	0,3960
		$BaSO_4$	0,0960
		H_2O	174,0958
		Subtotal	**218,1533**
Total	**10882,3548**	**Total**	**10882,3548**

17. Gabungan aliran Recycle

Fungsi : Meggabungkan aliran recyle dari centrifuge dengan aliran dari Settling Tank

Kondisi Operasi : - Tekanan = 1 atm

- Suhu = 30 ^{0}C



Tabel IV.17 Neraca Massa Gabungan Aliran recycle

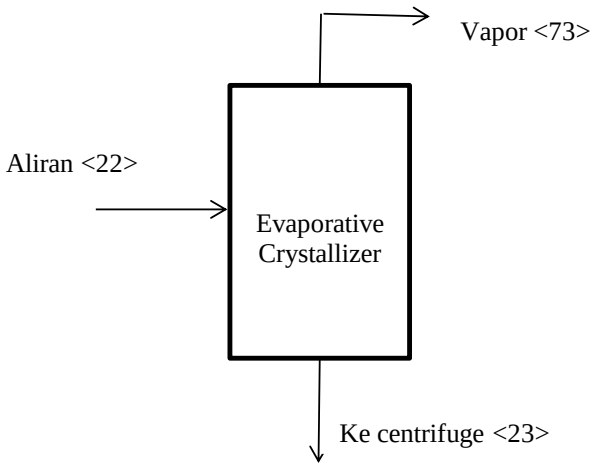
Neraca Massa				
Aliran Masuk		Aliran keluar		
<20>		<21>		
Kompone	Massa (kg)	Kompone	Massa (kg)	
NaCl	2133,51	NaCl	3497,55	
H_2O	8530,69	H_2O	11958,30	
Dari Centrifuge				
Aliran <24>				
NaCl	1364,0457			
H_2O	3427,6020			
Total	15455,85	**Total**	15455,85	

18. Evaporative Crystallizer V-310

Fungsi : Memanaskan brine hingga didapatkan kristal-kristal garam

Kondisi Operasi : - Tekanan = 0,7 atm

- Suhu = 90 ^{o}C
- Waktu = 1 jam



Tabel IV.18 Neraca Massa Evaporative Crystalizer

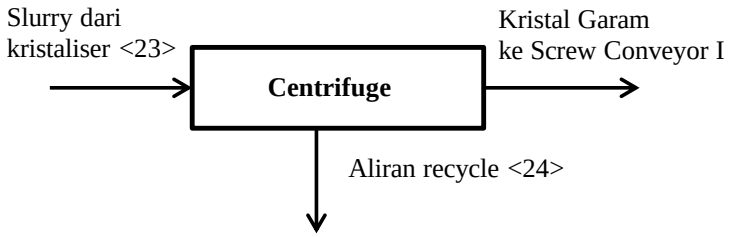
Neraca Massa Evaporative Crystalizer			
Aliran Masuk		Aliran Keluar	
<22>		<23>	
Komponen	Massa (kg)	Komponen	Massa (kg)
NaCl	3.497,6	NaCl	3497,553
H_2O	11.958,3	H_2O	3497,553
		Subtotal	6995,106
		Uap Air	
		Komponen	Massa (kg)
		H_2O	8460,743
		Subtotal	8460,743
Total	15455,8	**Total**	15455,85

19 Centrifuge H-314

Fungsi : Memisahkan padatan garam dari larutan *brine*

Kondisi Operasi : - Tekanan = 1 atm

- Suhu = 30 ^{0}C



Tabel IV.20 Neraca Massa Centrifuge

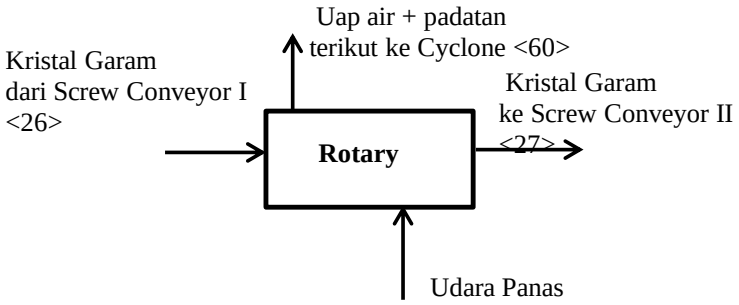
Neraca Massa Centrifuge			
Bahan Masuk		**Bahan Keluar**	
Dari crystalizer		**Recycle**	
Aliran <23>		**Aliran <24>**	
Liquid :		**Liquid :**	
NaCl	1364,046	NaCl	1364,046
H_2O	3497,553	H_2O	3427,602
Solid :		**Subtotal**	**4791,648**
NaCl	2133,507		
Subtotal	**6995,1**	**Ke Screw Conveyor I**	
		Aliran <25>	
		Solid :	
		NaCl	2133,507
		H_2O	69,951
		Subtotal	**2203,458**
Total	**6995,11**	**Total**	**6995,11**

21. Rotary Dryer B-320

Fungsi : Mengeringkan kristal garam dengan udara panas

Kondisi Operasi : - Tekanan Operasi : 1 atm

- Suhu Steam Masuk : 90 ^{0}C



Tabel IV.20 Neraca Massa Rotary dryer B-320

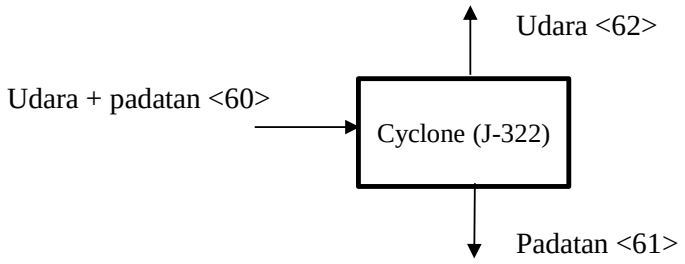
Neraca Massa			
Bahan Masuk		**Bahan Keluar**	
Dari Screw Conveyor I		**Ke Screw Conveyor II**	
Aliran <26>		**Aliran <27>**	
Kompone	**Massa (kg)**	**Kompone**	**Massa (kg)**
NaCl	2133,507	NaCl	2112,172
H_2O	69,951	H_2O	3,498
Subtotal	**2203,458**	**Subtotal**	**2115,670**
udara panas <59>		**Udara + padatan + uap air <60>**	
Komponen	**Massa (kg)**	**Komponen**	**Massa (kg)**
Udara	34367,70098	Udara	**34367,70098**
H_2O	710,2617617	NaCl	**21,33507385**
Subtotal	**35077,96274**	H_2O	**776,7152704**
		Subtotal	35165,75
Total	**37281,421**	**Total**	**37281,421**

22. Cyclone J-322

Fungsi : Memisahkan padatan yang terikut udara

Kondisi Operasi : - Tekanan = 1 atm

- Suhu = 30 ^{0}C



Tabel IV.22 Neraca Massa Cyclone J-322

Neraca Massa Cyclone			
Aliran masuk		Aliran keluar	
<60->		<62>	
Kompone	Massa (kg)	Kompone	Massa (kg)
Udara	34367,7010	Udara	34367,7010
NaCl	21,3351	NaCl	0,2134
H_2O	776,7153	H_2O	776,7153
Subtotal	35165,7513	**Subtotal**	35144,6296
		<61>	
		Kompone	Massa (kg)
		NaCl	21,1217

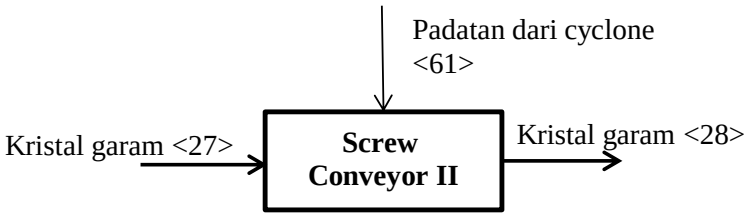
			Subtotal	**21,1217**	
Total	**35165,7513**		**Total**	**35165,7513**	

23. Screw Conveyor J-331

Fungsi : Menyalurkan bahan ke rotary cooler dari rotary dryer

Kondisi Operasi : - Tekanan = 1 atm

- Suhu = 30 ^{0}C



Tabel IV.23 Neraca Massa Screw Conveyor

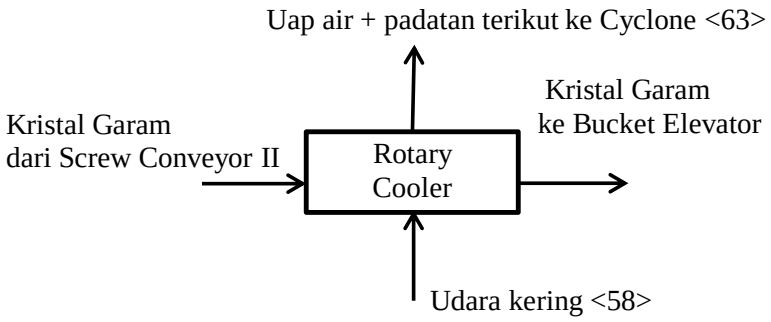
Neraca Massa					
Bahan Masuk			**Bahan Keluar**		
Dari Rotary Dryer			**Ke Cooler**		
Aliran <27>			**Aliran <28>**		
NaCl	2112,1723		NaCl	2133,2940	
H_2O	3,4976		H_2O	3,4976	
Subtotal	**2115,6699**		**Subtotal**	**2136,7916**	
Dari Cyclone					
Aliran <61>					
NaCl	21,1217				
Subtotal	**21,1217**				
Total	**2136,7916**		**Total**	**2136,7916**	

24. Cooler B-330

Fungsi : Menurunkan suhu kristal garam dengan udara kering

Kondisi Operasi : - Tekanan = 1 atm

- Suhu udara masuk = 30 ^{0}C



Tabel IV.24 Neraca MassaRotary Cooler

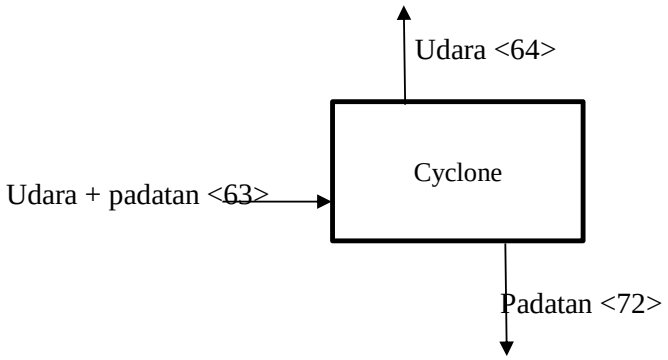
Neraca Massa			
Bahan Masuk		**Bahan Keluar**	
Dari Screw Conveyor II		**Ke Bucket Elevator**	
Aliran <28>		**Aliran <29>**	
NaCl	2133,2940	NaCl	2111,9611
H_2O	3,4976	H_2O	4,2581
Subtotal	2136,7916	**Subtotal**	2116,2192
		Ke Cyclone	
Udara ambien		udara + padatan + uap air	
Aliran <58>		**Aliran <63>**	
Udara	753429,2176	Udara	**753429,2176**
H_2O	14161,7465	NaCl	**21,3329**
Subtotal	767590,9641	H_2O	**14160,9860**
		Subtotal	767611,5365
Total	**769727,7557**	**Total**	**769727,7557**

25 Cyclone H-332

Fungsi : Memisahkan padatan yang terikut udara

Kondisi Operasi : - Tekanan = 1 atm

- Suhu = 30 ^{0}C



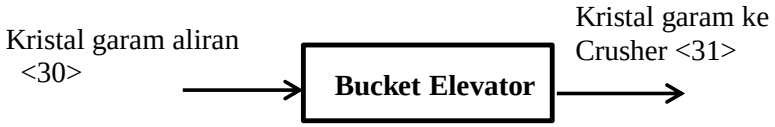
Tabel IV.25 Neraca Massa Rotary Cooler

Neraca Massa Cyclone			
Aliran masuk		Aliran keluar	
<63>		Ke Udara <64>	
Kompone	Massa (kg)	Kompone	Massa (kg)
Udara	753429,2176	Udara	753429,2176
NaCl	21,3329	NaCl	0,2133
H_2O	14160,9860	H_2O	14160,9860
Subtotal	767611,5365	**Subtotal**	767590,4169
		ke bucket elevator <72>	
		Kompone	Massa (kg)
		NaCl	21,1196
		Subtotal	**21,1196**
Total	767611,5365	**Total**	767611,5365

26. Gabungan aliran keluaran Cooler (E-330) dan Cyclone (H-332)

Neraca Massa Gabungan aliran keluaran Rotary Cooler dan Cyclone (H-332)			
Bahan Masuk		**Bahan Keluar**	
Dari Cooler		**Ke Bucket Elevator**	
Aliran <29>		**Aliran <30>**	
NaCl	2111,9611	NaCl	2133,0807
H_2O	4,2581	H_2O	4,2581
Subtotal	2116,2192	**Subtotal**	2137,3388
Dari Cyclone			
Aliran <72>			
NaCl	21,1196		
Subtotal	21,1196		
Total	**2137,3388**	**Total**	**2137,3388**

27. Bucket Elevator J-411



Fungsi : Mengalirkan bahan menuju crusher

Kondisi Operasi : - Tekanan Operasi = 1 atm

- Suhu Operasi = 30 ^{0}C

Tabel IV.27 Neraca Massa Bucket Elevator

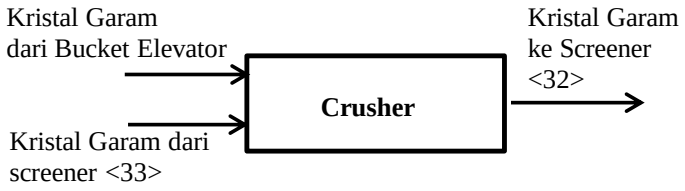
Neraca Massa			
Bahan Masuk		**Bahan Keluar**	
Aliran <30>		**Aliran <31>**	
NaCl	2133,0807	NaCl	2133,0807
H_2O	4,2581	H_2O	4,2581
Total	**2137,3388**	**Total**	**2137,3388**

28 Crusher (C-430)

Fungsi : Memperkecil ukuran produk

Kondisi Operasi : - Tekanan = 1 atm

- Suhu = 30 ^{0}C



Tabel IV.28 Neraca Massa Crusher

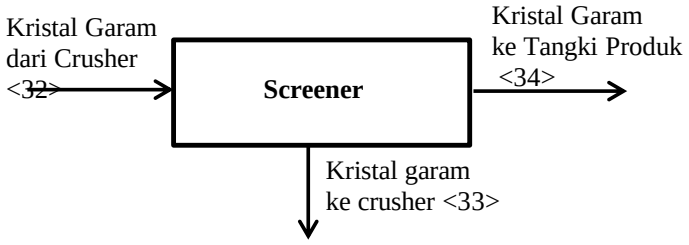
Neraca Massa				
Bahan Masuk		**Bahan Keluar**		
Dari Bucket Elevator		**Ke Screener**		
Aliran <31>		**Aliran <32>**		
NaCl	2133,0807	NaCl	6333,4286	
H_2O	4,2581	H_2O	12,6428	
Dari Screener				
Aliran <33>				
NaCl	4200,3479			
H_2O	8,3848			
Total	**6346,0714**	**Total**	**6346,0714**	

29. Screener H-412

Fungsi : Menyaring produk dengan ukuran yang ditentukan sebelum masuk ke tangki produk

Kondisi Operasi : - Tekanan Operasi = 1 atm

- Suhu Operasi = 30 ^{0}C



Tabel IV.29 Neraca Massa Screener

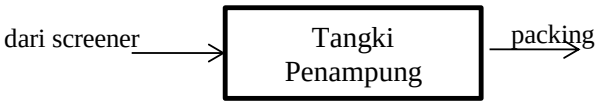
Neraca Massa				
Bahan Masuk			**Bahan Keluar**	
Dari Crusher			**Ke Crusher**	
Aliran <32>			**Aliran <33>**	
NaCl	6333,4286		NaCl	633,3429
H_2O	12,6428		H_2O	1,2643
			Ke Tangki Produk	
			Aliran <34>	
			NaCl	5700,0857
			H_2O	11,3786
Total	6346,0714		Total	6346,0714

30. Tangki Penampung F-413

Fungsi : Menampung produk garam farmasi

Kondisi Operasi : - Tekanan = 1 atm

- Suhu = 30 ^{0}C

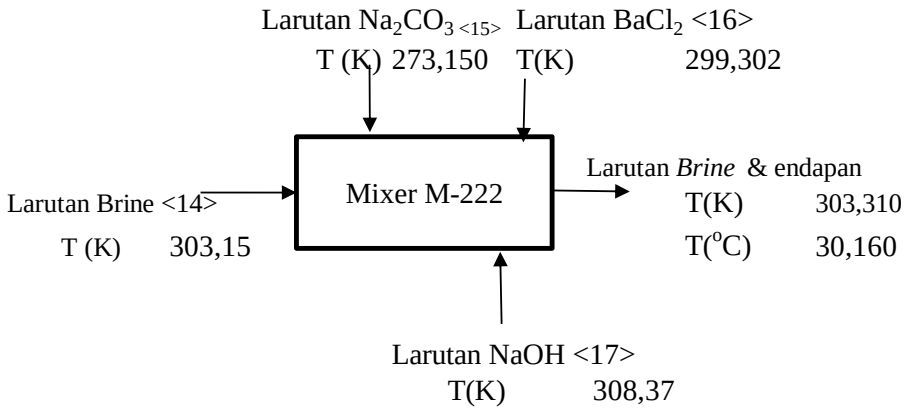


Tabel IV.30 Neraca Massa Tangki Penampung

Neraca Massa Tangki Penampung			
Aliran Masuk		Aliran keluar	
Kompone	Massa (kg)	Kompone	Massa (kg)
NaCl	5700,0857	NaCl	5700,0857
H_2O	11,3786	H_2O	11,3786
Total	5711,4643	**Total**	5711,4643

IV. 2 NERACA ENERGI

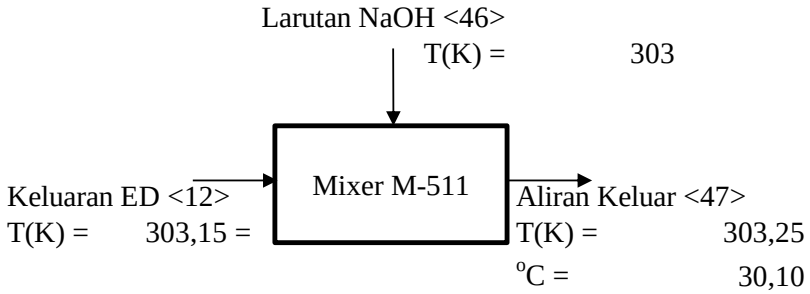
1. Mixer M-222



Tabel IV.31 Neraca Energi Mixer

Neraca Energi Mixer			
Aliran masuk		Aliran keluar	
Aliran	H (kalori)	Aliran	H (kalori)
<in>	76506345,79	<out>	76701162,96
NaOH sol	36988,54946	H reaksi	-157829,00
Total	76543334	**Total**	76543334

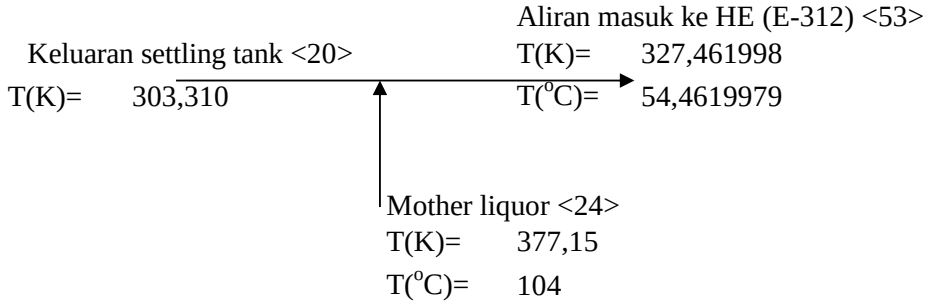
2. Mixer M-511



Tabel IV.32 Neraca Energi Mixer

Neraca Energi (M-511)			
Aliran masuk		Aliran keluar	
Aliran	H (kalori)	Aliran	H (kalori)
<12>	176602239,92	<47>	180273263,58
<46>	702782,4398	H reaksi	-2968241,219
Total	177305022,36	**Total**	177305022,36

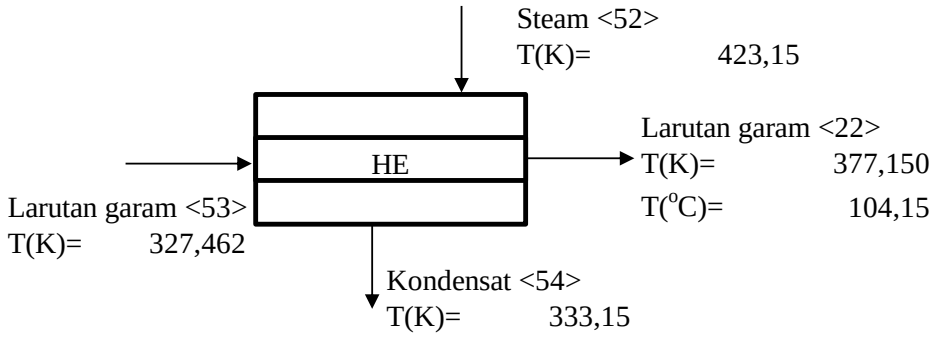
3. Gabungan aliran sebelum masuk Heat Exchanger (E-312)



Tabel IV.33 Neraca Energi aliran sebelum Heat Exchanger

Neraca Energi Gabungan aliran sebelum masuk Heat Exchanger (E-312)			
Aliran masuk		Aliran keluar	
Aliran	H (kalori)	Aliran	H (kalori)
<20>	74953109,4	<21>	618124757,9
<24>	543171648,5		
Total	618124757,9	**Total**	618124757,9

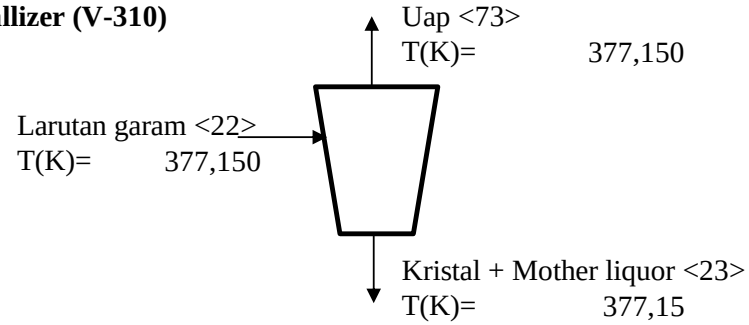
4. Heat Exchanger (E-312)



Tabel IV.34 Neraca Energi Heat Exchanger

Neraca Energi (E-312)			
Aliran masuk		Aliran keluar	
Aliran	H (kalori)	Aliran	H (kalori)
<53>	618308548,2	<22>	1874016054
<52>	1631178483	<54>	375470976,4
Total	2249487031	**Total**	2249487031

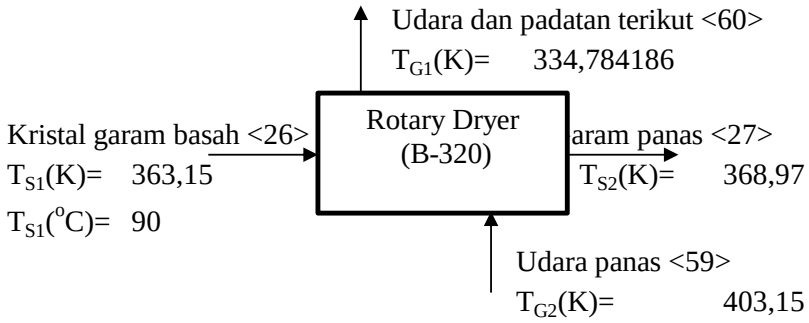
5. Kristallizer (V-310)



Tabel IV.35 Neraca Energi Kristallizer

Neraca Energi (V-310)			
Aliran masuk		Aliran keluar	
Aliran	H (kalori)	Aliran	H (kalori)
<22>	1822567096	<23>	589049719,8
		<73>	1233517376
Total	1822567096	**Total**	1822567096

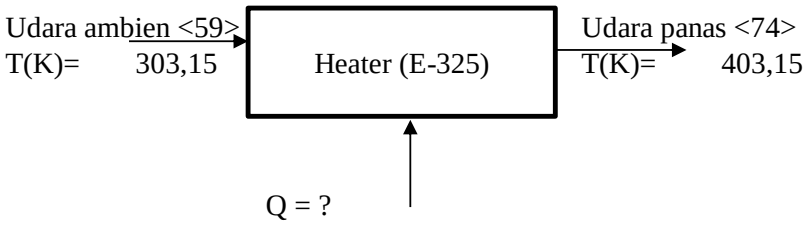
6. Rotary Dryer B-320



Tabel IV.36 Neraca Energi Rotary Dryer

Neraca Energi (B-320)			
Aliran masuk		Aliran keluar	
Aliran	H (kalori)	Aliran	H (kalori)
<26>	6904604960	<27>	7450264794
<59>	1274370313	<60>	728710477,9
Total	8178975272	**Total**	8178975272

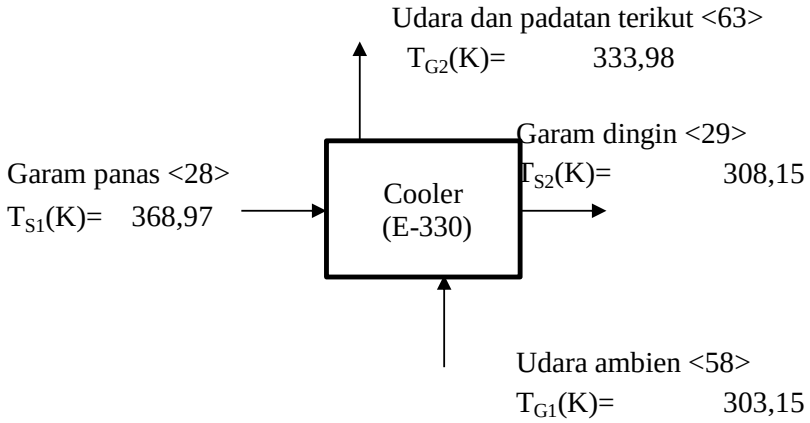
7. Heater E-325



Tabel IV.37 Neraca Energi Heater

Neraca Energi (E-325)			
Aliran masuk		Aliran keluar	
Aliran	H (kalori)	Aliran	H (kalori)
<59>	642509857	<74>	1497031962
Q	854522105,4		
Total	1497031962	**Total**	1497031962

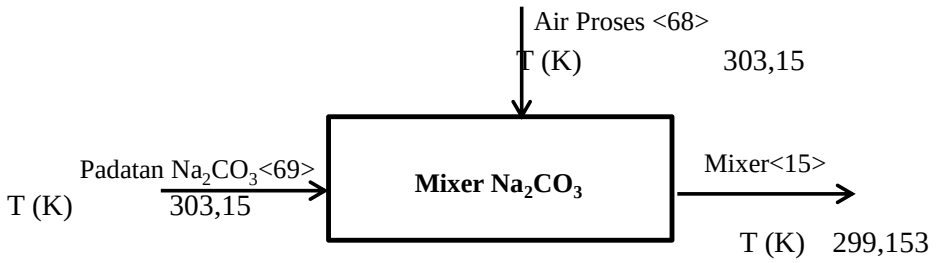
8. Cooler (E-330)



Tabel IV.38 Neraca Energi Cooler

Neraca Energi (B-330)			
Aliran masuk		Aliran keluar	
Aliran	H (kalori)	Aliran	H (kalori)
<28>	6816669586	<29>	1040925629
<58>	9203712937	<63>	14979456894
Total	16020382523	**Total**	16020382523

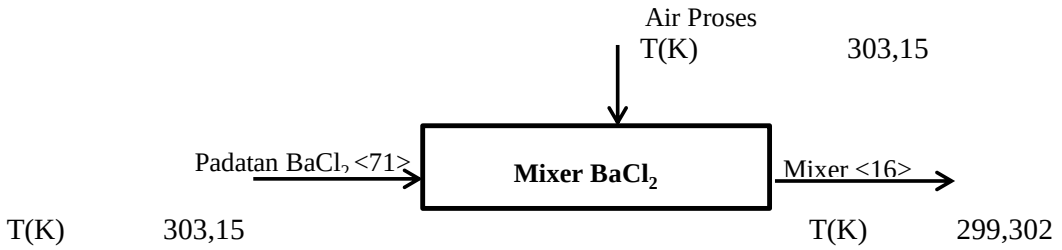
9. Mixer Na_2CO_3 (M-225)



Tabel IV.39 Neraca Energi Mixer

Neraca Energi			
Masuk		**Keluar**	
Kompone	**ΔH (kalori)**	**Komponen**	**ΔH (kalori)**
Padatan Na2CO3		**Ke Reaktor**	
Na_2CO_3	35,458	Larutan Na_2CO_3	414917
H_2O	416,867		
Air Proses		**Entalpi Pelarutan**	
H_2O	412322,750	Na_2CO_3 solution	-2141,59
Total	412775,08	**Total**	412775,08

10. Mixer $BaCl_2$ (M-225)



Tabel IV.40 Neraca Energi Mixer

Neraca Energi			
Masuk		**Keluar**	
Komponen	**ΔH (kal)**	**Komponen**	**ΔH (kal)**
Padatan		**Ke Reaktor**	
$BaCl_2$	70,088	Larutan $BaCl_2$	2385372,52
H_2O	6934,411		
Air Proses		**Entalpi Pelarutan**	
H_2O	1790203,596	Solution $BaCl_2$	-588164,42
Total	1797208,09	**Total**	1797208,09

BAB V
DAFTAR DAN HARGA PERALATAN

V.1 Daftar Peralatan

Daftar dan spesifikasi peralatan yang digunakan dalam Pra Desain Pabrik Garam Industri dari Air Laut adalah sebagai berikut:

1. Pompa (L-111)

Tabel V.1 Spesifikasi Pompa (L-111)

Spesifikasi	Keterangan	
Fungsi	Memompa air laut menuju tangki penampung	
Tipe	*Centrifugal Pump*	
Jumlah	1	buah
Bahan	*Stainless Steel 304*	
Kapasitas	88925,94	kg/jam
Diameter Pipa	8 in sch 40	
Panjang Pipa lurus	44	m
Kerja Pompa	31,757	J/kg
Efisiensi Pompa	78%	
Power Pompa	1,3	hp

2. Kolam Penampung Air Laut (F-112)

Tabel V.2 Spesifikasi Kolam Penampung (F-112)

Spesifikasi	Keterangan	
Fungsi	Menampung air laut untuk mengatasi pasang surut air laut sebelum masuk sand filter	
Tipe	Kolam penampungan tanpa tutup	
Jumlah	2	unit
Bahan	Beton	
Panjang	6	m
Lebar	5	m
Kedalaman	5	m
Kapasitas	150,00	m^3

3. Pompa (L-113)

Tabel V.3 Spesifikasi Pompa (L-113)

Spesifikasi	Keterangan	
Fungsi	Memompa air laut menuju sand filter	
Tipe	*Centrifugal Pump*	
Jumlah	2	buah
Bahan	*Stainless Steel 304*	
Kapasitas	88925,94	kg/jam
Diameter Pipa	5 in sch 40	
Panjang Pipa	21	m
Kerja Pompa	0,811	J/kg
Efisiensi Pompa	78%	

Power Pompa	1,7	hp

4. Sand Filter (H-110)

Berdasarkan PT Primatama Multitech untuk kapasitas 76-90 m^3/jam :

Tabel V.4 Spesifikasi Sand Filter (H-110)

Spesifikasi	Keterangan	
Model	PSF84	
Bahan	Mild Steel/FRP	
Jumlah	1	unit
Diameter	2	mm
Tinggi	1.500	mm
Pipa (inchi)	4	inch

5. Pompa (L-121)

Tabel V.5 Spesifikasi Pompa (L-121)

Spesifikasi	Keterangan	
Fungsi	Memompa air laut menuju cartridge filter	
Tipe	*Centrifugal Pump*	
Jumlah	2	buah
Bahan	*Stainless Steel 304*	
Kapasitas	43,95	kg/jam
Diameter Pipa	5 in sch 40	
Panjang Pipa	23	m
Kerja Pompa	101,033	J/kg
Efisiensi Pompa	78%	
Power Pompa	2,2	hp

6. Cartridge Filter (H-120)

Tabel V.6 Spesifikasi Cartridge Filter (H-120)

Spesifikasi	Keterangan
Fungsi	Menyaring impuritis (Total Dissolve Solid dan Total Suspended Solid) yang masih terikut sebelum masuk reverse osmosis
Jumlah	15 buah
Bahan	(MF) Microfiber
Panjang	10 in
ΔP	8 psi
Micron	005

7. Tangki Penampung (F-213)

Tabel V.7 Spesifikasi Tangki Penampung (L-213)

Spesifikasi	Keterangan	
Fungsi	Menampung produk dari settling tank sebelum menuju membran Reverse Osmosis	
Bentuk	Silinder dengan tutup atas *standard dished* head dan tutup bawah berbentuk conical dengan sudut puncak 120o.	
Pengelasan	Double welded butt joint	
Bahan	SS Tipe 309, Grade 8 (SA-167)	
Jumlah	3	buah
P_{design}	5,003	psi
Diameter dalam tangki (ID)	77,625	m
Diameter luar tangki (OD)	78,000	m
Tinggi liq dlm silinder (LL)	3,304	m
Tinggi liq dlm tangki (Hb)	3,838	m
Tinggi silinder (Ls)	2,972	m
Tinggi tutup atas (T dish)	0,335	m
Tinggi tutup bawah (T con)	1.389,000	m
Tinggi tangki	4,797	m
Tebal silinder (ts)	0,005	m
Tebal tutup atas (tha)	0,188	in
Tebal tutup bawah (thb)	0,188	in
nozzle	4 in sch 80	

8. Pompa (L-213)

Tabel V.8 Spesifikasi Pompa (L-213)

Spesifikasi	Keterangan	
Fungsi	Memompa air laut menuju pressure exchanger	
Tipe	*Centrifugal Pump*	
Jumlah	3	buah
Bahan	*Stainless Steel 304*	
Kapasitas	29,30	kg/jam
Diameter Pipa	4 in sch 40	
Panjang Pipa	23	m
Kerja Pompa	101,654	J/kg
Efisiensi Pompa	78%	
Power Pompa	1,4	hp

9. Reverse Osmosis (H-210)

Tabel V.9 Spesifikasi Reverse Osmosis (H-210)

Spesifikasi	Keterangan

Tipe membran	SW Polyamide Thin-Film Composite)	
Panjang	8	in
Area aktif	41,2	m^2
Maksimum Opr Temperature	45	^oC
Maksimum Opr Pressure	41	bar
Laju permeat	55,8	m^3/jam
Laju umpan	86,363	m^3/jam
Jumlah elemen	2	buah
P umpan	20	bar
P permeat	1,256	bar
P konsentrat	18,749	bar

10. High Pressure Pump (L-212)

Tabel V.10 Spesifikasi High Pressure Pump (L-212)

Spesifikasi	Keterangan	
Fungsi	Menaikkan Tekanan Umpan Reverse Osmosis	
Tipe	*Centrifugal Pump*	
Jumlah	2	buah
Bahan	*Stainless Steel 304*	
Kapasitas	64,77	kg/jam
Diameter Pipa	4 in sch 40	
Panjang Pipa	24	m
Kerja Pompa	1923,512	J/kg
Efisiensi Pompa	78%	
Power Pompa	30,8	hp

11. Pressure Exchanger (X-215)

Tabel V.11 Spesifikasi Pressure Exchanger (X-215)

Spesifikasi	Keterangan	
Fungsi	Mentransfer tekanan konsentrat ke aliran masuk RO	
Tipe	PX-Q230	
Jumlah	2	unit
Efisiensi	96,80%	
Laju aliran tekanan tinggi	15,3305	m^3/jam
Laju aliran tekanan rendah	43,1814	m^3/jam
P konsentrat masuk	18,7438	bar
P konsentrat keluar	1,2	bar
P umpan masuk	1,1	bar
P umpan keluar	18,8898	bar

12. Booster Pump (L-214)

Tabel V.12 Spesifikasi Booster Pump (L-214)

Spesifikasi	Keterangan
Fungsi	Menaikkan tekanan sebelum masuk reverse osmosis

Tipe	*Centrifugal Pump*	
Jumlah	2	buah
Bahan	*Stainless Steel 304*	
Kapasitas	9,26	kg/jam
Diameter Pipa	4 in sch 40	
Panjang Pipa	13	m
Kerja Pompa	119,728	J/kg
Efisiensi Pompa	78%	
Power Pompa	1,9	hp

13. Pompa (L-221A)

Tabel V.13 Spesifikasi Pompa (L-221A)

Spesifikasi	Keterangan	
Fungsi	Memompa air laut dari PX Exchanger menuju electrodialyzer	
Tipe	*Centrifugal Pump*	
Jumlah	2	buah
Bahan	*Stainless Steel 304*	
Kapasitas	15,96	kg/jam
Diameter Pipa	3 in sch 40	
Panjang Pipa	23	m
Kerja Pompa	101,656	J/kg
Efisiensi Pompa	78%	
Power Pompa	0,8	hp

14. Electrodialysis (H220)

Tabel V.14 Spesifikasi Electrodialysis (L-220)

Spesifikasi	Keterangan	
Fungsi	Memisahkan ion-ion garam berdasarkan elektron valensi	
Flow umpan	0,027	m^3/sel
Jumlah sel	37	sel/m^3
Panjang stack	125,1	cm
Arus maskimum	1,8	mA/cm^2
Arus (0,8 arus maksimum)	1,44	mA/cm^2
Luas membran	9,27	m^2/m^3
Jenis membran:	Fuji	
Tebal	0,16	mm
Selectivity	0,95	

15. Pompa (L-221B)

Tabel V.15 Spesifikasi Pompa (L-221B)

Spesifikasi	Keterangan
Fungsi	Memompa air laut menuju cartridge filter
Tipe	*Centrifugal Pump*

Jumlah	1	buah
Bahan	*Stainless Steel 304*	
Kapasitas	3,02	kg/jam
Diameter Pipa	3 in sch 40	
Panjang Pipa	10	m
Kerja Pompa	68,183	J/kg
Efisiensi Pompa	78%	
Power Pompa	0,4	hp

16. Mixer I (M-222)

Tabel V.16 Spesifikasi Mixer I (M-222)

Spesifikasi	Keterangan	
Nama alat	Mixer I	
Fungsi	Mereaksikan pengotor dengan bahan pengendap	
Bahan	type 316, grade M (SA-240), Stainless Steel	
Kapasitas	10,882	ton/jam
Tebal Tangki	0,188	meter
Tinggi Tangki	4	meter
Diameter Tangki	2	meter
Daya power	38	hp
Jumlah	1	unit

17. Pompa (L-221C)

Tabel V.17 Spesifikasi Pompa (L-221C)

Spesifikasi	Keterangan	
Fungsi	Memompa air laut menuju clarifier	
Tipe	*Centrifugal Pump*	
Jumlah	1 buah	
Bahan	*Stainless Steel 304*	
Kapasitas	6,16	kg/jam
Diameter Pipa	3.5 in sch 40	
Panjang Pipa	10	m
Kerja Pompa	72,070	J/kg
Efisiensi Pompa	78%	
Power Pompa	0,8	hp

18. Settling Tank (H-213)

Tabel V.18 Spesifikasi Settling Tank (H-213)

Spesifikasi	Keterangan	
Fungsi	Tempat terjadinya pemisahan antara larutan brine dgn berbagai macam impuritas yg membentuk flok	
Kapasitas	9,748	m^3/jam

Bentuk		Silinder dngn tutup atas berbentuk standard dished head dan tutup bawah berbentuk conical 120^0	
Pengelasan		Double welded butt joint	
Bahan		Stainless Steel, SA-240, grade M	
Jumlah		1	buah
P_{design}		23,435	psi
D dalam tangki	Di	75,46	in
		6,289	ft
		1,917	m
Diameter luar tangki	Do	78,00	in
		6,500	ft
		1,981	m
Tinggi liq dlm silind	L_{Ls}	150,93	in
		12,577	ft
		3,8335	m
Tinggi liq dlm tangki	L_{Ltotal}	4,39	in
		0,366	ft
		0,11143	m
Tinggi silinder	Ls	215,98	in
		17,999	ft
		5,48595583	m
Tinggi tutup atas	Lha	25,981	in
		2,165	ft
		0,65991136	m
Tinggi tutup bawah	Lhb	13,156	in
		1,096	ft
		0,33417	m
Tinggi tangki	L_T	190,00	in
		15,8387	ft
		4,82763	m
Tebal silinder	ts	0,25	in
		0,02083333	ft
		0,00635	m
Tebal tutup atas	tha	0,25	in
		0,02083333	ft
		0,00635	m
Tebal tutup bawah	thb	0,25	in
		0,02083	ft
		0,00635	m

19. Pompa (L-221D)

Tabel V.19 Spesifikasi Pompa (L-221D)

Spesifikasi	Keterangan
Fungsi	Memompa larutan slurry keluaran clarifier
Tipe	*Centrifugal Pump*

Jumlah	1	buah
Bahan	*Stainless Steel 304*	
Kapasitas	0,19	kg/jam
Diameter Pipa	1/2 in sch 80	
Panjang Pipa	12	m
Kerja Pompa	57,730	J/kg
Efisiensi Pompa	78%	
Power Pompa	0,02	hp

20. Pompa (L-311)

Tabel V.20 Spesifikasi Pompa (L-311)

Spesifikasi	Keterangan	
Fungsi	Memompa larutan brine dari clarifier ke evaporative	
Tipe	*Centrifugal Pump*	
Jumlah	1 buah	
Bahan	*Stainless Steel 304*	
Kapasitas	2,96	kg/jam
Diameter Pipa	2.5 in sch 40	
Panjang Pipa	10	m
Kerja Pompa	70,652	J/kg
Efisiensi Pompa	78%	
Power Pompa	0,4	hp

21. Evaporative Crystallizer (V.310)

Tabel V.21 Spesifikasi Evaporative Crystallizer (V-310)

Spesifikasi	Keterangan	
Diameter evaporative crystalliz	2,44	m
Diameter center wall	2,44	m
Tinggi evaporative crystallizer	3,66	m
Tebal Shell	0,188	in

22. Pompa (L-315)

Tabel V.22 Spesifikasi Pompa (L-315)

Spesifikasi	Keterangan	
Fungsi	Memompa slurry dari evaporative crystallizer ke centrifuge	
Tipe	*Centrifugal Pump*	
Jumlah	1 buah	
Bahan	*Stainless Steel 304*	
Kapasitas	1,94	kg/jam
Diameter Pipa	2 in sch 80	
Panjang Pipa	10	m
Kerja Pompa	68,508	J/kg
Efisiensi Pompa	78%	
Power Pompa	0,2	hp

23. Pompa (L-221G)

Tabel V.23 Spesifikasi Pompa (L-221G)

Spesifikasi	Keterangan	
Fungsi	Memompa air laut menuju cartridge filter	
Tipe	*Centrifugal Pump*	
Jumlah	1	buah
Bahan	*Stainless Steel 304*	
Kapasitas	6,15	kg/jam
Diameter Pipa	3.5 in sch 40	
Panjang Pipa	11	m
Kerja Pompa	77,108	J/kg
Efisiensi Pompa	78%	
Power Pompa	0,8	hp

24. Mixer II (M-511)

Tabel V.24 Spesifikasi Pompa (M-511)

Spesifikasi	Keterangan	
Fungsi	Mereaksikan pengotor dengan bahan pengendap	
Bahan	type 316, grade M (SA-240), Stainless Steel	
Kapasitas	22,160	ton/jam
Tebal Tangki	0,219	meter
Tinggi Tangki	7	meter
Diameter Tangki	4	meter
Daya power	467	hp
Jumlah	1	unit

25. Pompa (L-512)

Tabel V.25 Spesifikasi Pompa (L-512)

Spesifikasi	Keterangan	
Fungsi	Memompa air laut menuju settling tank	
Tipe	*Centrifugal Pump*	
Jumlah	1	buah
Bahan	*Stainless Steel 304*	
Kapasitas	6,15	kg/jam
Diameter Pipa	3.5 in sch 40	
Panjang Pipa	10	m
Kerja Pompa	72,071	J/kg
Efisiensi Pompa	78%	
Power Pompa	0,8	hp

26. Settling Tank II (H-510)

Tabel V.26 Spesifikasi Settling Tank (H-510)

Spesifikasi	Keterangan	
Fungsi	Tempat terjadinya pemisahan antara larutan brine dgn berbagai macam impuritas yg membentuk flok	
Kapasitas	7,508	m^3/jam

Bentuk		Silinder dngn tutup atas berbentuk standard dished head dan tutup bawah berbentuk conical 120^0		
Pengelasan		Double welded butt joint		
Bahan		Stainless Steel, SA-240, grade M		
Jumlah		1	buah	
P_{design}		15,827	psi	
D dalam tangki	Di		69,17	in
			5,764	ft
			1,75698	m
Diameter luar tangki	Do		72,00	in
			6,000	ft
			18288	m
Tinggi liq dlm silind	L_{Ls}		138,38	in
			11,529	ft
			3,513	m
Tinggi liq dlm tangki	L_{Ltotal}		4,02	in
			0,335	ft
			0,10214	m
Tinggi silinder	Ls		138,34	in
			11,529	ft
			3,5139	m
Tinggi tutup atas	Lha		0,528	in
			3,753	ft
			1,143846	m
Tinggi tutup bawah	Lhb		10,845	in
			0,904	ft
			0,27547	m
Tinggi tangki	L_T		169,97	in
			14,1646	ft
			4,31736	m
Tebal silinder	ts		0,25	in
			0,020833	ft
			0,00635	m
Tebal tutup atas	tha		0,25	in
			0,02083	ft
			0,00635	m
Tebal tutup bawah	thb		0,25	in
			0,02083	ft
			0,00635	m

27. Mixer (M-225)

Tabel V.27 Spesifikasi Mixer (M-225)

Spesifikasi	Keterangan
Fungsi	Melarutkan $BaCl_2$ dengan air
Bahan	type 316, grade M (SA-240), Stainless Steel

Kapasitas	0,310	ton/jam
Tebal Tangki	0,152	meter
Tinggi Tangki	1,8674	meter
Diameter Tangki	1,01600	meter
Daya power	0,74955	hp
Jumlah	1	unit

28. Pompa (L-221F)

Tabel V.28 Spesifikasi Pompa (L-221F)

Spesifikasi	Keterangan	
Fungsi	Memompa larutan BaCl2 ke mixer I	
Tipe	*Centrifugal Pump*	
Jumlah	1	buah
Bahan	*Stainless Steel 304*	
Kapasitas	0,04	kg/jam
Diameter Pipa	0.125 in sch 40	
Panjang Pipa	11	m
Kerja Pompa	97,685	J/kg
Efisiensi Pompa	78%	
Power Pompa	0,00601	hp

29. Pompa (L-513)

Tabel V.29 Spesifikasi Pompa (L-513)

Spesifikasi	Keterangan	
Fungsi	Memompa endapan Mg(OH)2 ke tangki penampung	
Tipe	*Centrifugal Pump*	
Jumlah	1	buah
Bahan	*Stainless Steel 304*	
Kapasitas	0,13	kg/jam
Diameter Pipa	3/4 in sch 80	
Panjang Pipa	4	m
Kerja Pompa	9896,621	J/kg
Efisiensi Pompa	78%	
Power Pompa	2,14491	hp

30. Pompa (L-221E)

Tabel V.30 Spesifikasi Pompa (L-221E)

Spesifikasi	Keterangan	
Fungsi	Memompa larutan Na2CO3 ke Mixer I	
Tipe	*Centrifugal Pump*	
Jumlah	1	buah
Bahan	*Stainless Steel 304*	
Kapasitas	0,03	kg/jam
Diameter Pipa	2 in sch 80	
Panjang Pipa	11	m

Kerja Pompa	62,802	J/kg
Efisiensi Pompa	78%	
Power Pompa	$7x10^{-6}$	hp

31. Blower (G-122)

Tabel V.31 Spesifikasi Blower (G-122)

Spesifikasi	Keterangan	
Nama	Blower	
Fungsi	Menghembuskan udara ke *Furnace*	
Tipe	Centrifugal Multiblade Backward Curved Blower	
Kapasitas	109710,62	kg/min
Power	10,86	kW
Jumlah	10	unit

32. Centrifuge (H-314)

Tabel V.32 Spesifikasi Centrifuge (H-314)

Spesifikasi	Keterangan	
Fungsi	Memisahkan kristal garam dengan pelarutnya	
Rate volumetrik feed	5,13	m^3 / hr
Diameter bowl	24	inch
Diameter disk	19,5	inch
Jumlah disk	144	unit
Kec. Putar	4000	rpm
Settling velocity	1,78	m/s
Residence time	0,20	s
Power motor	7,50	hp
Jumlah	1	unit

33. Screw Conveyor I (J-321)

Tabel V.33 Screw Conveyor (J-321)

Spesifikasi	Keterangan	
Fungsi	Menyalurkan bahan dari *Centrifuge* menuju *Rotary dryer*	
Kapasitas	2423,80	kg/jam
Panjang	20	m
Diameter	0,30684064	m
Kecepatan putaran	35,0000962	rpm
Power	0,55	hp

34. Rotary Dryer (B-320)

Tabel V.34 Rotary Dryer (B-320)

Spesifikasi	Keterangan	
Fungsi	Mengeringkan kristal garam dengan udara panas	
Jumlah	1	buah
Kapasitas	2203,5	kg/jam

Inside Diameter Dryer	1,56	m
Outside Diameter Dryer	1,58	m
Panjang Dryer	6,24	m
Kecepatan Putar Dryer	10,78	rpm
Waktu Tinggal	0,19	menit
Jumlah Flight	12	buah
Tinggi Flight	0,13	m
Tebal Flight	0,006	m
Power Drive of Drier	14,69	hp

35. Cyclone (H-322)

Tabel V.35 Spesifikasi Cyclone I (H-322)

Spesifikasi	Keterangan	
Fungsi	Memisahkan padatan yang terikut udara	
Kecepatan gas masuk	1080	m/menit
Dimensi		
B_c	0,17941	m
D_c	0,71765	m
D_e	0,35883	m
H_c	0,35883	m
L_c	1,4353	m
S_c	0,08971	m
Z_c	1,4353	m
J_c	0,17941	m

36. Screw Conveyor I (J-311)

Tabel V.36 Screw Conveyor II (J-311)

Spesifikasi	Keterangan	
Fungsi	Menyalurkan bahan dari *Centrifuge* menuju *Rotary cooler*	
Kapasitas	2350,47	kg/jam
Panjang	20	m
Diameter	0,4682	m
Kecepatan putaran	6,39929	rpm
Power	0,53679	hp

37. Cooler (E-330)

Tabel V.37 Spesifikasi Cooler (E-330)

Spesifikasi	Keterangan	
Fungsi	Menurunkan suhu kristal garam	
Jumlah	2	buah
Kapasitas	2136,79	kg/jam
ID cooler	5,16	m
OD cooler	5,17	m
Panjang cooler	20,64	m

Kecepatan putar cooler	3,26	rpm
Waktu tinggal	2,45	menit
Jumlah flight	41	
Tinggi flight	0,43	m
Tebal flight	0,006	m
Power	17,87	kW

38. Cyclone (H-332)

Tabel V.38 Spesifikasi Cyclone (H-332)

Spesifikasi	Keterangan	
Fungsi	Memisahkan padatan yang terikut udara	
Kecepatan gas masuk	1080	m/menit
Dimensi		
B_c	0,17693221	m
D_c	0,7076	m
D_e	0,35382	m
H_c	0,35386441	m
L_c	1,41545764	m
S_c	0,0884661	m
Z_c	1,41545764	m
J_c	0,17691	m

39. Bucket Elevator (J-411)

Data berikut diperoleh dari (A. Spivakovsky,conveying and related equipment)

Tabel V.39 Spesifikasi Bucket Elevator (J-411)

Spesifikasi		Keterangan	
Elevator speed	=	0,054	berdasar trial hingga Handling capacity
		9,400	
Bucket Efisiensi	=	0,60	
Handling Capacity	=	$\frac{Feed\ design}{3.6\ x\ bulk\ density\ x\ efesiensi\ bucket\ x\ elevator\ speed}$	
	=	$\frac{19086,2}{3.6x\ 2149,474\ x\ 0.6\ x\ 0.955}$	
	=	0,000	
Bucket > Capacity	=	1.5 liter	
> Width	=	160 mm	
> height	=	160 mm	
> spacing	=	160 mm	
Resistance Factor 1 (K1)	=	1,25	
Resistance Factor 2 (K2)	=	0,85	
Resistance Factor 3 (K3)	=	0,8	

q = $\frac{Feed\ design}{3.6\ x\ \ elevator\ speed}$

q = $\frac{41,6667}{3.6x\ 0.995}$

q = 0 kg/m

q0 = feed design x resintensi factor (K2)
= 0,0000 x 0,85
= 0

Max Static Tension = $1,15\ x\ Tinggi\ Bucket\ x(q + q0\ x\ K1\ )$
= 1.15 x 20 x (12,123 + (35,417x 1.25))
= 0 kg

Power = 0 hp

40. Crusher (C-410)

Tabel V.40 Spesifikasi Crusher (C-410)

Spesifikasi	Keterangan
Nama	Crusher (C-410)
Model	Hammer mill
Model	1 Swing Sledge
Grating Space	1 -4 in
power	75 hp
Panjang	5ft 1 in
Lebar	5 ft 8 in
Lebar Dalam	20 in
ID	30 in
Feed opening	17 x 20 in
Pulley speed	1000 rpm

41. Screener (H-412)

Tabel V.41 Spesifikasi Screener (H-412)

Spesifikasi	Keterangan
Tipe	*High Speed Vibrating Screen*
Material	Carbon steel
Jumlah	1 buah
Area	8,966 m^2
Sieve opening	0,000149 m
Diameter wire	0,000110 m
Ukuran screen	4 x 4,1 m
Kapasitas	1 kg/jam

42. Heater (E-325)

Tabel V.42 Spesifikasi Heater (E-325)

Spesifikasi	Keterangan

Fungsi	Memanaskan udara yang akan masuk ke rotary dryer		
Type	Spiral Element		
Kapasitas	7877960,00		kg
Surface Area	83,89	m^2	
Wire diameter	17,78	cm	
Inside Coil Diameter	50	cm	
Length of wire	33,80	m	
Length of closed wound coil	2,82	m	
Bahan	SS 304		

43. Air Filter (H-324)

Tabel V.43 Spesifikasi Air Filter (H-324)

Spesifikasi	Keterangan	
Jumlah	20	unit
Face dimension	24 x 24	in
Depth	11,5	in

44. Mixer (M-224)

Tabel V.44 Spesifikasi Mixer (M-224)

Spesifikasi	Keterangan	
Nama alat	Mixer	
Fungsi	Mereaksikan pengotor dengan bahan pengendap	
Bahan	type 316, grade M (SA-240), Stainless Steel	
Kapasitas	0,00008000	ton/jam
Tebal Tangki	0,136	meter
Tinggi Tangki	0,6	meter
Diameter Tangki	0,30	meter
Daya power	0,0018	hp
Jumlah	1	unit

45. Tangki Produk (F-413)

Tabel V.45 Spesifikasi Tangki Produk (F-413)

Spesifikasi	Keterangan	
Fungsi	Menampung produk kristal garam sebelum proses pengemasan	
Bahan	type 316, grade M (SA-240), Stainless Steel	
Kapasitas	5,711	ton/jam
Tebal Tangki	0,006	meter
Tinggi Tangki	2	meter
Diameter Tangki	2	meter
Jumlah	1	unit

46. Tangki $Mg(OH)_2$ (F-514)

Tabel V.46 Spesifikasi Tangki Mg(OH)2 (F-413)

Spesifikasi	Keterangan
Nama alat	Tangki Penampung
Fungsi	Menampung keluaran clarifier sebelum menuju ke tangki netralisasi
Bahan	type 316, grade M (SA-240), Stainless Steel
Kapasitas	0,451 ton/jam
Tebal Tangki	0,006 meter
Tinggi Tangki	1 meter
Diameter Tangki	1 meter
Jumlah	1 unit

47. Tangki Air (F-515)

Tabel V.47 Spesifikasi Tangki Air (F-515)

Spesifikasi	Keterangan
Fungsi	Menampung air
Bahan	type 316, grade M (SA-240), Stainless Steel
Kapasitas	55,884 ton/jam
Tebal Tangki	0,000 meter
Tinggi Tangki	3 meter
Diameter Tangki	2 meter
Jumlah	4 unit

crystallizer

BAB VI

ANALISA EKONOMI

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

VI.1 PENGELOLAAN SUMBER DAYA MANUSIA

VI.1.1 Bentuk Badan Perusahaan

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

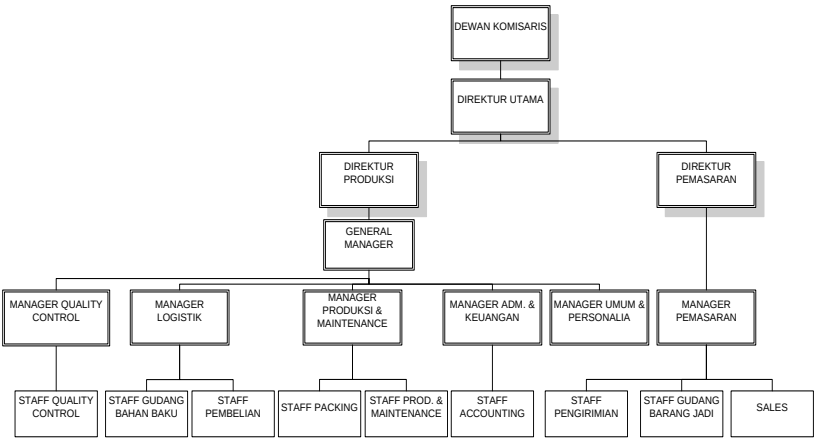
1. Modal perusahaan dapat lebih mudah diperoleh yaitu dari penjualan saham maupun dari pinjaman.
2. Tanggung jawab pemegang saham terbatas, karena segala sesuatu yang menyangkut kelancaran produksi ditangani oleh pemimpin perusahaan.
3. Kekayaan pemegang saham terpisah dari kekayaan perusahaan, sehingga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

VI.1.2 Sistem Organisasi Perusahaan

Struktur organisasi yang direncanakan dalam pra desain pabrik ini adalah garis dan staf, yang merupakan kombinasi dari pengawasan secara langsung dan

spesialisasi pengaturan dalam perusahaan. Alasan pemakaian sistem ini adalah:

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



Gambar VI.1 Struktur Organisasi

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.
   - Mempertanggungjawabkan 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 bertanggungjawab kepada Direktur Produksi dan membawahi secara langsung Manager Quality Control (QC), Manager Logistik, Manager Produksi dan Maintenance, Manager Umum dan Personalia, serta Manager Administrasi dan Keuangan.TugasGeneral 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 yangterkait.
- Membuat laporan hasil produksi dan kesiapan mesin secara berkala.
- MengevaluasI setiap bagian mengenai hasil pekerjaan, skill pekerja serta peningkatannya.

- Mengatur jadwal perbaikan / perawatan mesin produksi.
- Menyiapkan bahan yang dibutuhkan untuk proses pengemasan (plastic,lem, karton, benang jahit untuk karung, dsb)
- Mengevaluasi mutu dan jumlah hasil packing yang dikerjakan bawahan.

9. Manager Umum & Personalia

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

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

10. Manager Administrasi & Keuangan

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

    - Memeriksa laporan keuangan pabrik.

- Membuat laporan kasbarang-barang yang ada di perusahaan secara periodik.
- Memeriksa laporan kas pabrik, apakah sudah sesuai dengan buktibukti yang sudah ada.
- 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 mengenaipelaksanaan pekerja.
    - Mengadakan evaluasi terhadap skill pekerja dalam lingkungan Departemen Pemasaran untuk meningkatkan intensitas pemasaran.

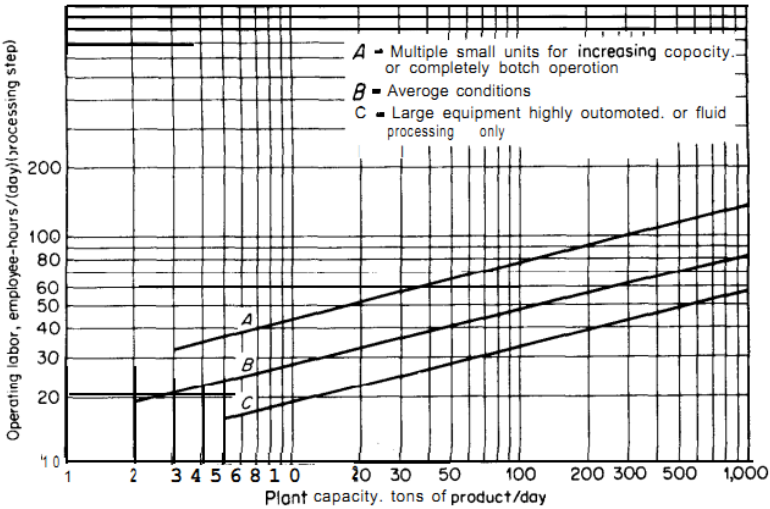
VI.1.3 Perincian Jumlah Tenaga Kerja

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

1. Penentuan Jumlah Karyawan Operasional

   Jumlah karyawan operasional yang dibutuhkan untuk proses produksi garam farmasi dari air laut sebagai berikut :

   Kapasitas produksi garam farmasi = 909 ton/hari



Gambar VI.2 Kebutuhan Pekerja Operator untuk Industri Kimia

Berdasarkan *figure 6-9 Timmerhaus*, hal 265 untuk *average condition*, maka diperoleh 80 orang/(hari)(tahapan proses), sehingga jumlah karyawan yang dibutuhkan sebanyak 320 orang/hari

Tabel VI.1 Daftar Kebutuhan Karyawan Pabrik Garam Farmasi

No	Jabatan	Pendidikan				Jumlah
		SMA	D3	S1	S2	
1.	Dewan Komisaris				3	3
2.	Direktur Utama				1	1
3.	Direktur Produksi			1		1
4.	Direktur Pemasaran			1		1
5.	Direktur Keuangan			1		1
6.	Direktur SDM			1		1
7.	Sekretaris			5		5
8.	Kepala Bagian					
	a. Proses			4		4
	b. Quality Control			1		1
	c. Promosi			1		1
	d. Penjualan			1		1
	e. Pembukuan			1		1
	f. Pengelolaan Dana			1		1
	g. Kepegawaian			1		1
9.	Dokter			2		2
10.	Perawat			5		5
11.	Karyawan					
	a. Proses	20	60	40		120
	b. Quality Control	10	15	10		35
	c. Promosi	8	7	5		20
	d. Penjualan	8	7	5		20
	e. Pembukuan	2	2	2		6
	f. Pengelolaan Dana	3	1	2		6
	g. Kepegawaian	3	2	1		6
12.	Sopir	7				7
13.	Cleaning Service	15				15
10.	Karyawan tidak tetap	55				55
Total		**131**	**99**	**91**	**4**	**165**

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

a. Karyawan *Day Shift*

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

   Jam kerja karyawan diatur sebagai berikut :

- Jam kerja

  Senin – Jumat : 07.00 – 17.00

- Jam Istirahat

  Senin – Kamis : 12.00 – 13.00

  Jum'at : 11.00 – 13.00

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

b. Karyawan *Shift*

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

   Shift I : 07.00 - 15.00

   Shift II : 15.00 - 23.00

   Shift III : 23.00 – 07.00

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

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

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

VI.1.4 Status Karyawan dan Pengupahan

a. Karyawan Tetap

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

b. Karyawan Harian

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

c. Pekerja Borongan

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

VI.2 UTILITAS

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

1. Air

Air pada pabrik ini hanya berfungsi sebagai sanitasi dan pelarut.

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

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

VI.2.1 Unit Pengolahan Air

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

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

penampung air sanitasi, tangki desinfektan, dan pompa air untuk sanitasi. Adapun syarat air sanitasi, meliputi :

a. Syarat fisik :
   - Suhu di bawah suhu udara
   - Warna jernih
   - Tidak berasa
   - Tidak berbau
   - Kekeruhan 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

VI.2.2 Unit Penyediaan Steam

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

VI.2.3 Unit Pembangkit Tenaga Listrik

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

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

VI.2.4 Unit Bahan Bakar

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

VI.2.5 Unit Penanganan Limbah

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

VI.3 ANALISA EKONOMI

Analisa ekonomi dimaksudkan untuk dapat mengetahui apakah suatu pabrik yang direncanakaan layak didirikan atau tidak. Oleh karena itu pada Pra Desain Pabrik Garam Farmasi dari Air Laut dengan Metode *Zero Discharge Desalination* di Kabupaten Pamekasan ini dilakukan evaluasi atau studi kelayakan dan penilaian investasi.

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

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

VI.3.1 Analisa Keuangan

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

adalah ketentuan maupun parameter yang digunakan untuk perhitungan ekonomi.

Tabel VI.3 Parameter Perhitungan Ekonomi

PARAMETER	**Nilai**	**Keterangan**
Investasi Total	1.1 T	Rupiah
Pajak pendapatan	30%	/tahun
Inflasi	4%	/tahun
Depresiasi	10%	/tahun
IRR	21%	/tahun
Nama Produk	**Harga (Rp)**	**Keterangan**
Garam Farmasi	16000	/kg
$Mg(OH)_2$	3500	/kg
Air desalinasi	500	/kg
OPERASI		
Garam Farmasi	137075	kg/hari
$Mg(OH)_2$	181	kg/hari
Air desalinasi	1335080	kg/hari
Hari Operasi	330	Hari
Modal Sendiri (60 %)	838.121.996.385,89	Rupiah
Modal Pinjam (40 %)	1.396.869.993.976,48	Rupiah

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

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

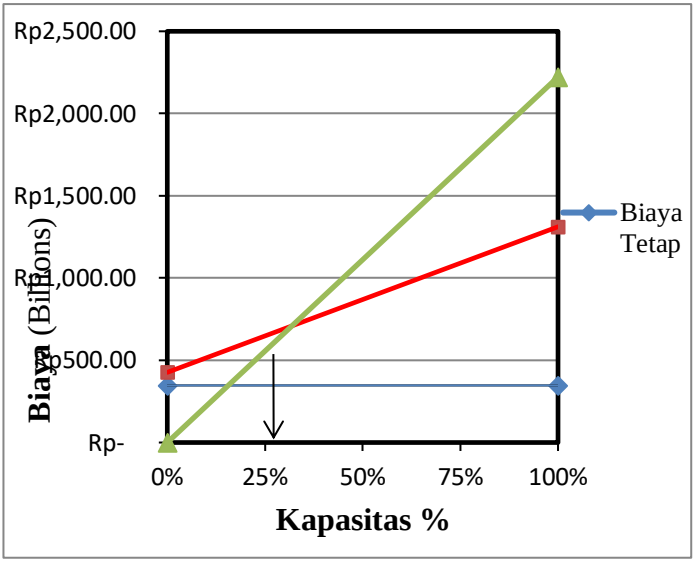
pabrik ini layak didirikan dengan kondisi tingkat bunga pinjaman 12% per tahun.

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

Dari perhitungan yang dilakukan pada Appendiks D didapatkan bahwa waktu pengembalian modal minimum adalah 5,06 tahun dengan perkiraan usia pabrik 10 tahun. Hal ini menunjukkan bahwa pabrik ini layak untuk didirikan karena POT yang didapatkan lebih kecil dari perkiraan usia pabrik.

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

Analisa titik impas digunakan untuk mengetahui besarnya kapasitas produksi dimana biaya produksi total sama dengan hasil penjualan. Biaya tetap (FC) dan Biaya variabel (VC), Biaya semi variabel (SVC) dan biaya tetap tidak dipengaruhi oleh kapasitas produksi. Dari perhitungan yang dilakukan pada Appendiks D didapatkan bahwa Titik Impas (BEP) = 32.05%.



Gambar VI.3 Grafik *Break Even Point*

BAB VII
KESIMPULAN

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

1. Perencanaan operasi : Kontinyu, 24 jam/hari selama 330 hari/tahun
2. Kapasitas produksi : 40.000 ton/hari
3. Kebutuhan bahan baku
   Air laut : 704.293,4 ton/tahun
4. Lokasi pendirian pabrik : Desa Batu Bintang, Kec. Batu Marmar, Kab. Pamekasan, Madura
5. Analisa ekonomi

a. Pemodalan

Modal Tetap (FCI)	:	Rp 1,000,117,499,057
Modal Kerja (WCI)	:	Rp 176,491,323,362.93
Modal Total (TCI)	:	Rp1,176,608,822,419.54
Biaya produksi per tahun (TPC)	:	Rp583,601,625,021.88
Hasil Penjualan per tahun	:	Rp 944,253,510,948.00

b. Rentabilitas

Masa konstruksi	: 2 tahun
Pengembalian pinjaman	: 10 Tahun
Bunga bank	:12%
Laju inflasi	: 4%
IRR	: 21%
Pay Out Time	: 5.06 tahun
Break Even Poin	: 32.05%

DAFTAR PUSTAKA

Brownell, L. E., & Edwin H Young. (1959). *Process Equipment Design.* New York.

Geankoplis, C.J. (1993). *Transport Processes and Unit Operations 3rd Edition*. London : Prentice Hall International.

Kaufmann, D. W. (1968). *Sodium Chloride The Production and Properties of Salt and Brine*. New York: Hafner Publishing.

Kern, D. Q. (1950). *Process Heat Transfer*. New York: McGraw-Hill.

Kusnarjo. 2010. *Ekonomi Teknik*

Marillo, J. and Jose Usero. (2014). *Comperative Study of Brine Management Technologies for Desalination Plants.* Spain: Elsevier.

McCabe, W.L. (1993). *Unit Operations of Chemical Engineering*. United States: McGraw Hill

Perry, R.H., dan Green, D.W. (1997). *Perry's Chemical Engineers' Handbook 7 th Edition*. New York : McGraw-Hill.

Peters, M.S. and Timmerhaus, K.D. (2003). *Plant Design and Economics for Chemical Engineers 5th Edition*. Singapore: Mc. Graw-Hill.

Salim, Z. dan Ernawati. (2016). *Info Komoditi Garam*. Jakarta: Badan Pengkajian dan Pengembangan Perdagangan.

Sihombing, T.H. (2016). *Penerapan Standar Garam Untuk Obat dan Maknanan*. Jakarta:Badan POM RI.

Spivakovsky, A., and V. Dyachkov. *Conveyors and Related Equipment*. Rusia: PeacePublishers.

Walas, S.M. (1988). *Chemical Process Eqipment Selection and Design*. USA: Butterworth-Heinemann.

RIWAYAT HIDUP PENULIS 1

Nurul Rahmawati, putri dari pasangan Bapak Suwardi dan Ibu Jumiyem. Lahir di Sragen, 31 Maret 1996. Penulis mulai mengenyam pendidikan di SDN Nglorog V Sragen (2001-2008), SMPN 1 Sragen (2008-2011), SMAN 1 Sragen (2011-2014), D3 Teknik Kimia UNS (2014-2017) dan S1 Lintas Jalur Teknik Kimia ITS (2018-2020) yang kemudian pada tahun 2019 mulai melakukan penelitian di Laboratorium Teknologi Biokimia dengan tugas akhir yang berjudul : **"Kinetika Reaksi Asam Laktat dari Pati SIngkong Karet (*Manihot glaziovii*) oleh *Lactobacillus casei*"**

Penulis pernah aktif organisasi di Badan Kerohanian Islam Fakultas Teknik UNS sebagai Sekertaris Bidang Kaderisasi (2015-2016). Penulis pernah melakukan perja praktik di PT Ajinomoto (2017) dan PT South Pacific Viscose (2019).

E-mail penulis : rahma.nurul96@gmail.com
No. HP : 085741677040
Motto : Dream, Pray, Action!
Pesan : Jangan mencoba menjadi sama, jadilah yang lebih baik.

RIWAYAT HIDUP PENULIS 2

Rona B. Larasati, putri dari pasangan Bapak Joko Supriyadi dan Ibu Dewi Raras. Lahir di Sukoharjo, 24 November 1996. Penulis mulai mengenyam pendidikan di SDN Jetis 1 Sukoharjo (2001-2008), SMPN 1 Sukoharjo (2008-2011), SMAN 1 Sukoharjo (2011-2014), D3 Teknik Kimia UNS (2014-2017) dan S1 Lintas Jalur Teknik Kimia ITS (2018-2020) yang kemudian pada tahun 2019 mulai melakukan penelitian di Laboratorium Teknologi Biokimia dengan tugas akhir yang berjudul : **"Kinetika Reaksi Asam Laktat dari Pati SIngkong Karet (*Manihot glaziovii*) oleh *Lactobacillus casei*"**
Penulis pernah aktif organisasi di Himp
unan Mahasiswa D3 Fakultas Teknik UNS sebagai Staf PSDM dan Kadika FT UNS sebagai staf Humas (2015-2016). Penulis pernah melakukan perja praktik di PT Sango Ceramics Indonesia (2017) dan PT South Pacific Viscose (2019).

E-mail penulis : ronalharasati@gmail.com
No. HP : 082248599088
Motto : Jangan gupuh
Pesan : Satu persatu tidak perlu terburu-buru, pasti semua selesai juga.