

APLIKASI TEKNOLOGI OSMOSIS BALIK UNTUK MEMENUHI KEBUTUHAN AIR MINUM DI KAWASAN PESISIR ATAU PULAU TERPENCIL

Nusa Idaman Said

Kelompok Teknologi Pengelolaan Air Bersih dan Limbah Cair, Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan, BPPT.

Abstract

Teknologi pengolah air asin menjadi air tawar ada bermacam-macam jenisnya. Saat ini untuk mengolah air asin dikenal dengan cara destilasi, pertukaran ion, elektrodialisis, dan osmosa balik. Masing-masing teknologi mempunyai keunggulan dan kelemahan. Pemanfaatan teknologi pengolahan air asin harus disesuaikan dengan kondisi air baku, biaya yang tersedia, kapasitas dan kualitas yang diinginkan oleh pemakai air. Di antara berbagai macam teknologi tersebut yang banyak dipakai adalah teknologi destilasi dan osmosa balik. Teknologi destilasi umumnya banyak dipakai ditempat yang mempunyai energi terbuang (pembakaran gas minyak pada kilang minyak), sehingga dapat menghemat biaya operasi dan skala produksinya besar (>500 m³/hari). Sedangkan teknologi osmosa balik banyak dipakai dalam skala yang lebih kecil.

Keunggulan teknologi membran osmosa balik adalah kecepatannya dalam memproduksi air, karena menggunakan tenaga pompa. Kelemahannya adalah penyumbatan pada selaput membran oleh bakteri dan kerak kapur atau fosfat yang umum terdapat dalam air asin atau laut. Untuk mengatasi kelemahannya pada unit pengolah air osmosa balik selalu dilengkapi dengan unit anti penggerakkan dan anti penyumbatan oleh bakteri. Sistem membran reverse yang dipakai dapat berupa membran dan mampu menurunkan kadar garam hingga 95-98%. Air hasil olahan sudah bebas dari bakteri dan dapat langsung diminum.

Kata kunci : teknologi reverse osmosis, air minum, kawasan pesisir

I. PENDAHULUAN

Air minum adalah kebutuhan dasar manusia yang paling penting bagi kelangsungan hidup dan kualitas hidup manusia. Namun tidak semua daerah mempunyai sumberdaya air yang baik. Wilayah pesisir pantai dan pulau-pulau kecil di tengah lautan lepas merupakan daerah-daerah yang sangat miskin akan sumber air bersih, sehingga timbul masalah pemenuhan kebutuhan air minum. Sumberdaya air yang terdapat di daerah tersebut umumnya berkualitas buruk, misalnya air tanahnya yang payau atau asin. Sumber air yang secara kuantitas tidak terbatas adalah air laut, walaupun kualitasnya sangat buruk karena banyak air laut menjadi air tawar tersebut dikenal mengandung kadar garam atau TDS (*Total Dissolved Solid*) sangat tinggi.

Untuk mengatasi masalah tersebut salah satu cara adalah dengan penerapan teknologi pengolahan air yang sesuai

dengan kondisi sosial, budaya, ekonomi dan SDM (sumberdaya manusia), selain kondisi sumber air bakunya sendiri. Proses pengolahan air asin menjadi air tawar tersebut dikenal sebagai proses desalinasi.

Pada era industrialisasi dengan kemajuan yang sangat pesat seperti sekarang ini juga mengakibatkan kenaikan tingkat sosial ekonomi masyarakat. Keadaan tersebut ditambah dengan terus meningkatnya jumlah penduduk akan semakin memacu peningkatan jumlah kebutuhan dasar manusia, khususnya air minum. Dengan meningkatnya permintaan akan air bersih dan semakin terbatasnya sumberdaya air di alam, maka peningkatan efisiensi proses pengolahan air juga merupakan syarat utama. Demikian halnya dalam penerapan sistem desalinasi ini, untuk mengoptimalkan efisiensi proses ditempuh sistem penggabungan/kombinasi dengan proses pengolahan secara konvensional.

Air asin atau air payau adalah larutan yang mengandung beberapa jenis zat terlarut seperti garam-garam, yang jumlahnya rata-rata 3 sampai 4,5 %. Desalinasi berarti pemisahan air tawar dari air asin. Metoda yang digunakan pada proses ini disebut desalinasi air asin. Dalam pemisahan air tawar dari air asin, ada beberapa teknologi proses desalinasi yang telah banyak dikenal antara lain, yakni proses distilasi atau penguapan, teknologi proses dengan menggunakan membran, proses pertukaran ion dll.

Proses desalinasi dengan cara distilasi adalah pemisahan air tawar dengan cara merubah phase air, sedangkan pada proses dengan membran yakni pemisahan air tawar dari air laut dengan cara pemberian tekanan dan menggunakan membran reverse osmosis atau dengan cara elektrodialisa.

Disamping alat desalinasi itu sendiri, perlengkapan lainnya yang umum pada proses desalinasi adalah sistem intake air laut termasuk pompa intake, saringan kasar dan saringan halus, perpipaan air laut, perpipaan air hasil proses (air tawar) dan tangki penampungan, peralatan energi (listrik) dan sistem distribusi dan lain sebagainya.

Beberapa jenis teknologi proses desalinasi air laut dapat dilihat pada Gambar 1. Pemilihan proses yang akan digunakan harus disesuaikan dengan lokasi pengolahan, kualitas air laut, penggunaan air hasil pengolahan dan lain sebagainya berdasarkan studi kelayakan.

Mengingat semakin bertambahnya permintaan air baik untuk kehidupan manusia maupun untuk industri, maka setiap negara perlu menyediakan air tawar yang murah walaupun biaya untuk pengadaan sumber energinya semakin tinggi. Di beberapa negara penelitian dan pengembangan metoda desalinasi, penambahan-penambahan baru, kombinasi dan lain sebagainya telah dilaksanakan untuk meningkatkan efisiensi dari pengolahan sistem desalinasi.

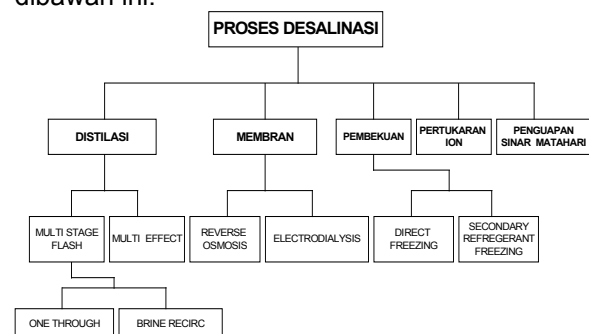
II. TEKNOLOGI PROSES DESALINASI AIR ASIN

2.1 Proses Distilasi (Penguapan)

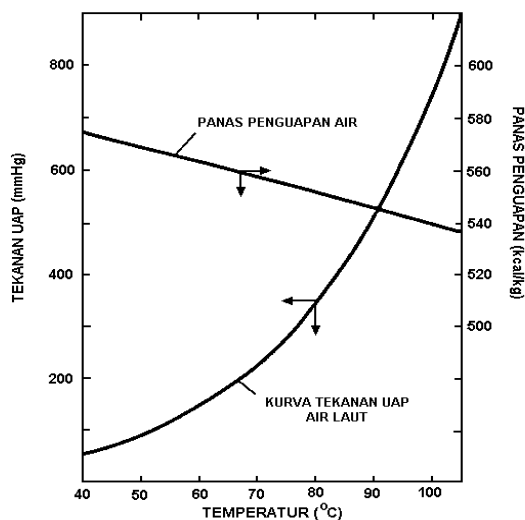
Pada proses desatilasi, air laut dipanaskan untuk menguapkan air laut dan kemudian uap air yang dihasilkan dikondensasi untuk memperoleh air tawar. Proses ini menghasilkan air tawar yang sangat tinggi tingkat kemurniannya dibandingkan dengan proses lain. Air laut mendidih pada 100°C pada tekanan atmosfer, namun dapat mendidih di bawah 100°C apabila tekanan diturunkan seperti terlihat pada Gambar 2. Penguapan air memerlukan panas penguapan yang tertahan pada uap air yang terjadi sebagai panas laten. Apabila uap air dikondensasi maka panas laten akan dilepaskan yang dapat dimanfaatkan untuk pemanasan awal air laut.

Korosi (karat) sudah tentu akan merusak peralatan dan perpipaan, yang dapat mengakibatkan sistem pengolahan tidak dapat beroperasi, yang kemudian akan meghabiskan biaya dan waktu yang tidak sedikit pada saat perbaikan. Produksi air akan terhenti pada periode itu. Oleh karena itu pemilihan bahan merupakan hal yang sangat penting. Proses desalinasi telah bertahun-tahun dan telah dihasilkan beberapa perbaikan.

Proses distilasi dibagi dalam 3 sistem utama yakni : *multi stage flash distillation*, *multiple effect distillation* dan *vapor compression distillation*. Penjelasan singkat setiap proses tersebut akan diuraikan dibawah ini.



Gambar 1 : Klasifikasi Proses Desalinasi Air Laut



Gambar 2 : Kurva tekanan uap air laut dengan konsentrasi garam 3,5 % dan panas penguapan.

Pada proses distilasi, air laut digunakan sebagai bahan baku air tawar dan sebagai air pendingin dalam hal ini jumlah air laut yang diperlukan sebesar 8 sampai 10 kali dari air tawar yang dihasilkan. Steam dari boiler atau sumber lainnya dapat digunakan sebagai media pemanas dan suatu rancangan akan memerlukan jumlah steam pemanas 1/6 sampai 1/8 dari air yang dihasilkan. Perbandingan jumlah produksi air tawar terhadap jumlah panas steam yang diperlukan disebut Performance Ratio atau Gained Output Ratio (GOR). Rancangan biasanya memakai performance ratio 6 sampai 8.

Masalah yang biasa timbul pada semua jenis sistem distilasi adalah kerak dan karat pada peralatan. Apabila terjadi kerak pada tube penukar panas evaporator maka efisiensi panas dan produksi air tawar akan berkurang. Pengolahan desalinasi harus diberhentikan untuk pembersihan tube dengan asam. Penerapan pengolahan yang efektif sangat diperlukan.

2.1.1 Multi Stage Flash Distillation

2.1.1.A Proses Pengolahan

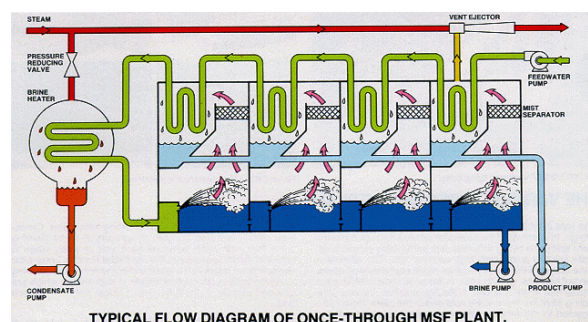
Apabila air laut yang telah dipanaskan dialirkan kedalam vesel pada tekanan kecil, sebagian dari air laut yang dipanaskan akan segera mendidih dengan

mengambil panas penguapan dari sisa air air laut, sehingga mengakibatkan penurunan temperatur sisa air laut. phenomena ini disebut flash evaporation.

Gambar 3 adalah diagram yang disederhanakan tentang proses *multistage flash distillation*. Evaporator (penguap) dibagi dalam beberapa bagian yang disebut "stage". Gambar tersebut memperlihatkan empat stage (tahap) evaporator, namun pada umumnya di tempat pengolahan terdapat lebih dari sepuluh stage. Setiap stage selanjutnya dibagi menjadi flash chamber yang merupakan ruangan yang terletak dibawah pemisah kabut dan bagian kondensor yang terletak diatas pemisah kabut.

Air laut dialirkan dengan pompa kedalam bagian kondensor melalui tabung penukar panas dan hal ini menyebabkan terjadi pemanasan air laut oleh uap air yang terjadi dalam setiap flash chamber. Kemudian air laut selanjutnya dipanaskan dalam pemanas garam dan kemudian dialirkan ke dalam flash chamber tahap pertama.

Setiap tahap (stage) dipertahankan dengan kondisi vakum tertentu dengan sistem vent ejector, dan beda tekanan antara tahap-tahap dipertahankan dengan sistem *vent orifices* yang terdapat pada vent penyambung pipa yang menyambungkan antara tahap-tahap.



Gambar 3 : Proses multistage flash distillation (MSF)

Air laut yang telah panas mengalir dari tahap bertemperatur tinggi ke tahap bertemperatur rendah melalui suatu bukaan kecil antara setiap tahap yang disebut *brine orifice*, sementara itu penguapan tiba-tiba (*flash evaporates*) terjadi dalam setiap chamber, air laut pekat keluar dari tahap

terakhir dengan menggunakan pompa garam (*brine pump*).

Uap air yang terjadi dalam flash chamber pada setiap tahap mengalir melalui pemisah kabut, dan mengeluarkan panas laten ke dalam tabung penukar panas sementara air laut mengalir melalui bagian dalam dan kemudian uap berkondensasi. Air yang terkondensasi dikumpulkan dalam suatu napan (*tray*).

Air yang terkondensasi biasanya disebut destilat atau air produk, yang dihasilkan dari pemanasan air laut secara bertahap yakni dari tahap bertemperatur panas ke tahap bertemperatur rendah dan dipisahkan dari tahap terakhir dengan pompa produk.

Sejumlah tertentu penghilang kerak disuntikkan ke dalam air laut sebelum masuk ke dalam tabung penukar panas (tidak tergambar pada gambar 3).

2.1.1.B Keunggulan MSF

- Tidak ada batasan ukuran yang tetap untuk setiap unit plant. Ukuran unit MSF dapat mencapai 100.000 Ton/hari.
- Modul-modul MSF dapat dirakit di pabrik perakitan dengan berat dapat mencapai 1.600 Ton, dapat diangkut ke lokasi dalam satu blok tunggal.
- Dapat digabungkan dengan instalasi pembangkit tenaga (*steam* atau *gas turbine*) untuk menghemat tenaga listrik atau menghemat biaya air.
- Rancang bangun alat dapat dioptimisasi untuk mendapatkan harga produksi air yang paling murah.

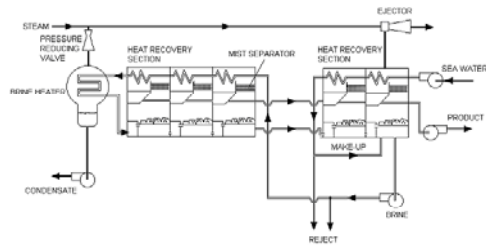
2.1.1.C Jenis Instalasi MSF

Jenis instalasi seperti yang tertera pada gambar 3 adalah merupakan sistem MSF yang dirancang sekali lewat (*Once Through Design*), dimana seluruh air laut yang akan diuapkan dialirkan ke seluruh instalasi sekali lewat tanpa sirkulasi (*recycle*). Hal ini memang memudahkan

operasi, tetapi biaya produksi atau biaya operasi lebih tinggi.

Jenis MSF yang lain yakni MSF dengan sistem "Brine Recycle", yang mana sistem operasinya lebih kompleks tetapi biaya operasinya lebih rendah. Pada instalasi MSF sistem "*Brine Recycle*" (sistem sirkulasi air garam), yang diagram prosesnya seperti tertera pada Gambar 4, sebagian dari air garam yang dibuang (*reject brine*) pada bagian (tahap) yang paling dingin disirkulasikan atau didaur ulang ke ruang penguapan tahap antara (*intermediate stage*). Sirkulasi brine tersebut dimasukkan pada ruang penguapan pada tahap (*stage*) yang dipilih sedemikian rupa sehingga air baku air laut yang digunakan untuk mendinginkan uap air yang terbentuk pada ruang penguapan pada tahap berikutnya tidak akan mencapai suhu dimana proses pengolahan harus menggunakan senyawa anti kerak (*anti scale*). Dengan cara demikian maka hanya sebagian kecil air laut yang digunakan sebagai umpan air baku (*make up water*) yang memerlukan pengolahan dengan menggunakan senyawa anti kerak untuk mencegah terjadinya pengendapan kerak yakni hanya ada bagian yang suhunya lebih tinggi pada instalasi.

Untuk menghindari terjadinya penumpukan konsentrasi garam yang tinggi pada MSF "*brine recycle*", yang dapat membahayakan peralatan dengan terbentuknya endapan garam sulfat yang keras, maka sebagian dari *brine* (air garam) yang disirkulasikan harus dibuang. Air baku air laut yang digunakan sebagai air umpan biasanya dua kali dari jumlah produk air olahannya, tetapi jumlah tersebut hanya 25 % dari jumlah air baku apabila diolah dengan MSF "*One Through*". Dengan demikian proses desalinasi air laut dengan MSF "*brine recycle*" dapat menghemat biaya bahan kimia yang mana hal ini merupakan salah satu keunggulan dari MSF dengan sistem sirkulasi brine. Salah satu contoh instalasi desalinasi air laut dengan proses MSF kapasitas 1000 m³ per hari dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 4 : Diagram alir MSF "Brine Recycle".



Gambar 5 : Contoh instalasi desalinasi air laut dengan proses MSF kapasitas 1000 m3 per hari (dua unit). Lokasi PLTU Muara Karang, Jakarta. Produksi Sasakura .

2.1.2 Multiple Effect Distillation

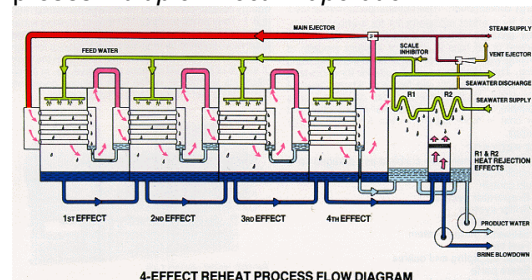
Multiple effect adalah suatu proses yang terdiri dari beberapa chambers flash yang disebut "*effect*". Dalam proses ini, hanya *effect* pertama yang dialiri steam dari boiler dan *effect* kedua dan selanjutnya memperoleh steam yang diproduksi oleh *effect* sebelumnya.

Dalam *multi effect evaporator*, air laut disemprotkan ke bagian luar dari tabung penukar panas yang diletakkan secara horizontal. Pada saat uap air yang lebih panas yang terdapat dalam tabung berkondensasi dan menghasilkan air tawar, saat itu pula menyebabkan air laut diluar tabung mendidih, dan menghasilkan uap air baru yang kemudian mengalir ke tabung penukar panas berikutnya. Setiap *effect* mengurangi tekanannya dibawah tekanan jenuh dari temperatur brine (air laut yang pekat karena evaporasi).

Proses kondensasi/evaporasi berulang-ulang sejak dari *effect* pertama hingga *effect* keempat dan air tawar dan air laut pekat yang diproduksi akhirnya mengalir ke dalam ruang lain yang mengandung *effect* penolakan panas R1 dan R2. Dalam hal ini pengulangan evaporasi sesuai dengan nomer *effect* yang memproduksi air tawar dengan efisiensi panas tinggi.

Sistem pengolahan desalinasi Reheat (RH) adalah kombinasi dari multi *effect* evaporator dan thermo-compressor. *Thermo-compressor* adalah jet ejector steam dan disebut ejector utama dalam proses. Ejector utama menyedot uap bertemperatur rendah dari *effect* keempat, kemudian memadatkannya dan mengalirkan campuran steam dan uap yang lebih panas ke *effect* pertama.

Vent ejector dipasang dengan maksud yang sama seperti pada sistem *multistage flash distillation* dan zat penghambat kerak terpilih disuntikkan ke dalam air baku. Gambar 6 memperlihatkan flow diagram desalinasi air laut dengan proses *Multiple Effect Evaporation*.



Gambar 6 : flow diagram desalinasi air laut dengan proses *Multiple Effect Evaporation*.

2.1.3 Vapour Compression Method

Apabila dilakukan penekanan adiabatik terhadap uap air, maka temperatur akan naik dan terkondensasi pada temperatur tinggi. Berdasarkan pada teori ini, uap air yang diproduksi dalam evaporator dapat digunakan kembali sebagai steam pemanas untuk evaporator yang sama. Proses ini disebut vapour compression distillation.

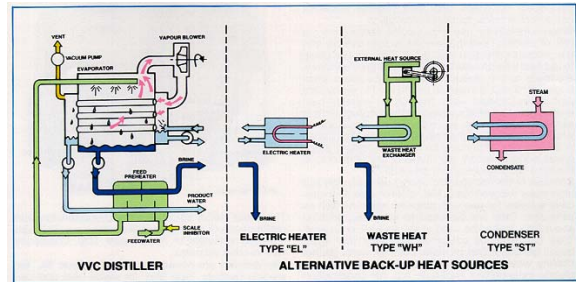
Dalam sistem ini terdapat empat komponen utama; pemanas awal air baku, tabung evaporator horizontal dan thin film

evaporation, blower uap sebagai kompresor dan pemanas atau penukar panas yang mengambil panas dari beberapa sumber panas cadangan. Kondisi vakum pada pengolahan dipertahankan dengan menggunakan pompa vakum kecil. Air baku yang masuk diolah dengan sejumlah kecil zat penghambat kerak

Air laut mula-mula dihangatkan dalam pemanas awal air baku, kemudian dialirkan ke bagian atas dari evaporator dan disemburkan keseluruh bagian luar dari tabung penukar panas. Air laut menjadi berupa film tipis diatas permukaan tabung dan kemudian menguap karena terjadinya kondensasi uap air yang lebih panas yang berada di dalam tabung. Uap air yang terbentuk dari air laut disedot dan ditekan oleh blower uap dan temperatur naik beberapa derajat dan kemudian dialirkan ke dalam tabung penukar panas, yang di dalam ini uap air terkondensasi menjadi air tawar sebagai produksi pengolahan.

Sejumlah panas meninggalkan evaporator bersama produksi air dan air pekat. Pemanas awal air baku memanfaatkan panas tersebut semaksimal mungkin. Namun sejumlah kecil tetap hilang bersama aliran yang dikeluarkan (air tawar dan air pekat) dan keluar ke lingkungan sekitarnya. Sejumlah panas yang sama dengan panas yang hilang harus dimasukkan kembali dan dipasok dari sumber panas cadangan dengan tujuan untuk mempertahankan proses dalam keadaan tetap. Sumber panas cadangan dapat berupa listrik, steam, gas panas atau air panas dengan temperatur diatas 80 derajat.

Sejumlah besar panas secara efektif disirkulasi dalam proses evaporasi/kondensasi secara terus menerus. Konsumsi tenaga listrik dari blower uap lebih kecil dari sepersepuluh panas eveporasi (panas laten) dan efisiensi thermal tinggi tercapai. Namun sumber energi utama adalah tenaga listrik dan jumlah konsumsi besar dibandingkan dengan proses lainnya. Vapour compression distillation hanya cocok diterapkan pada pengolahan dengan kapasitas kecil. Flow diagram proses Vapour Compression Method ditunjukkan seperti pada Gambar 7.



Gambar 7 : Flow diagram proses Vapour Compression Method

2.2 DESALINASI AIR LAUT DENGAN PROSES OSMOSIS BALIK (REVERSE OSMOSIS, RO)

2.2.1 Pinsip Dasar Osmosis Balik

Apabila dua buah larutan dengan konsentrasi rendah dan konsentrasi tinggi dipisahkan oleh membran *semi permeable*, maka larutan dengan konsentrasi yang rendah akan terdifusi melalui membran semi permeable tersebut masuk ke dalam larutan konsentrasi tinggi sampai terjadi kesetimbangan konsentrasi. Fenomena tersebut dikenal sebagai proses osmosis.

Sebagai contoh misalnya, jika air tawar dan air laut (asin) dipisahkan dengan membran semi permeable, maka air tawar akan terdifusi ke dalam air asin melalui membran semi permeable tersebut sampai terjadi kesetimbangan.

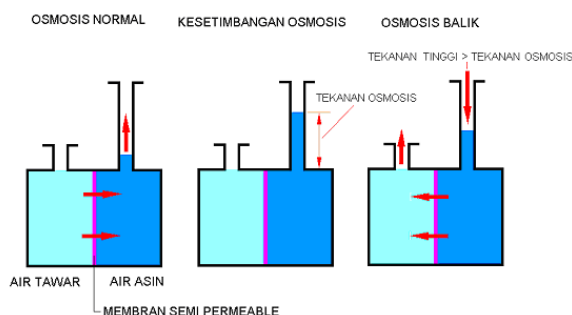
Daya penggerak (*driving force*) yang menyebabkan terjadinya aliran /difusi air tawar ke dalam air asin melalui membran semi permeable tersebut dinamakan tekanan osmosis. Besarnya tekanan osmosis tersebut tergantung dari karakteristik membran, temperatur air, dan konsentarsi garam yang terlarut dalam air. Tekanan osmotik normal air-laut yang mengandung TDS 35.000 ppm dan suhu 25° C adalah kira-kira 26,7 kg/cm², dan untuk air laut di daerah timur tengah atau laut Merah yang mengandung TDS 42,000 ppm , dan suhu 300 C, tekanan osmotik adalah 32,7 kg /m².

Apabila pada suatu sistem osmosis tersebut, diberikan tekanan yang lebih besar dari tekanan osmosisnya, maka aliran

air tawar akan berbalik yakni dari air asin ke air tawar melalui membran semi permeable, sedangkan garamnya tetap tertinggal di dalam larutan garamnya sehingga menjadi lebih pekat. Proses tersebut dinamakan osmosis balik (*reverse osmosis*). Prinsip dasar proses osmosis dan proses osmosis balik tersebut ditunjukkan seperti pada Gambar 8.

2.2.2 Proses Desalinasi dengan RO

Di dalam proses desalinasi air laut dengan sistem osmosis balik (RO), tidak memungkinkan untuk memisahkan seluruh garam dari air lautnya, karena akan membutuhkan tekanan yang sangat tinggi sekali. Oleh karena itu pada kenyataannya, untuk menghasilkan air tawar maka air asin atau air laut dipompa dengan tekanan tinggi ke dalam satu modul membrane osmosis balik yang mempunyai dua buah outlet yakni outlet untuk air tawar yang dihasilkan dan outlet untuk air garam yang telah dipekatkan (*reject water*).



Gambar 8: Prinsip Dasar Proses Osmosis Balik (REVERSE OSMOSIS)

Di dalam membran RO tersebut terjadi proses penyaringan dengan ukuran molekul, yakni partikel yang molekulnya lebih besar dari pada molekul air, misalnya molekul garam dan lainnya, akan terpisah dan akan terikut ke dalam air buangan (*reject water*). Oleh karena itu air yang akan masuk kedalam membran RO harus mempunyai persyaratan tertentu misalnya kekeruhan harus nol, kadar besi harus < 0,1 mg/l, pH harus dikontrol agar tidak terjadi pengendapan kalsium dan lainnya.

Di dalam prakteknya, proses pengolahan air minum dengan sistem reverse osmosis terdiri dari dua bagian yakni unit pengolahan pendahuluan dan unit RO. Salah satu contoh diagram proses

pengolahan air dengan sistem osmosis balik (RO) dapat dilihat seperti pada Gambar 9.

Oleh karena air baku yakni air laut, terutama yang dekat dengan pantai masih mengandung partikel padatan tersuspensi, mineral, plankton dan lainnya, maka air baku tersebut perlu dilakukan pengolahan pendahuluan sebelum diproses di dalam unit RO. Unit pengolahan pendahuluan tersebut terdiri dari beberapa peralatan utama yakni pompa air baku, bak koagulasi-flokulasi, tangki reaktor (kontaktor), saringan pasir, filter mangan zeolit, dan filter untuk penghilangan warna (*color removal*), dan filter cartridge ukuran 0,5 μm . Sedangkan unit RO terdiri dari pompa tekanan tinggi dan membran RO, serta pompa dosing untuk anti scalant, dan anti biofouling dan sterilisator ultra violet (UV).

Air baku (air laut) dipompa ke bak koagulasi-flokulasi untuk mengendapkan zat padat tersuspensi, selanjutnya di alirkan ke rapid sand filter, selanjutnya ditampung di dalam bak penampung. Dari bak penampung air laut dipompa ke pressure filter sambil diinjeksi dengan larutan kalium permanganat agar zat besi atau mangan yang larut dalam air baku dapat dioksidasi menjadi bentuk senyawa oksida besi atau mangan yang tak larut dalam air. Selain itu diinjeksikan larutan anti scalant, anti biofouling yang dapat berfungsi untuk mencegah pengkerakan serta membunuh mikroorganisme yang dapat menyebabkan biofouling di dalam membran RO.

Dari pressure filter, air dialirkan ke saringan filter multi media agar senyawa besi atau mangan yang telah teroksidasi dan juga padatan tersuspensi (SS) yang berupa partikel halus, plankton dan lainnya dapat disaring.

Dengan adanya filter multi media ini, zat besi atau mangan yang belum teroksidasi dapat dihilangkan sampai konsentasi <0,1 mg/l. Zat besi dan mangan ini harus dihilangkan terlebih dahulu karena zat-zat tersebut dapat menimbulkan kerak (*scale*) di dalam membran RO.

Dari filter multimedia, air dialirkan ke filter penghilangan warna. Filter ini mempunyai fungsi untuk menghilangkan warna senyawa warna dalam air baku yang

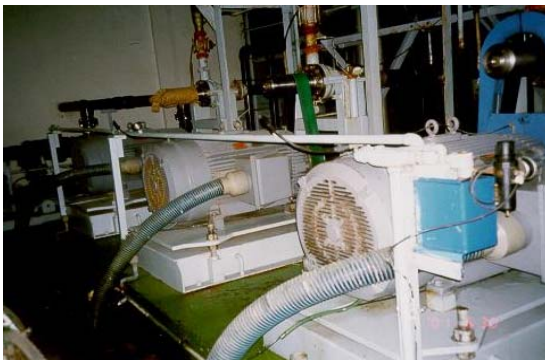
dapat mempercepat penyumbatan membran RO. Setelah melalui filter penghilangan warna, air dialirkan ke filter cartridge yang dapat menyaring partikel dengan ukuran 0,5 μm . Gambar pada lampiran 1.

Setelah melalui filter cartridge, air dialirkan ke unit RO dengan menggunakan pompa tekanan tinggi sambil diinjeksi dengan zat anti kerak dan zat anti biofouling. Air yang keluar dari modul membran RO ada dua yakni air tawar dan air buangan garam yang telah dipekatkan (reject water). Selanjutnya air tawarnya dipompa ke tangki penampung sambil dibubuhi dengan klorine dengan konsentrasi tertentu agar tidak terkontaminasi kembali oleh mikroba, sedangkan air garamnya dibuang lagi ke laut.

Salah satu contoh instalasi desalinasi air laut dengan kapasitas 2600 m^3 per hari ditunjukkan seperti pada Gambar 10 sampai dengan Gambar 14.

2.2.3 Keunggulan Proses Osmosis Balik

Keunggulan utama yang menjadikan Proses Osmosis Balik sebagai metode pengolahan air asin yang menarik ialah konsumsi energi yang sangat rendah. Untuk instalasi dengan



Gambar 10 : Pompa Tekanan Tinggi pada Sistem RO



Gambar 11 : Tangki Kimia



Gambar 12 : Saluran Pipa Tekanan Tinggi



Gambar 13 : Modul Membrane Reverse Osmosis



Gambar 14 : Pompa Produk Air Olahan

kapasitas kecil, konsumsi energi yang khusus ialah kira-kira 8-9 kwh/T untuk air aut yang mempunyai 35.000 ppm TDS dan kira-kira 9 -11 kwh/T untuk air laut yang mempunyai 42,000 ppm TDS. Konsumsi energi sedikit lebih kecil untuk kapasitas besar atau untuk persen recovery yang lebih kecil.

Keunggulan lain yang menarik pada proses Osmosis Balik antara lain yakni pengoperasiannya dilakukan pada suhu kamar, tanpa instalasi penambah uap, mudah untuk memperbesar kapasitas, serta pengoperasian alat mudah.

III. APLIKASI TEKNOLOGI DESALINASI DI DUNIA

International Desalination Assosiation (IDA) secara berkala menerbitkan "Worldwide Desalting Plants Inventory Reports" yang berisi daftar seluruh Instalasi desalinasi yang telah dibangun atau sedang dibangun diseluruh dunia berdasarkan sumber-sumber dari para pemasok alat atau sumber lain.

Berdasarkan data May 1994, instalasi desalinasi yang telah dibangun dapat dilihat pada Tabel 1.

Dari data tersebut dapat dilihat bahwa teknologi desalinasi yang banyak digunakan saat ini adalah proses distilasi dan proses osmosis balik.

Tael 1 :Jenis proses dan kapsitas instalasi desalinasi air laut

Jenis Proses	Kapasitas (M ³ /day)	Prosentase (%)
Distilasi (MSF+ME+VC)	11.084.908	59,2
RO	6.109.244	32,7
Elektrodialisa	1.070.005	5,7
Lain-lain	446.110	2,4
TOTAL	18.710.267	100

3.1 PERBANDINGAN BEBERPA JENIS PROSES DESALINASI

Perbandingan antara beberapa jenis teknologi desalinasi atau pemurnian air asin secara garis besar ditunjukkan pada Tabel 2 .

Tabel 2 : Perbandingan antara beberapa jenis teknologi desalinasi.

No	ITEM	Unit	MSF	RH	WC	RO
1	Kapasitas terbesar	m ³ /hari	60000	9000	1500	24000
2	Kapasitas terkecil	m ³ /hari	500	40	24	5
3	Dapatkah dioperasikan dengan listrik saja ?	-	Tidak	Tidak	Ya	Ya
4	Apakan plant dapat menggunakan steam sebagai sumber panas ?.	-	Ya	Ya	Ya	Tidak
5	Apakan plant dapat menggunakan air panas sebagai sumber panas ?.	-	Tidak	Tidak	Ya	Tidak
6	Apakah dapat dibuat dalam bentuk paket ?.	-	Tidak	Ya	Ya	Ya
7	Kualitas air olahan	ppm TDS	5	25	10	<500
8	Apakah plant dapat mengolah air laut yang keruh/kotor ?	-	Ya	Ya	Ya	Tidal
9	Apakah plant dapat mengolah air laut yang kualitasnya berubah dengan cepat ?	-	Ya	Ya	Ya	sulit
10	Instalasi indoor/outdoor ?	-	Out	Out	Out	In
11	Bahan kimia yang digunakan.	-	Anti scale	Anti scale	Anti scale/	Anti scale/

12	Memerlukan bahan kimia untuk pencucian	-	perlu/ sering	jarang	foam tidak	fouling perlu
13	Jenis penggunaan : • Hoter/resort • Suplai air bersih skala kecil • Suplai air bersih skala besar • consrtruction site/labor camp • refineries, petrochemicals, power plant.	- - - - -	Tidak mungkin ya tidak Ya	jarang ya tidak ya jarang	Ya ya tidak ya tidak	Ya ya ya ya tidak

IV. CONTOH APLIKASI TEKNOLOGI OSMOSIS BALIK (RO) UNTUK KAWASAN PESISIR DAN PULAU TERPENCIL

4.1 Aplikasi Teknologi Reverse Osmosis (RO) Untuk Pengolahan Air Payau Menjadi Air Minum Kapasitas 10.000 Liter per Hari

4.1.1 Lokasi Kegiatan

Lokasi kegiatan studi di desa Sungai Lumpur, Kecamatan Cengal, Kabupaten OKI, propinsi Sumatra Selatan. Peta lokasi dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15 : Peta lokasi desa Sungai Lumpur, kecamatan Cengal, Kabupaten OKI, Propinsi Sumatra Selatan

4.2 Proses Pengolahan Dan Spesifikasi Teknis Peralatan

4.2.1 Kualitas Air Baku

Kualitas air baku sangat menentukan proses yang akan digunakan untuk pengolahan air. Oleh karena itu pengambilan contoh air dari lokasi pengoperasian sangat dibutuhkan untuk desain alat. Jika kualitas air berubah-ubah sebaiknya dipilih lokasi yang paling stabil kualitasnya dan kalau perlu dibangun stasiun pengambilan air baku. Dengan demikian peralatan dapat bekerja

secara efektif dan efisien. Air asin yang akan diolah oleh membran harus jernih, oleh karena itu pada kasus-kasus dimana air tidak jernih atau keruh perlu dilakukan pengolahan awal atau pretreatmen karena pretreatmen yang terpasang terbatas kemampuannya.

Dari hasil survei dilapangan air yang akan diolah adalah air sungai yang dipengaruhi oleh pasang surut air laut. Secara fisik air baku yang akan diolah berwarna kuning kecoklatan dengan konsentrasi zat padatan terlarut (TDS) berkisar antara 3000 – 10.000 mg/l.

4.2.2 Proses Pengolahan Air Rawa Payau Menjadi Air Siap Minum

Berdasarkan kondisi air baku yang akan diolah proses pengolahan yang digunakan yakni kombinasi proses koagulasi-flokulasi, oksidasi zat besi dan mangan, filtrasi dan desalinasi dengan proses reverse osmosis (RO).

Air baku yang berasal dari air sungai dipompa ke bak clarifier atau bak koagulasi berupa lumpur atau zat warna organik dapat digumpalkan menjadi flok atau gumpalan partikel sambil diinjeksi dengan larutan PAC (polyaluminium chloride) agar partikel kotoran yang kotor yang akan mengendap di dasar bak clarifier. Air limpasan atau over flow dari bak clarifier selanjutnya dialirkan ke bak penampung air baku. Dari bak penampung air baku, air baku dipompa ke tangki reaktor sambil diinjeksi dengan larutan kalium permanganat dengan menggunakan pompa dosing, agar zat besi atau mangan yang larut dalam air baku dapat dioksidasi menjadi bentuk senyawa oksida Besi atau Mangan yang tak larut dalam air. Selain itu, pembubuhan Kalium Permanganat bersifat oksidator yang dapat juga dapat berfungsi untuk membunuh mikroorganisme yang dapat

menyebabkan biofouling (penyumbatan oleh bakteri) di dalam membran Osmosa Balik.

Dari tangki reaktor, air dm yang telah teroksidasi dan juga padatan tersuspensi (SS) yang berupa partikel halus, plankton dan lainnya dapat disaring. Air yang keluar dari saringan pasir selanjutnya dialirkan ke filter Mangan Zeolit (manganese greensand filter). Dengan adanya filter Mangan Zeolit ini, zat besi atau mangan yang belum teroksidasi di dalam tangki reaktor dapat dihilangkan sampai konsentrasi $< 0,1$ mg/l. Zat Besi dan Mangan ini harus dihilangkan terlebih dahulu karena zat-zat tersebut dapat menimbulkan kerak (scale) di dalam membran RO.

Dari filter Mangan Zeolit, air dialirkan ke filter karbon aktif (activated carbon filter) untuk menghilangkan bau atau warna serta polutan mikro. Filter ini mempunyai fungsi untuk menghilangkan senyawa warna dalam air baku yang dapat mempercepat penyumbatan membran Osmosa Balik secara adsorpsi. Setelah melalui filter penghilangan warna, air dialirkan ke filter cartridge yang dapat menyaring partikel kotoran sampai ukuran 0,5 mikron. Dari filter cartridge, selanjutnya, air dialirkan ke unit membrane RO dengan menggunakan pompa tekanan tinggi sambil diinjeksi dengan zat anti kerak (antiskalant) dan zat anti biofouling. Air yang keluar dari modul membran Osmosa Balik yakni air tawar dan air buangan garam yang telah dipekatkan. Selanjutnya produk air tawar dialirkan ke tangki penampung air produk yang terbuat dari bahan stainless steel. Sedangkan air buangan atau reject brine dibuang ke saluran atau sungai kembali.

Dari tangki penampung air produk, sebelum ke kran pengisian air di alirkan ke filter cartridge untuk air produk dengan menggunakan pompa, selanjutnya dilewatkan ke sterilisator Ultra Violet dan selanjutnya ke kran pengisian.

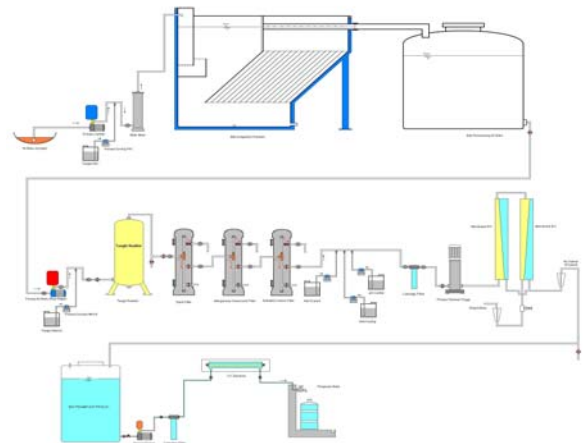
Air produk yang sudah siap minum didistribusikan ke masyarakat dengan menggunakan botol galon 20 liter dan disegel dengan tutup plastik agar tidak terjadi rekontaminasi.

Diagram proses pengolahan air payau menjadi air siap minum yang digunakan dapat dilihat seperti pada Gambar 16.

4.2.3 Sumber Tenaga

Tenaga yang dibutuhkan untuk menjalankan seluruh unit osmosa balik sangat bervariasi tergantung dari kapasitas alat yang

diinginkan, sebagai contoh alat pengolah air sistem osmosa balik kapasitas 10 m³/hari adalah 5000 watt.



Gambar 16: Diagram proses pengolahan air payau menjadi air siap minum.

Genset yang digunakan adalah genset dengan kapasitas 10 KVA dengan fasilitas 3 phase dan tegangan 380 volt.

4.2.4 Spesifikasi Teknis Peralatan Yang Digunakan

1. Pompa clarifier

Pompa clarifier yang digunakan adalah pompa sentrifugal semi jet pump dengan kapasitas yang sesuai dengan kapasitas maksimum dari Unit Pengolah Awal. Pompa clarifier mempunyai daya tarik minimal 9 meter dan daya dorong 40 meter atau tekana 4 bar dengan daya listrik 250 watt. Pompa clarifier ini berfungsi untuk memompa air sungai ke bak clarifier, sambil

Spesifikasi :

Type	: semi jet pump
Kapasitas	: 110 liter/menit
Power	: 250 Watt
Pressure	: 4 Bars (max)
Suction Head	: 9 m
Jumlah	: 1 unit

2. Pompa Dosing PAC

Pompa dosing ini berfungsi untuk menginjeksikan larutan koagulan yakni PAC ke dalam air baku. Pompa dosing ini diatur secara otomatis yakni jika pompa clarifier beroperasi pompa dosing juga ikut beroperasi dan sebaliknya.

Spesifikasi :
 Type : Chemtech 100/030
 Tekanan : 7 Bars
 Kapasitas : 4.7 lt/hour
 Pump head : SAN
 Diaphragm : Hypalon
 Jumlah : 1 unit

3. Tangki PAC

Berfungsi untuk menampung larutan PAC untuk koagulan.

Spesifikasi :
 Volume : 50 liter
 Ukuran : Ø 50 cm x 40 cm
 Material : Fiberglass Reinforced Plastic (FRP)
 Jumlah : 1 unit

4. Static Mixer

Berfungsi untuk unit pencampuran cepat larutan koagulan dengan air baku agar dengan cepat dapat tercampur secara sempurna.

Spesifikasi :
 kapasitas : 110 liter/menit
 Dimensi : Ø 6 " x 100 cm
 Bahan : Fiberglass Reinforced Plastic (FRP)

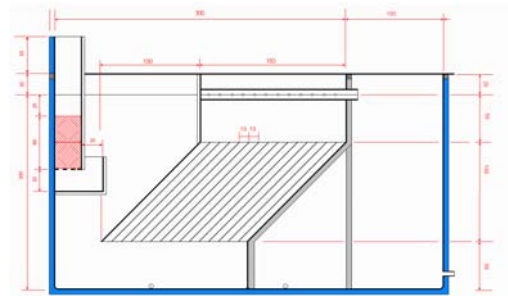


Gambar 17 : Pompa clarifier, pompa dosing PAC, Tangki PAC dan Static Mixer

5. Bak Clarifier

Bak clarifier mempunyai fungsi untuk mengendapkan partikel kotoran yang ada di dalam air yang berupa koloid atau lumpur.

Spesifikasi :
 Dimensi : 100 cm x 300 cm x 210 cm
 Bahan : Fiberglass
 Inlet : 1 "
 Outlet : 4 "



Penampang bak clarifier



Gambar 18 : Penampang Bak clarifier dan foto bak clarifier.

6. Bak Penampung Air Baku

Bak penampung air baku berfungsi untuk menampung air sungai yang telah diolah di dalam bak clarifier sebelum diproses lebih lanjut.

Spesifikasi :
 Tipe : Profil Tank
 Volume : 5000 liter
 Jumlah : 1 unit



Gambar 19: Bak penampung air baku sebelum dipasang.

7. Pompa Air Baku

Pompa air baku (raw water pump) adalah pompa sentrifugal semi jet pump dengan kapasitas yang sesuai dengan kapasitas maksimum dari Unit Pengolah Awal. Pompa air baku minimal mempunyai daya tarik minimal 9 meter dan daya dorong 40 meter. Unit-unit yang harus dilalui oleh air baku adalah tangki pencampur (reactor tank), saringan pasir cepat (rapid sand filter), saringan mangan-zeolit dan saringan karbon aktif serta cartridge filter untuk unit RO.. Sebagai contoh kasus, di dalam proses pengolahan awal atau pretreatment kehilangan tekanan sekitar 2,5 bar. Sehingga minimal pompa air baku harus bertekanan 5 bar, sehingga pada saat memasuki unit osmosa balik tekanan masih tersisa sekitar 2 - 2,5 bar.

Spesifikasi :

Type	: semi jet pump
Kapasitas	: 110 liter/menit
Power	: 500 Watt
Pressure	: 4 Bars (max)
Suction Head	: 9 m
Jumlah	: 1 unit

8. Pompa dosing KmnO_4

Berfungsi untuk menginjeksikan larutan Kalium Permanganat (KmnO_4) untuk mengoksidasi zat besi atau mabhan yang ada di dalam air baku.

Spesifikasi :

Type	: Chemtech 100/030
Tekanan	: 7 Bars
Kapasitas	: 4.7 lt/hour
Pump head	: SAN
Diaphragm	: Hypalon
Jumlah	: 1 unit

9. Tangki KmnO_4

Untuk menampung larutan kalium permanganat (KmnO_4).

Spesifikasi :

Volume	: 50 liter
Ukuran	: Ø 50 cm x 40 cm
Material	: Fiberglass Reinforced Plastic (FRP)
Jumlah	: 1 unit



Gambar 20 : Pompa Air Bak, Pompa Dosing KmnO_4 serta tangki kalium permanganat.

10. Tangki Reaktor

Tangki reaktor atau Tangki Pencampur adalah alat untuk mengakomodasikan terjadinya proses pencampuran antara air baku dan bahan-bahan kimia tertentu. Biasanya dipakai Kalium permanganat atau klorin yang berfungsi sebagai zat oksidator untuk menurunkan kandungan bahan organik dan soda ash yang digunakan untuk menaikkan pH kearah netral. Penggunaan Kalium permanganat atau klorin dimaksudkan untuk membunuh bakteri-bakteri pathogen, sehingga tidak menimbulkan masalah penyumbatan di sistem penyaringan berikutnya karena terjadinya proses biologi (terbentuknya jamur dll.). Tangki pencampur didisain khusus agar waktu kontak sesingkat mungkin dan pencampuran antara air baku dan bahan-bahan kimia tersebut dapat terjadi sebaik mungkin (homogen). Sistem pencampuran disini adalah sistem hidrolika (hydraulic mixing), sehingga dapat menghemat pemakaian energi listrik.

Spesifikasi :

Kapasitas	: 0,5 – 1 M3/jam
Ukuran	: 63 cm x 120 cm
Material	: Fiber Reinforced Plastic (FRP)
Inlet/Outlet	: 1"
Tekanan Operasi	: 4 bar
Jumlah	: 1 unit

11. Saringan Pasir Cepat (Pressure Sand Filter)

Air dari tangki reaktor masuk ke unit penyaringan pasir cepat dengan tekanan maksimum sekitar 4 Bar. Unit ini berfungsi menyaring partikel kasar yang berasal dari air baku dan hasil oksidasi kalium permanganat atau klorin, termasuk besi dan mangan. Unit filter berbentuk silinder dan terbuat dari bahan fiberglas. Unit ini dilengkapi dengan keran multi purpose (multiport), sehingga untuk proses pencucian balik dapat dilakukan dengan sangat sederhana, yaitu dengan hanya memutar keran tersebut sesuai dengan petunjuknya. Tinggi filter ini mencapai 120 cm dan berdiameter 12 inchi. Media penyaring yang digunakan berupa pasir silika dan terdiri dari 4 ukuran, yaitu lapisan dasar terdiri dari kerikil dengan diameter 2 - 3 cm dan kerikil halus dengan diameter 0,5 - 1 cm, 3 - 5 mm, dan lapisan penyaring yang terdiri dari lapisan pasir silika dengan diameter 2 - 1 mm dan pasir silika halus dengan diameter partikel 1 - 0,5 mm. Unit filter ini juga didisain secara khusus, sehingga memudahkan dalam hal pengoperasiannya dan pemeliharannya. Dengan dilengkapi oleh 2 (dua) buah water moore, maka penggantian media filter dapat dilakukan dengan mudah.

Spesifikasi :	
Tekanan maksimum	: 3 –4 Bars
Capacity	: 1.4 – 1.8 m ³ / jam
Ukuran	: Ø 12 inchi x 120 cm
Material	: PVC
Pipa Inlet / outlet	: ¾ inch
System	:Semi automatic backwash
Media Filter	: Pasir Silika
Media Penahan	: Gravel
Number	: 1 unit

12. Filter Mangan Zeolit (Manganese Greensand Filter)

Berfungsi untuk menyerap zat besi atau mangan di dalam air yang belum sempat teroksidasi di dalam tangki reaktor dan saringan pasir cepat. Unit ini mempunyai bentuk dan dimensi yang sama dengan unit penyaring pasir cepat, namun mempunyai material media filter yang sangat berbeda. Media filter adalah mangan zeolit (manganese greensand) yang berdiameter sekitar 0,3 - 0,5 mm. Dengan menggunakan unit ini, maka kadar besi dan mangan, serta beberapa logam-logam lain yang masih terlarut dalam air dapat dikurangi sampai < 0,1 mg/l/.

Spesifikasi :

Tekanan	: 3 Bars
Capacity	: 1.4 – 1.8 m ³ / jam
Ukuran	: Ø 12 inchi x 120 cm
Material	: PVC
Pipa Inlet / outlet	: ¾ inch
System	: Semi automatic backwash
Media Filter	: Mangan Zeolit
Media Penahan	: Gravel
Number	: 1 unit

13. Filter Karbon Aktif (Activated Carbon Filter)

Unit ini khusus digunakan untuk penghilang bau, warna, logam berat dan pengotor-pengotor organik lainnya. Ukuran dan bentuk unit ini sama dengan unit penyaring lainnya. Media penyaring yang digunakan adalah karbon aktif granular atau butiran dengan ukuran 1 - 2,5 mm atau resin sintetis, serta menggunakan juga media pendukung berupa pasir silika pada bagian dasar.

Spesifikasi :

Tekanan	: 3 –4 Bars
Capacity	: 1.4 – 1.8 m ³ / jam
Ukuran	: Ø 10 inchi x 120 cm
Material	: PVC
Pipa Inlet / outlet	: ¾ inch
System	: Semi automatic backwash
Media Filter	: Karbon Aktif
Granular	
Media Penahan	: Gravel
Number	: 1 unit



Gambar 21 : Tangki Reaktor, Saringan Pasir Cepat, Filter Mangan Zeolit dan Filter Karbon Aktif.

14. Filter Cartridge untuk RO

Filter ini merupakan penyaring pelengkap untuk menjamin bahwa air yang akan masuk ke proses penyaringan osmosa balik benar-benar memenuhi syarat air baku bagi sistem osmosa balik. Alat ini mempunyai media penyaring dari bahan sintetis selulosa. Alat ini juga berbentuk silinder dengan tinggi sekitar 25 cm dan diameter sebesar 12 cm. Filter cartridge ini dapat menyaring kotoran di dalam air sampai ukuran partikel 0,5 mikron. Unit ini dipasang sebelum pompa tekanan tinggi.

Spesifikasi :
Kapasitas : 20 Liter/menit
Tekanan mak : 125 Psi
Inlet/Outlet : 3/4 "
Diameter pore : 0,5 mikron
Jumlah : 2 unit



Gambar 22 : Filter cartridge untuk RO Unit

14. Dosing Pump bahan Kimia RO

Dalam sistem pengolahan air payau dengan sistem osmosa balik ini, sebelum masuk ke unit RO dibutuhkan 3 (tiga) buah pompa dosing, masing-masing untuk menginjeksikan larutan anti scalant, larutan anti fouling dan larutan untuk kontrol pH. Pompa dosing memerlukan energi listrik yang rendah, yaitu maksimum sebesar 30 Watt. Kapasitas dapat divariasikan dari 0,39 sampai dengan 12,0 liter per jam dan jumlah stroke maksimum 100 untuk setiap menit. Berat pompa masing-masing sekitar 2,6 kg. Tekanan 5 - 7 Bar.

Spesifikasi :
Type : Chemtech 100/030 (Setara)
Pressure : 7 bars
kapasitas : 4.7 lt / hour
Pump Head : SAN
Diaphragm : Hypailon

Jumlah : 3 unit

15. Tangki bahan Kimia Untuk RO

Untuk menampung larutan anti scalant (anti kerak), larutan anti biofouling (penyumbatan oleh mikroba) dan larutan untuk kontrol pH.

Spesifikasi :
Volume : 50 liter
Ukuran : Ø 50 cm x 40 cm
Material : Fiberglass Reinforced Plastic (FRP)
Jumlah : 3 unit



Gambar 23 : Pompa dosing untuk anti scalant, anti biofouling dan kontrol pH serta tangki bahan kimia.

16. Reverse Osmosis (RO) Unit

Unit Osmosa balik merupakan jantung dari sistem pengolahan air secara keseluruhan. Unit ini terdiri dari selaput membran yang digulung secara spiral dengan pelindung kerangka luar (vessel) yang tahan terhadap tekanan tinggi. Kapasitas tiap unit bermacam-macam tergantung disain yang diinginkan. Daya tahan membran ini sangat tergantung pada proses pengolahan awal. Jika pengolahan awalnya baik, maka membran ini dapat tahan lama.

Spesifikasi :
Model : CF 10T
Kapasitas : 10 m³ / hari
Raw Water : Air Payau
Total Dissolved Solid : < 12 000 ppm
Tekanan air masuk : Minimum 1 bar
Tekanan Operasi : 20 - 24 bars
Temperatur Operasi : Maximum 40 °C
Toleransi Kadar besi : Maximum 0.01 ppm
Toleransi Kadar mangan : Maximum 0.01 ppm
Toleransi kadar khlorida : Maximum 0.01 ppm

Type elemen : Thin Film
 Composite
 Motor : 2,2 KW ; 380 Volt ;
 50 Hz ; 2900 RPM

Kelengkapan :

- Product Flow meter
- Reject flow meter
- Inlet pressure gauge
- Operating pressure gauge
- Pre filter pressure gauge
- Reject pressure regulator
- Solenoid valve
- Conductivity tester
- Tool Kit
- Anti Soalan Unit
- Anti Fouling Unit



Gambar 24 : Unit Reverse Osmosis.

17. Bak Penampung Air Produk

Untuk menampung air olahan sebelum didistribusikan melalui kran pengisian.

Spesifikasi :

Volume : 500 Liter
 Material : Stainless steel
 Gate Valve : $\frac{3}{4}$ "
 Number : 4 Unit



Gambar 25 : Bak Penampung air olahan (Produk).

18. Pompa Produk

Berfungsi untuk memompa air olahan untuk proses pengisian ke dalam botol galon 20 liter.

Spesifikasi :

Type : semi jet pump
 Kapasitas : 110 liter/menit
 Power : 250 Watt
 Pressure : 4 Bars (max)
 Suction Head : 9 m
 Jumlah : 1 unit
 Material : Stainless steel



Gambar 26 : Pompa produk dan cartridge filter untuk produk.

19. Sterilisator Ultra Violet

Proses sterilisasi dalam sistem pengolahan air ini menggunakan lampu Ultra Violet. Lampu ini dapat membunuh semua bakteri dalam air minum. Ukuran dan dimensi alat ini sama dengan Filter cartridge. Energi yang dibutuhkan maksimum sebesar 30 Watt. Lampu ini dipasang sebagai tambahan, terutama jika unit dipergunakan untuk air tawar dan tidak melalui membran osmosa balik.

Spesifikasi :

Kapasitas : 10 ton/day
 Power : 30 watt
 Jumlah : 1 unit



Gambar 27 : UV sterilizer

20. Generator

Output : 10 KVA
 Voltage : 220 V/380 V
 Phase : 3 Phase
 Jumlah : 1 Unit



Gambar 28 : Genset yang digunakan.

21. Kabel

Type : Standard (10 A. Min) SNI
 Jumlah : 1 set

22. Panel Kontrol

Seluruh rangkaian listrik dalam sistem osmosa balik ini berada dan berpusat dalam satu unit yang disebut panel kontrol. Panel ini dilengkapi dengan indikator-indikator tekanan dan sistem otomatis. Apabila tekanan pada membrane telah mencapai nilai maksimum, maka dengan sendirinya switch aliran listrik menghentikan suplainya dan seluruh sistem juga berhenti. Dalam keadaan seperti ini kondisi membran harus diamati secara khusus dan apakah sudah saatnya harus diganti.



Gambar 29 : Panel kontrol untuk RO System.



Gambar 30 : Bangunan Pelindung



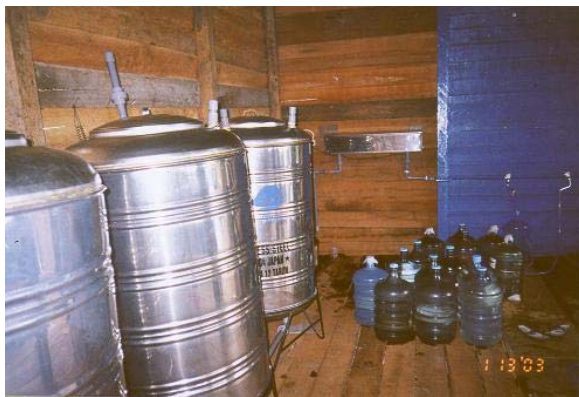
Gambar 31: Unit instalasi yang telah terpasang



Gambar 32: Proses pengisian air lahan dalam bentuk botol galon 20 liter dan disegel dengan tutup plastik.



Gambar 33 : Air baku dan air hasil olahan.



Gambar 34 : Pengisian air dalam botol galon.

V. PENUTUP

Demikianlah sedikit gambaran mengenai unit pengolah air asin dengan sistem osmosa balik. Sistem ini baik dan sangat efisien, tetapi membutuhkan konsumsi energi yang cukup besar sehingga biaya pengoperasiannya juga mahal, oleh karena itu pemanfaatannya hingga saat ini lebih banyak untuk industri. Kualitas air hasil olahan unit

pengolah air sistem osmosa balik sangat baik dan dapat langsung diminum tanpa dimasak.

Dari uraian tersebut diatas dapat dilihat pula bahwa untuk mengolah rawa atau air suangai yang payau menjadi air yang siap minum dapat dilakukan dengan kombinasi proses koagulasi – flokulasi, pengendapan, filtrasi dan proses reverse osmosis yang dilengkapi dengan UV sterilisator.

Unit alat pengolahan air siap minum tersebut sangat berpotensi sebagai usaha untuk mengatsai masalah penediaan air minum untuk daerah yang sulit air misalnya untuk wilayah pedesaan di kawasan pesisir pantai atau pulau-pulau terpencil.

Unit alat alat pengolahan rawa payau menjadi air siap minum ini sangat cocok digunakan untuk wilayah antara lain :

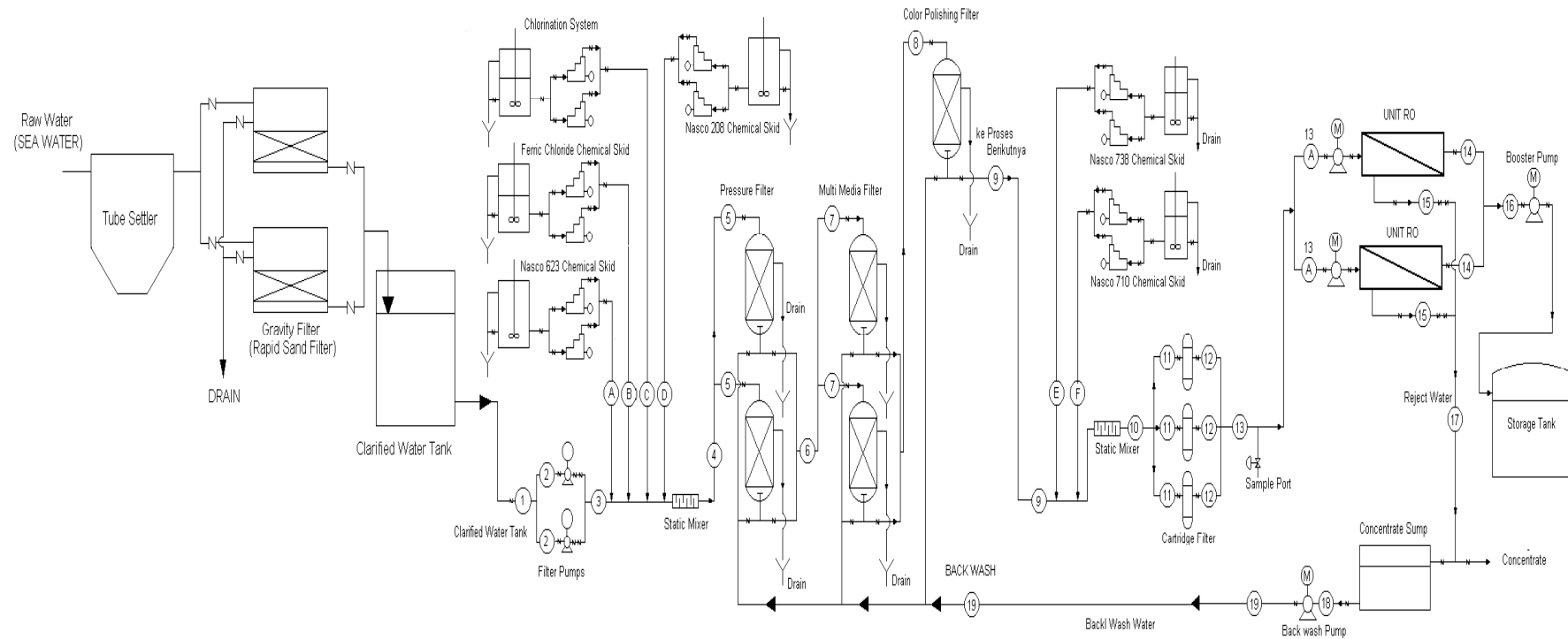
- Kawasan desa pesisir pantai
- Kawasan desa rawa pasang surut.
- Pemukiman padat penduduk di kawasan pesisir
- Daerah pemukiman yang kualitas air tanahnya jelek.
- Dll.

DAFTAR PUSTAKA

1. Arie, H, Dharmawan dan Komariah, 1988, Studi Pengkajian Teknologi Reverse osmosis Sistem X Flow RO-01, Direktorat Pengkajian Sistem, Deputi Bidang Analisis Sistem, BPPT, Jakarta.
2. Arie, H, Nusa, I.D., Nugro, R., dan Haryoto, I., 1996, Studi Penerapan Teknologi Pengolahan Air Payau Kapasitas 10 m3/hari, Direktorat Pengkajian Sistem Industri Jasa, Deputi Bidang Analisis Sistem, BPPT, Jakarta.
3. Asaoka Tadatomo, " Yousui Haisui Shori Gijutsu ", Tokyo, 1973.
4. Benefield, L.D., Judkins, J.F., and Weand, B.L., "Process Chemistry For Water And Waste Treatment", Prentice-Hall, Inc., Englewood, 1982.
5. Bunce, N.J. , 1993, Intruduction to Environmental Chemistry, Wuerz Publishing Ltd, Winnipeg, Canada.
6. Fair, G.M., Geyer, J.C., AND Okun, D.A., " Element Of Water Supply And Waste Water Disposal ", Second Edition, John Wiley And Sons, New York, 1971.
7. Hamer, M. J., " Water And Waste water Technology ", Second Edition, John Wiley And Sons, New York, 1986.
8. Nusa, I.S., Arie, H., Nugro, R., dan Haryoto, I., 1996, Studi Kelayakan Teknis dan Ekonomis Unit Pengolah Air Sistem Reverse Osmosis Kapasitas 500 m3/hari Untuk perusahaan minyak lepas pantai, P.T. Paramita Binasarana, Jakarta.

9. Peavy, H.S., Rowe, D.R, AND Tchobanoglous, S.G., "*Environmental Engineering* ", Mc Graw-Hill Book Company, Singapore, 1986.
10. Sasakura, 1995, Desalination Technology and Its Application, P.T. Sasakura Indonesia, Jakarta
11. Tatsumi Iwao, " *Water Work Engineering (JOSUI KOGAKU)* ", Japanese Edition, Tokyo, 1971.
12. Viessman W,JR., "Water Supply And Pollution Control ", fourth edition, Harper and Row Publisher, New york, 1985.

Lampiran 1 :



Gambar 9 :Diagram proses pengolahan air asin menjadi air tawar dengan proses osmosis balik (Reverse Osmosis)