

IDENTIFIKASI MASALAH APLIKASI TEKNOLOGI PENGOLAHAN AIR PAYAU DENGAN SISTEM RO DI KABUPATEN REMBANG DAN CARA MENGATASINYA

P. Nugro Rahardjo

Pusat Teknologi Lingkungan, BPPT
Jln. MH. Thamrin No.8 Jakarta Pusat. Gedung II Lt.20

Abstract

A brackish water treatment process technology based on reverse osmosis principle has been applied in an Islamic school community "Raudlatuttalibin", Rembang, since July 2008. Production capacity of the water treatment plant was designed 10M³ of drinking water per day. After running the system for one and a half years, a lot of problems were consecutively appearing until the end of March 2010. This identification activity clarified all problems in detail and explained how to solve them. They are not only technical problems, but also social and cultural problems of the community. To solve them it must be started from increasing the capability of operators and applying the clean production concept. Finally by changing all the technically broken spareparts and running the RO unit system properly, they will be guaranteed to be able to produce good quality of drinking water.

Keywords : *water treatment plant, reverse osmosis, technical & social problems.*

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Air bersih merupakan kebutuhan utama bagi manusia. Berdasarkan data dari BPPSPAM Kementerian Pekerjaan Umum Republik Indonesia, pada pertengahan tahun 2010 ini secara nasional pemenuhan kebutuhan atau penyediaan air minum oleh PDAM untuk masyarakat baru mencapai 26,72%, sedangkan untuk masyarakat perkotaan baru mencapai 35,03% dan bahkan untuk masyarakat pedesaan baru mencapai 14,29% ⁽¹⁾. Untuk daerah-daerah pesisir pantai ternyata keadaannya lebih berat lagi, yaitu sumber daya air tawar sangat langka, sementara itu air tanahnya telah tercemar air laut atau terpengaruh oleh intrusi air laut. Berdasarkan laporan dari Dinas Pertambangan Kabupaten Rembang, intrusi air laut di Rembang utara sampai pada jarak lebih dari 5 km dari garis pantai.⁽²⁾

Rembang adalah salah satu kota pantai yang berada di daerah pesisir utara P. Jawa. Penyediaan air bersih dan air minum oleh Pemerintah Daerah melalui PDAM juga sangat terbatas, sehingga sebagian besar masyarakatnya berusaha sendiri dalam pemenuhan kebutuhan air bersih/minumnya. Untuk mengatasi permasalahan kelangkaan penyediaan air bersih atau air minum bagi masyarakat di Rembang, Kementerian Ristek melalui program Speklok (*Specific Location*) telah turut berperan aktif dalam rangka mengatasi permasalahan tersebut. Sebuah unit pengolahan air payau IPA RO (Instalasi

Pengolahan Air Reverse Osmosis) dengan kapasitas sekitar 10m³/hari telah dibangun pada bulan Juli tahun 2008 di Pesantren Raudlatuttalibin, Rembang, Jawa Tengah.⁽³⁾ Namun sesuai dengan perjalanan waktu dalam pengoperasiannya, ternyata mulai Maret 2010 sistem IPA RO sudah tidak dapat dioperasikan lagi. Sejak awal tahun 2010 hingga Maret tahun 2010 satu demi satu masalah mulai muncul dan semakin lama semakin terakumulasi, sehingga menjadi masalah yang serius sampai akhirnya diputuskan untuk menghentikan pengoperasian unit tersebut. Masalah yang muncul pertama, yaitu banyaknya keluhan para konsumen (para santri dalam pesantren dan kalangan luar pesantren) bahwa rasa air produksi IPA RO mulai berubah menjadi agak pahit dan setelah meminumnya tenggorokan terasa kering. Kemudian masalah berikutnya adalah masalah-masalah teknis peralatan yang mulai tidak dapat berfungsi optimal lagi. Karena itu dibutuhkan survey untuk mengidentifikasi permasalahan dan apabila memungkinkan juga upaya perbaikan seperlunya.

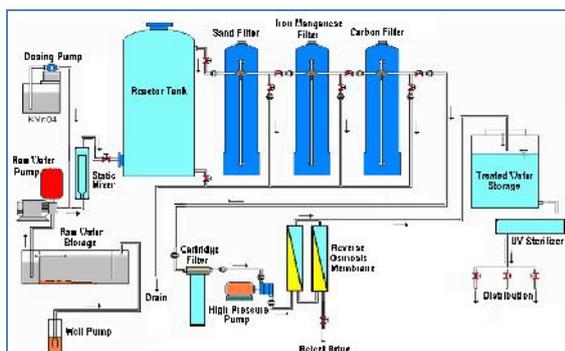
1.2. Tujuan

Pelaksanaan survey ke unit IPA RO Rembang bertujuan untuk mengidentifikasi permasalahan yang ada dalam sistem IPA RO dan dalam batas-batas tertentu juga melihat kemungkinan untuk melakukan perbaikan-perbaikan seperlunya agar dapat segera ditindaklanjuti dengan perbaikan dan penyempurnaan sistem pengoperasian Unit IPA RO tersebut.

2. IDENTIFIKASI MASALAH

2.1. Kondisi Sistem IPA RO

Kota Rembang adalah salah satu kota yang terletak di daerah pesisir pantai utara P. Jawa. Penyediaan air bersih di Kota Rembang pun masih sangat terbatas, sehingga masih banyak masyarakat yang mempergunakan air tanah atau air permukaan (air sungai) untuk memenuhi kebutuhan air bersihnya. Namun karena air tanahnya sudah banyak terpengaruh atau tercemar oleh intrusi air laut, maka salah satu cara untuk mengatasi masalah tersebut adalah aplikasi teknologi pengolahan air payau dengan sistem *Reverse Osmosis* yang mampu menyaring garam-garam yang terlarut dalam air untuk memproduksi air minum.⁽⁴⁾ IPA RO yang dibangun di Pesantren Raudlatuttalibin itu adalah IPA RO yang sesuai untuk mengolah air baku yang payau dengan TDS (*Total Dissolved Solid*) berkisar antara 1.500 ppm sampai dengan 7.000 ppm. Air baku yang digunakan adalah air tanah dangkal dengan kedalaman sekitar 20 m yang memang sudah berasa payau. Sistem proses pengolahan air dalam IPA RO ditunjukkan pada diagram berikut ini



Gambar 1. Diagram alir proses pengolahan air payau IPA RO di Raudlatuttalibin, Rembang.

Setelah 20 bulan dioperasikan, Unit IPA RO di Rembang ini mulai bermasalah. Diawali dengan tanda-tanda air hasil produksi yang tidak enak untuk dikonsumsi (rasa pahit dan terasa kering ditenggorokan) dan kemudian berlanjut dengan beberapa kebocoran-kebocoran di berbagai bagian sistem perpipaannya, hingga *strainer* yang juga sudah rusak karena karat, maka akhirnya diputuskan untuk menghentikan pengoperasian Unit IPA RO sejak Maret tahun 2010. Untuk itulah perlu dilaksanakan survey dan sekaligus juga melakukan perbaikan-perbaikan seperlunya agar Unit IPA RO dapat difungsikan lagi secara keseluruhan. Berikut ini diuraikan berbagai masalah yang dijumpai dalam IPA RO tersebut dan juga cara

penanggulangannya agar unit tersebut dapat dioperasikan lagi.

a. Unit Pompa Air Baku

Pompa air baku dalam unit IPA RO ini mempunyai kapasitas maksimum sebesar 30 liter per menit dan bekerja dengan daya \pm 500 Watt. Jenis pompa air baku ini adalah pompa semi jet dan mampu memberi tekanan maksimum hingga 7 sampai 8 bar. Pompa ini mempunyai *casing* yang terbuat dari bahan *stainless steel*. Pada saat survey diketahui bahwa pompa dalam keadaan rusak dan ternyata sudah sejak bulan Maret 2010 tidak pernah dihidupkan lagi. Karena sudah sekitar 5 bulan pompa tidak pernah dioperasikan lagi, dan karena letak pompa yang terletak di lantai dan dalam keadaan lembab, serta dudukannya sering terendam oleh air payau, maka hampir di seluruh bagian pompa air baku ini telah tampak teroksidasi atau berkarat, tidak terkecuali pada bagian terpenting dari pompa, yaitu motor penggeraknya. Karena itu motor penggerak tidak dapat berputar lagi dan demikian pula dengan *propellernya*. Kemudian dilakukan pembersihan karat yang terdapat pada bagian motor penggerak dengan cara membuka sebagian *casing* dan dengan memberikan daya dorong pancingan, maka motor dapat mulai berputar dan siap digunakan kembali (lihat Gambar 2).



Gambar 2. Perbaikan Pompa Air Baku.

Setelah mesin pompa dapat bekerja kembali, baru kemudian diketahui pula bahwa sistem otomatisnya sudah rusak. Indikasi ini dapat dilihat pada saat pipa outlet ditutup dan dalam keadaan ini mesin pompa terus berjalan, seharusnya pompa akan secara otomatis berhenti bekerja. Bila dalam keadaan seperti ini pompa air baku terus bekerja, sementara tidak ada aliran air, maka kerja mesin pompa semakin berat dan tekanan dalam perpipaan semakin tinggi. Akibat selanjutnya adalah kemungkinan terjadi kebocoran dalam sistem perpipaan dan

mesin pompa menjadi lemah, serta *propelernya* cepat haus. Untuk lebih terjaminnya kondisi pompa air baku ini, maka selayaknya dilakukan perawatan, yaitu dengan melakukan pengecatan (*adhesive coating*) bagian luar pompa (untuk mencegah proses pengkaratan) dan pembersihan kerak-kerak karat besi pada bagian dalam, serta motor penggeraknya dan alat otomatisasinya. Pembersihan *propeller* pompa sebaiknya dilakukan juga dengan frekwensi 2 kali setahun.

Satu kelemahan dijumpai pada sistem jaringan perpipaan air baku, yaitu tidak terpasangnya *watermoor* pada bagian outlet pompa air baku tersebut. Akibatnya adalah banyak dijumpai kesulitan pada saat dilakukan penggeseran atau pembongkaran posisi pompa air baku. Memang bisa saja dilakukan pemotongan pipa outlet, namun cara tersebut membutuhkan waktu yang lebih lama, karena memerlukan kerja pemotongan, perekatan/penyambungan kembali dan perlu penyesuaian lagi panjang pipa outlet dan inlet pada konektor pompa air bakunya. Karena itu untuk perbaikan selanjutnya dibutuhkan pemasangan *watermoor* pada bagian outlet pompa air baku tersebut.

b. Pompa Dosing

Pompa Dosing yang digunakan adalah merk Chemtech 100S. Secara umum pompa ini tidak begitu bermasalah, tetapi tampak tidak terpelihara dengan baik. Pada Gambar 3 di sebelah ini tampak begitu banyak barang atau benda yang seharusnya tidak diletakkan atau ditumpuk di atas tangki bahan kimia yang akan memberi kesan kotor dan tidak teratur (berantakan).



Gambar 3. Unit Pompa Dosing Yang Kurang Perawatan.

Kondisi selang-selang injeksinya pun sudah mulai berkerak. Dengan adanya kerak dapat menyebabkan terhambatnya laju alir larutan KMnO_4 yang masuk ke dalam aliran air baku. Pengaturan *stroke* pada pompa dosing harus benar-benar diset agar sesuai dengan dosing yang telah diperhitungkan sesuai dengan kadar Besi dan Mangan berlebih yang harus dieliminasi dari air baku. Karena itu secara periodik harus juga dianalisa laboratorium kualitas air bakunya.

c. Static Mixer

Dalam proses pengolahan awal, proses pencampuran ideal diharapkan terjadi pada unit *Static Mixer*. Unit ini dirancang sedemikian rupa agar banyak terjadi turbulensi aliran air, sehingga proses *hydraulic mixing* berlangsung lebih baik dan cepat. Untuk itu bagian dalam tabung *Static Mixer* dipasang satu strainer kawat kasa yang membungkus pipa PVC 2" (yang sudah diberi lubang-lubang perforasi secara melintang) sepanjang ± 40 cm. Namun karena *strainer* kawat kasa terbuat dari bahan yang dapat berkarat (besi yang dilapis/*coating*), maka mudah berkarat dan hancur (lihat Gambar 4).



Gambar 4. Strainer Yang berkarat dan Tutup Static Mixer Yang bocor.

Rusaknya Strainer karena karat ini sebenarnya tidak terlalu menimbulkan masalah, karena tidak mengganggu proses pencampuran yang sebenarnya sudah cukup efektif dengan adanya banyak lubang perforasi pada pipa berdiameter 2" tersebut. Tetapi karat-karat besi yang rontok akan dapat membebani unit penyaring pasir pada proses selanjutnya. Karena itu Strainer dari kawat kasa tersebut lebih baik dilepas atau tidak usah dipasang.

Masalah lain yang ada pada unit *Static Mixer* ini adalah bocornya tutup pada bagian atas. Kebocoran disebabkan karena sistem *packing* yang sudah mulai rusak, terutama pada material *packingnya* (karet) yang sudah mulai robek dan getas. Upaya perbaikan sementara dapat dilakukan, yaitu dengan memberikan pasta *sealant* pada seluruh permukaan karet *packing* dan kemudian memasang kembali dengan rapat (dengan mengencangkan ke 8 bautnya) dan dibiarkan selama 2 jam untuk memberikan

kesempatan agar pasta *sealant* mengeras dan menutup bagian-bagian yang bocor tersebut. Namun perbaikan yang seharusnya dilakukan adalah mengganti *packing* karet dengan jenis material karet yang lebih bagus dan yang tidak mudah getas (mengeras dan kaku, serta gampang sobek).

d. Tangki Reaktor

Pada dasarnya unit ini hanya menyediakan waktu air baku dan oksidator untuk bereaksi sempurna secara homogen. Waktu tinggal memang bervariasi bergantung dari jumlah zat-zat yang harus dioksidasi (terutama Fe dan Mn). Fe dan Mn yang berupa ion Fe^{2+} dan Mn^{2+} dalam air baku dioksidasi menjadi $Besi^{3+}$ dan Mn^{3+} atau bahkan Mn^{4+} . Hasil oksidasi ini akan bersenyawa dengan air dan oksigen menjadi bentuk yang lebih dapat mengendap atau tersaring ($Fe(OH)_3$ dan Mn_2O_3 atau MnO_2). Pada umumnya untuk kandungan Fe dan Mn sekitar 1ppm dibutuhkan waktu reaksi selama 15 sampai 30 menit untuk dapat menurunkan kadar Fe & Mn sampai sekitar 0,1ppm. Masalah yang ada pada unit ini adalah kebocoran pada bagian penutup atas dan bawah. Masalah ini serupa dengan yang dijumpai pada unit *Static Mixer*. Oleh karena itu perbaikan dan upaya penanggulangannya pun sama, yaitu dengan mengganti *packing* karetnya dan memberi pasta *sealant* pada saat pemasangannya.

Pada saat pemasangan awal IPA RO, pada unit Tangki Reaktor ini diisi oleh sedikit media, yaitu kerikil dan pasir silika. Maksud pengisian media ini adalah untuk dapat mengurangi beban unit saringan pasir cepat pada tahap selanjutnya dan juga untuk mengoptimalkan proses pencampuran bila suatu saat unit *Static Mixer* terpaksa tidak dioperasikan bila terjadi kerusakan.⁽³⁾ Pengisian sedikit media di dalam unit Tangki Reaktor sebenarnya akan memakan tempat dalam tangki tersebut, sehingga berakibat berkurangnya waktu tinggal air baku yang harus dioksidasi oleh oksidator. Oleh karena itu sebaiknya Tangki Reaktor tidak boleh diisi oleh media apapun, bahkan apabila mungkin waktu tinggalnya dapat lebih lama dari yang seharusnya agar juga dapat berfungsi sebagai tangki pengendap awal. Proses pengendapan awal tersebut jelas dapat mengurangi beban pada unit saringan pasir cepat berikutnya.

Karena adanya pengisian sedikit media filter pada Tangki Reaktor, maka juga dipasang *microstrainer* dengan maksud agar media penyaring tersebut tidak ikut aliran air ke unit saringan pasir cepat pada saat proses operasi IPA RO. Seperti halnya juga dengan media filter yang sebenarnya tidak boleh ada dan tidak ada

gunanya tersebut, maka sebaiknya pada unit ini (setelah seluruh media filter dikeluarkan) *microstrainer* tidak perlu dipasang.

e. Saringan Pasir Cepat

Unit ini berfungsi untuk menangkap partikel-partikel endapan hasil oksidasi Fe & Mn. Media penyaring berupa kerikil kasar pada bagian paling bawah, kemudian di atasnya kerikil halus, lalu pasir kasar dan paling atas adalah pasir halus. Media penyaring dengan besar butiran bertingkat ini dapat sangat efektif melakukan penyaringan dengan cepat atau dengan tekanan. Apabila laju produktivitasnya sudah mulai berkurang dan kehilangan tekanan aliran air sudah mulai membesar, berarti endapan yang tertahan di atas media filter sudah mulai menumpuk dan harus segera dibersihkan. Pembersihan dilakukan dengan cara pencucian balik (*backwash*). Pada saat pembersihan, media filter akan terfluidisasi (butiran media filter akan terangkat karena tekanan aliran air dari bawah ke atas). Untuk mencegah agar butiran media filter yang paling halus dan ringan hilang ikut aliran air pencucian yang dibuang, maka di unit ini dipasang *microstrainer* pada bagian outletnya.

Masalah yang timbul adalah karena material yang digunakan sebagai *microstrainer* juga berupa kawat kasa yang terbuat dari bahan besi yang mudah termakan karat. Akibatnya setelah setahun IPA RO dioperasikan, semua *microstrainer* rusak dan akibat selanjutnya adalah hilang atau terbuangnya media penyaring yang terhalus ikut aliran air. Peristiwa seperti ini juga dapat terjadi pada saat pengoperasian IPA RO. Pada saat selesai proses pencucian dengan kondisi *microstrainer* yang rusak, memang masih terdapat butiran-butiran media penyaring yang tertinggal dalam sistem perpipaan, sehingga begitu proses operasi penyaringan dijalankan dengan tekanan yang lebih besar, maka butiran-butiran media penyaring tersebut akan ikut mengalir dalam aliran air produk. Dengan demikian banyak gangguan-gangguan proses pengoperasian IPA RO karena timbulnya masalah-masalah seperti itu. Bila hal itu terjadi, maka dapat dikatakan merupakan kegagalan proses.

Penanggulangan masalah tersebut adalah dengan mengganti *microstrainer* yang rusak dengan yang baru. Namun karena material yang digunakan pada *microstrainer* juga masih berupa kawat kasa yang terbuat dari bahan besi, maka dalam waktu yang tidak terlalu lama (± 6 bulan) *microstrainer* tersebut harus segera diganti lagi dengan yang baru. Karena itu disarankan agar bahan material dari *microstrainer* terbuat dari

bahan yang tidak mudah berkarat, seperti *stainless steel*, keramik atau plastik yang kuat.

f. Iron Manganese Filter

Unit ini berfungsi untuk menangkap kelebihan Fe dan Mn (bila masih ada) yang belum sempat teroksidasi dan tersaring pada unit saringan pasir cepat. Proses penangkapan Fe & Mn disini lebih banyak terjadi karena adanya reaksi kimia. Jadi sangat berbeda dengan apa yang terjadi pada unit saringan pasir cepat yang semata-mata penangkapan Fe & Mn hanya mengandalkan proses secara fisik saja, yaitu dengan penyaringan.

Masalah yang terjadi pada unit ini pun sama seperti yang terjadi pada unit saringan pasir cepat, yaitu *microstrainer* yang rusak, sehingga media *manganese greensand* seringkali ikut lolos ke unit berikutnya. Untuk mengatasi masalah ini, sederhana saja, yaitu dengan mengganti *microstrainer* yang rusak dengan yang baru. Namun tetap disarankan untuk menggunakan material *microstrainer* yang kuat dan tidak mudah berkarat.



Gambar 5. Saringan Pasir Cepat, Iron Manganese Filter, dan Filter Karbon Aktif.

g. Filter Karbon

Unit ini berfungsi sebagai penghilang bahan-bahan pencemar lainnya, seperti bau dan warna dengan proses dasar adsorpsi dan atau absorpsi. Karena itu media karbon aktif yang digunakan dapat menjadi jenuh dan apabila sudah jenuh maka sudah tidak berfungsi lagi. Sejak pengoperasian IPA RO, media unit Filter Karbon ini belum pernah diganti. Pada kesempatan ini telah dilakukan penggantian media karbon aktif butiran dengan yang baru.

Selain masalah kejenuhan media karbon aktifnya, juga dijumpai masalah yang sama dengan yang terjadi seperti pada kedua unit filter

yang sebelumnya, yaitu masalah *microstrainer* yang rusak. Hanya saja akibat yang ditimbulkan karena *microstrainer* rusak tersebut menjadi sangat buruk, karena serbuk karbon hasil *backwash* dan pada saat operasi IPA RO, masuk ke dalam jaringan perpipaan dan mengotori unit pengolah berikutnya, yaitu *Cartridge Filter*.

h. Cartridge Filter

Untuk menjamin agar air baku yang masuk ke unit Membran *Reverse Osmosis* benar-benar sudah bersih dari partikel-partikel fisik (kecuali kadar garam yang masih tinggi), maka *Cartridge Filter* berfungsi sebagai alat penyaring akhir sebelum air disaring dengan saringan skala molekul (Membran RO). *Cartridge Filter* menggunakan bahan selulosa sebagai media penyaringnya dan mempunyai kemampuan penyaringan cukup baik, karena lubang perforasi media filternya yang sangat kecil, yaitu dari 10 μ m sampai dengan 0,5 μ m. Pada unit IPA RO di Rembang ini unit *Cartridge Filter* terdapat dua buah yang dioperasikan secara parallel dan masing-masing mempunyai kemampuan penyaringan hingga 1 μ m. Pemeliharaan unit ini pun sangat mudah, yaitu karena *casingnya* terbuat dari bahan plastik yang transparan, maka kondisi media filternya dapat terlihat bila sudah kotor. Pembersihan media penyaring yang kotor dapat dilakukan dengan sederhana, yaitu dengan merendamnya di dalam air bersih dan kemudian dikocok-kocok hingga bahan-bahan pengotornya terlepas. Bila media penyaring sudah mulai mengerak dan sukar dibersihkan, maka sudah saatnya harus diganti dengan yang baru.

Masalah pada unit ini adalah kesalahan pemasangan media penyaringnya. Untuk jenis *Cartridge Filter* yang besar (panjang \pm 50cm) media penyaringnya dapat berupa hanya satu buah elemen yang besar dengan panjang 50cm, atau dua buah elemen kecil dengan panjang masing-masing 25 cm (lihat Gambar 6).



Gambar 6. Cartridge Filter.

Namun pemasangan dua buah elemen yang kecil membutuhkan satu konektor pada bagian tengahnya dimana kedua elemen tersebut digabungkan. Ternyata pada unit *Cartridge Filter* disini pemasangan dua elemen kecil tersebut tidak menggunakan konektor, sehingga proses penyaringan mengalami kebocoran tepat pada bagian sambungan kedua elemen tersebut dan proses penyaringan gagal total. Akibat kegagalan unit *Cartridge Filter* ini ternyata sangat fatal, yaitu serbuk karbon aktif yang sangat halus dan ikut aliran air (karena rusaknya *micro strainer* pada unit *Carbon Filter*) tak tertahan dan masuk ke unit Membran RO.

Untuk mengatasi masalah ini hanya dilakukan penggantian media penyaring dengan jenis satu elemen saja (panjang ± 50 cm). Namun karena *micro strainer* pada unit *Carbon Filter* juga sudah diganti dengan yang baru, maka tidak lagi terdapat serbuk karbon aktif yang halus masuk ke dalam aliran air menuju *Cartridge Filter*. Karena suku cadang media penyaring untuk *Cartridge Filter* yang telah disediakan banyak yang ukuran kecil (panjang ± 25 cm), maka lebih baik Unit IPA RO disini disuplai dengan konektor elemen-elemen media penyaring tersebut.

Ada masalah kecil terdapat pada unit ini, yaitu rusaknya Tester pada *Cartridge Filter* pertama. Tester adalah alat untuk mentest aliran air dalam unit ini dan juga untuk melepas udara yang mungkin terperangkap dalam *Cartridge Filter*. Tombol Tester terletak pada bagian atas dari *Cartridge Filter* dan berwarna hitam. Kerusakan ini umumnya mudah diatasi dengan cara mengganti per yang sudah lemah dan membersihkannya dari kerak-kerak garam yang selalu mengering di dalam *Tester*.

i. Unit Reverse Osmosis

Jantung dari unit IPA RO adalah Membran *Reverse Osmosis*. Karena itu unit ini harus dijaga sedemikian rupa, sehingga umur pakainya dapat optimal. Pemeliharaan membran RO selama pengelolaan dan pengoperasian unit IPA RO merupakan hal yang paling penting. IPA RO di Rembang adalah untuk air baku yang payau (TDS = 1500 – 5000 ppm) dan mempunyai kapasitas produksi sekitar $10M^3$ air minum per hari. Pada saat survey unit IPA RO sudah tidak dioperasikan lagi sejak Maret 2010, karena memang berbagai masalah yang terjadi hampir di sebagian besar unit-unit pemrosesnya, sehingga masalah yang terakumulasi tersebut tampak semakin serius dan membesar.

Masalah pertama pada unit (*Membrane*) RO adalah tidak sempurnanya hasil proses pengolahan air pada bagian *Pretreatment*. Bagian *Pretreatment* dimulai dari Pompa air

baku sampai pada unit *Cartridge Filter* (lihat Gambar 1). Proses pengolahan air pada bagian *Pretreatment* harus dapat memproduksi air dengan kualitas yang memenuhi seluruh parameter sesuai dengan standar air minum, kecuali kadar garamnya. Namun karena begitu banyaknya permasalahan yang ada pada bagian *Pretreatment*, maka akibat seriusnya adalah membran RO akan mengalami kebuntuan jauh lebih cepat dan selanjutnya produktivitasnya akan menurun dengan sangat drastis. Contoh nyata adalah kegagalan proses pada unit *Cartridge Filter* yang menyebabkan banyak pengotor (serbuk karbon aktif halus) yang masuk ke unit Membran RO.



Gambar 7. Unit Membran RO yang sedang di Pasang.

Masalah kedua adalah tidak tersedianya sistem jaringan perpipaan dan peralatan penunjang untuk melakukan pencucian (*cleansing process*) Membran RO. Untuk mengatasi masalah kebuntuan Membrane RO, karena banyaknya kerak yang menempel pada permukaan Membran, adalah dengan melakukan pencucian Membran RO. Namun karena tidak tersedianya sistem jaringan perpipaan pencucian, maka pencucian Membran dilakukan secara manual sederhana, yaitu dengan membuka *casing Membran* RO dan mencelup-celupkan elemen membran dalam larutan HCl dengan konsentrasi yang rendah. Karena pencucian Membran RO dilakukan dengan tangan, maka penggunaan larutan HCl sebagai bahan pencuci/pelarut kerak harus dengan konsentrasi yang cukup rendah agar tidak membahayakan tangan sipencuci. Pencucian dengan cara manual seperti ini sangat tidak

efisien dan membutuhkan waktu yang lama, serta berbahaya bagi orang yang mencuci. Karena itu disarankan agar sistem jaringan perpipaan untuk pencucian (*cleansing*) Membran harus segera dipasang, berikut dengan pompa sirkulasi larutan pencucinya dan tangki penampung larutan pencuci. Sebagai bahan pencuci disarankan menggunakan larutan Natrium Bisulfit dengan konsentrasi $\pm 0,1$ ppm. Proses *cleansing* Membran RO sebaiknya dioperasikan selama setengah jam dan dilakukan secara periodik (setiap 3 bulan sekali).

Masalah ketiga adalah beberapa bagian dari unit Membran RO ini sudah mulai mengalami kerusakan, seperti rusaknya (patah) komponen *naple* konektor pada titik pengukuran tekanan air baku masuk (lihat Gambar 8) dan *end cup* pada dua buah *casing* membran yang sudah mulai bocor, baik pada sisi bawah maupun atasnya. Kerusakan-kerusakan ini jelas menurunkan produktivitas unit Membran RO. Penanggulangan sementara telah dilakukan, yaitu dengan menyumbat titik-titik kebocoran dengan menggunakan lem epoksi. Namun cara penanggulangan tersebut tidak dapat bertahan lama dan sebaiknya segera dilakukan penggantian *end cup packing* dan *naple* konektor pada titik pengukur tekanan-tekanan.



Gambar 8. Konektor Selang Plastik (*Naple*) yang Rusak Karena Getas dan Rapuh.

Masalah keempat adalah tidak optimalnya produktivitas unit Membran RO yang tidak pernah lagi dapat mencapai kapasitas maksimum $10M^3$ per hari. Hal ini terjadi karena kondisi Membran RO yang memang sudah mulai mengalami pergerakan pada bagian permukaannya. Upaya pencucian Membran secara manual ternyata hanya dapat menghasilkan kapasitas produksi sebesar 50% saja, itu pun proses penyaringannya berlangsung pada tekanan operasi yang hanya 10Bar. Pada kondisi tekanan operasi sebesar itu, kualitas air hasil produksi masih cukup baik, yaitu TDS = 117 sampai dengan 179ppm.

Apabila tekanan operasi dinaikkan, maka tingkat kebocoran pada *end cup* pada keempat titik di dua unit elemen Membrannya akan semakin bertambah, dan kualitas air hasil produksinya pun sekitar 250ppm. Jadi sementara ini demi keamanan pengoperasian unit Membran RO disarankan tetap pada tekanan operasi 10Bar saja.

j. Unit Penampung Air Minum

Air hasil penyaringan unit Membran RO dialirkan dan disimpan dalam unit penampung air minum yang berupa 2 buah tangki yang terbuat dari *stainless steel*. Air yang langsung keluar dari unit Membran RO sebenarnya sudah bebas dari bakteri, karena proses penyaringannya berskala molekuler.



Gambar 9. *Flow meter* Air Produk dan Air *Reject*, serta Contoh Air Produk RO.

Ukuran bakteri ataupun mikro-organisme jauh lebih besar dari molekul air (H_2O), sehingga mikro-organisme pasti akan tertahan dan tidak dapat lolos dari proses penyaringan skala molekuler tersebut.⁽⁶⁾ Namun karena kondisi unit penampung air minum tidak dilengkapi dengan alat pemroses sterilisasi atau disinfeksi, maka selama tertampung atau tersimpan dalam tangki tersebut mungkin saja terkontaminasi oleh bakteri dari luar. Karena itu sebelum air minum didistribusi atau dijual kepada konsumen, harus terlebih dahulu didisinfeksi oleh unit sterilisator UV (*Ultra Violet*). Secara umum unit penampung air minum ini tidak bermasalah, tetapi hanya harus dilengkapi oleh pengontrol tinggi permukaan air (*level control*) untuk mencegah meluber dan terbuangnya air hasil produksi unit Membran RO.

k. Unit Disinfeksi

Seperti yang telah diuraikan pada unit penampung air minum sebelumnya, proses disinfeksi diaplikasikan untuk mensterilisasi air minum sebelum pengemasan atau siap untuk dikonsumsi. Unit disinfeksi dalam IPA RO ini berupa sinar Ultra Violet (UV) dengan merk UV

Sterillight (lihat Gambar 10). Kondisi unit ini dalam keadaan rusak, yaitu lampu UV tidak menyala dan unit Ballastnya berdengung dengan suara keras (Gambar 11). Karena itu unit Disinfeksi ini harus diganti atau diperbaiki lebih dulu sebelum IPA RO dioperasikan kembali. Sebenarnya pihak pengelola unit IPA RO masih memiliki satu unit alat disinfector yang memang dicadangkan untuk mengganti bila unit disinfeksi UV Sterillight rusak. Jadi lebih baik untuk segera dilakukan penggantian unit Disinfeksi ini.



Gambar 10. Unit Disinfeksi Ultraviolet.



Gambar 11. Ballast Lampu UV yang Rusak.

I. Unit Pembotolan

Bagian terakhir dari Unit IPA RO adalah unit pembotolan. Air yang sudah siap minum dari unit penampung air minum yang sudah disterilisasi oleh unit disinfeksi, langsung dialirkan ke dalam botol gallon. Setelah botol gallon penuh terisi dan ditutup rapih, maka siap untuk dijual ke konsumen. Unit pembotolan ini tidak mempunyai masalah berarti, namun yang harus diperhatikan adalah faktor kerapihan dan kebersihan di tempat pembotolan atau pengemasan ini.

2.2. Kebersihan

Unit IPA RO yang memproduksi air minum sudah seleyaknya harus tampak bersih, rapih dan higienis. Namun kondisi yang tampak pada

saat monitoring sungguh memprihatinkan. Genangan air yang kotor di lantai dalam ruangan tampak sangat tidak higienis. Di sudut-sudut ruangan dan di beberapa bagian peralatan unit-unit pemroses masih terlihat tidak pernah dibersihkan dan diperhatikan (lihat Gambar 12). Demikian juga halnya dengan pintu-pintu besi dan pipa-pipa penyangga tangki penampung yang sudah berkarat, bahkan ada yang sampai hancur, tampak tidak terpelihara dengan baik. Karena itu disarankan agar dilakukan rehabilitasi menyeluruh dalam unit IPA RO ini.



Gambar 12. Kondisi Ruang UNIT IPA RO yang Tampak Kotor.

2.3. Kelengkapan Peralatan Penunjang

Unit IPA RO adalah unit pengolahan air untuk memproses air baku yang berasal dari air tanah dan berasa payau menjadi air minum yang harus memenuhi baku mutu sesuai peraturan yang berlaku di Indonesia. Batasan secara teknis terhadap mutu atau kualitas air yang akan diolah dan hasil olahan sangat menentukan keberhasilan pengoperasian unit IPA RO tersebut. Karena itu untuk menjamin bahwa baik air baku yang masuk, maupun air hasil produksi telah sesuai dengan standar teknis dan kapasitas produksi unit IPA RO tersebut, maka dibutuhkan suatu peralatan penunjang untuk mengukur kualitas air (baik air baku atau pun air hasil pengolahan), paling tidak untuk beberapa parameter yang penting saja. Alat ukur minimal yang harus dimiliki untuk mengetahui kualitas air dalam unit IPA RO adalah pH meter dan TDS meter. Ternyata unit IPA RO di Pesantren Raudlatuttalibin, Rembang ini belum mempunyai alat-alat ukur penunjang tersebut, sehingga setiap kali membutuhkannya untuk mengontrol kualitas air, harus meminjam dari pengelola Depo Air Minum Isi Ulang yang terdapat di Kota Rembang. Karena itu disarankan agar pengelola unit IPA RO supaya membeli alat-alat ukur kualitas air tersebut di atas.



Gambar 13. Pengukuran Konesntrasi Zat Padat Terlarut Menggunakan TDS meter.

2.4. Tenaga Operator dan Pengoperasian Unit IPA RO

Pada saat pelaksanaan serah terima pengelolaan unit IPA RO dari KNRT dan BPP Teknologi ke pihak Pesantren Raudlatuttalibin, Rembang, sebelumnya sudah dilakukan pelatihan tenaga operator. Jumlah peserta pelatihan waktu itu adalah 6 (enam) orang. Setelah setahun unit IPA RO beroperasi di bawah pengelolaan pihak pesantren, ternyata ke lima operator yang juga santri di pesantren tersebut telah lulus dan kemudian melanjutkan pendidikannya di luar pesantren. Sementara itu tidak pernah dilaksanakan regenerasi dengan baik, sehingga satu orang tenaga operator yang masih tersisa dengan dibantu oleh 2 orang santri baru bertugas untuk mengoperasikan unit IPA RO tersebut. Dengan minimnya tenaga operator dan kemampuannya yang sangat terbatas, maka kemungkinan terjadinya penyimpangan atau kesalahan SOP (*Standard Operation Procedure*) sangatlah besar.

Selain itu dalam pengoperasian unit IPA RO dibutuhkan suatu cara dan metode sesuai dengan SOP yang telah ditetapkan oleh BPP Teknologi. Diperkirakan proses transfer teknologi pada saat pelatihan pengoperasian dan pemeliharaan unit IPA RO pada awal program dilaksanakan tidak berjalan dengan baik, sehingga dalam pengelolaan unit IPA RO banyak terjadi penyimpangan-penyimpangan seperti yang telah diuraikan sebelumnya. Sebagai contoh adalah tidak diterapkannya pengisian *Logbook* atau buku jurnal operasi unit IPA RO. Seluruh kondisi operasi dari sejak berjalannya unit ini seharusnya tercatat dalam buku jurnal, sehingga setiap ada kerusakan atau penurunan kualitas produk dari setiap unit produksi akan tercatat dan selanjutnya data-data tersebut akan sangat berguna dalam penelusuran permasalahan demi permasalahan yang terjadi kemudian.

3. KESIMPULAN DAN SARAN

3.1. Kesimpulan

Secara umum unit IPA RO di Pesantren Raudlatuttalibin, Rembang, mempunyai banyak permasalahan teknis yang apabila tidak segera diperhatikan dan ditanggulangi segera, maka akan dapat menyebabkan unit ini lumpuh total dan biaya perbaikannya nanti akan semakin membutuhkan dana yang semakin besar. Semua unit-unit pemroses dalam unit IPA RO memiliki masalah teknis, seperti rusaknya semua *microstrainer* pada unit filter, rusaknya unit Disinfeksi UV dan bagian-bagian dari unit Membrane RO (*naple* dan kebocoran-kebocoran pada sistem *packingnya*). Suku-suku cadang yang dimiliki oleh pengelola pun sudah sangat menipis (media-media filter, pompa air baku dan asesoris perpipaan) dan ada pula yang belum lengkap tersedia, misalnya seperti konektor elemen media filter pada unit *cartridge filter* dan alat-alat ukur kualitas air (TDS meter & pH meter). Tidak adanya sistem perpipaan dan kelengkapannya untuk pencucian Membran RO telah menyebabkan menurunnya produktivitas penyaringan, sehingga secara keseluruhan jumlah air minum yang dapat diproduksi juga menurun.

Dari segi sistem pengelolaannya juga dijumpai beberapa masalah seperti kurangnya tenaga operator terdidik dan mempunyai kapasitas memadai. Demikian pula halnya dengan pelaksanaan operasional unit IPA RO yang belum memiliki SOP (*Standard, Operation & Procedure*). Kesalahan *handling* dalam mengatasi masalah tertentu menjadi titik lemah dari pihak pengelola atau *user* dari jenis teknologi pengolahan air ini (misalnya dalam hal pencucian Membran RO). Sistem kebersihan & pemeliharaan unit IPA RO juga terlihat sangat buruk, sehingga mempercepat terjadinya kerusakan alat, serta tampak tidak higienis.

3.2. Saran

Berdasarkan kerusakan teknis yang ada, maka perlu dilakukan perbaikan-perbaikan seluruh unit-unit pemroses sesegera mungkin. Karena hampir 50% dari unit-unit tersebut perlu dilakukan penggantian komponen-komponen dengan komponen baru yang terbuat dari bahan atau material yang jauh lebih kuat (misalnya *microstrainer*, *naple* dan UV), maka harus pula dibuat jadwal perbaikan atau penyempurnaan sistem unit IPA RO dalam jangka waktu 6 (enam) bulan ke depan. Penggantian unit Disinfeksi UV dan pemasangan sistem pencucian Membran RO harus merupakan prioritas utama yang harus dilaksanakan.

Peningkatan kemampuan SDM (pengelola dan operator) unit IPA RO harus terus dilaksanakan, misalnya dengan pelatihan-pelatihan tambahan dan pemahaman SOP untuk operasional unit IPA RO. Demikian juga halnya dengan keharusan untuk membuat suatu sistem pelaporan jalannya operasi unit IPA RO, misalnya dengan membuat jurnal pelaksanaan harian dan pembukuan keuangan yang teratur dan baik.

DAFTAR PUSTAKA

1. NN, "Penilaian Kinerja PDAM Dalam Status Kesehatan Finansial Penyedia Jasa Sistem Penyediaan Air Minum", Prosiding Seminar Air Nasional, BPPSPAM Kementerian PU, Jakarta, Juni, 2010.
2. NN, "Survey Kualitas Sumber Daya Air Tanah di Kabupaten Rembang bagian Utara", Dinas Pertambangan Kabupaten Rembang, Rembang, 2007.
3. Wahyu Widayat, dkk., "Laporan Program Spekluk : Aplikasi Teknologi Pengolahan Air Payau Dengan Sistem Reverse Osmosis di Pesantren Raudlatuttalibin, Rembang, Jawa Tengah", Kementerian Negara Riset dan Teknologi, Jakarta, 2008.
4. Nusa Idaman Said, "Teknologi Pengolahan Air", Direktorat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan, Jakarta, 2005.
5. Howard S.P., Donald R. R. & G. Tchobanoglous, *Environmental Engineering*, Mc.Graw-Hill Book Company, New York, 1986.