

**ANALISIS KUALITAS AIR BAKU SISTEM *REVERSE OSMOSIS* (RO)
DI *ENGINEERING BUILDING* KAMPUS BARU POLITEKNIK ILMU
PELAYARAN MAKASSAR**

Abdul Basir, Henny Pasandang Nari, Syahrinal, Sukur Arsyad

Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar
Jalan Tentara Pelajar No.173 Telp. (0411) 3616975

ABSTRAK

Air sangat penting dan vital di kampus 2 PIP Makassar untuk kebutuhan mandi dan cuci serta ibadah dan menyiram tanaman setiap hari bila masuk musim kemarau, namun dikelilingi air laut bahkan dibor dengan kedalaman 187 m airnya asin, kondisi inilah PIP mengadakan mesin reverse osmosis (RO) yang dapat mengubah air laut menjadi air tawar yang sehat untuk memenuhi kebutuhan air bersih di kampus 2 PIP Makassar. Penelitian ini bertujuan menganalisa kebuntuan membran pada instalasi RO yang menyebabkan lamanya waktu produksi dari 1,5-2 jam/tangki menjadi 5-6 jam/tangki, ini disebabkan kandungan air baku yang diisap pompa dengan kedalaman 187 m terdapat total dissolve solid (TDS) yaitu benda padat yang terlarut dalam air seperti mineral, garam, logam dan molekul air (H₂O) termasuk air sangat keru. Metode yang digunakan adalah studi kepustakaan, lalu mengoperasikan RO dan mengamati proses kerjanya kemudian mengambil sampel pada tangki penampungan, tangki proses, tabung membran dan tangki air baku serta tangki hasil produksi yang siap digunakan untuk mengetahui lama proses produksi. Hasil penelitian dan perhitungan menunjukkan bahwa TDS sebelum diolah 49850mg/liter setelah diolah RO sebesar 1080 mg/liter nilai TDS air baku tidak boleh lebih dari 35.000 ppm karena akan menurunkan kecepatan produksi, RO di PIP Makassar dengan TDS air baku di atas 35.000 ppm sehingga membutuhkan biaya tinggi untuk perawatan membran.

Kata kunci : *Kebutuhan air,RO,TDS, membran, biaya tinggi.*

Pendahuluan

Mesin Reverse Osmosis dapat membuat orang-orang mampu mengubah air yang tidak layak menjadi air yang sehat atau bebas dari kontaminan aestatik. Sistem Reverse Osmosis telah digunakan untuk memenuhi kebutuhan air bersih di perumahan hingga di pesawat luar angkasa. Ada beberapa sumber air dengan kapasitas yang cukup besar dan tersedia setiap saat, akan tetapi kualitasnya tidak memenuhi syarat untuk kebutuhan yang ada sehingga diperlakukan pengolahan.

Hal yang sama terjadi pada kampus baru PIP Makassar di Kelurahan Untia, dimana sumber air yang tersedia tidak memenuhi syarat yang diinginkan. Oleh karena itu PIP Makassar melalui PT.Kurraygeo Service Indonesia mendesain sistem pengolahan untuk kebutuhan tersebut. Pada mesin Reverse Osmosis saat ini membran semi permeable dan pompa tekanan tinggi menjadi komponen utama yang harus ada.

Teknologi membran merupakan salah satu alternatif teknologi yang sangat superior dalam mengatasi berbagai permasalahan air. Teknologi membran termasuk teknologi baru dibandingkan proses filtrasi lainnya. Pada proses ini digunakan membran yang bersifat semi permeable untuk memisahkan air dengan pengotornya. Material membran yang digunakan bisa berasal dari materi organik (polimer) ataupun an-organik (keramik, gelas dll). Air dilewatkan melalui membran dan meninggalkan partikel pengotor yang tertahan di sisi membran lainnya. Pada sistem Reverse Osmosis masalah utama yang sering terjadi adalah kebuntuan membran (membrane blocked). Pompa RO tekanan tinggi yang ada di kampus baru PIP tidak mampu menekan air baku melewati membran untuk diubah menjadi air tawar sehingga tidak dapat memenuhi kebutuhan air bersih. Waktu yang diperlukan

dalam memproduksi air yang dihasilkan sistem RO menurun dari 1,5 – 2 jam/tangki menjadi 5 – 6 jam.

Bahan dan Metode

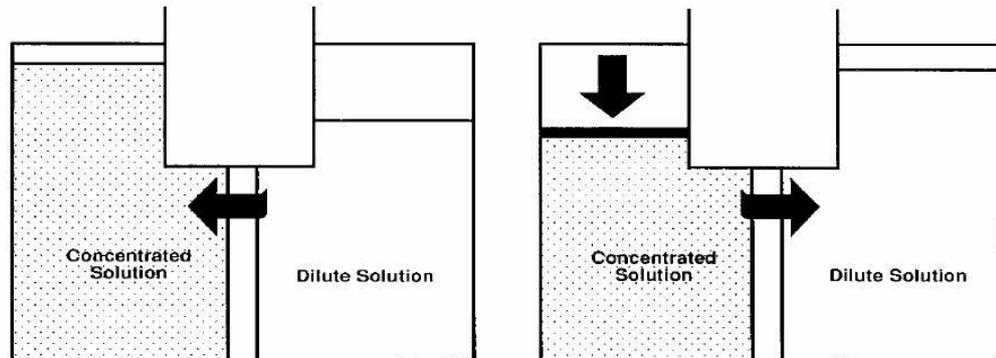
Lokasi dan rancangan penelitian

Penelitian ini dilaksanakan selama 4 (empat) bulan (Juni sampai dengan September tahun 2016) di Engineering Building Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar. Metode yang dilakukan dalam penelitian ini menggunakan Metode dokumentasi merupakan metode pengumpulan data yang tidak ditujukan langsung kepada subjek penelitian. Studi dokumen adalah jenis pengumpulan data yang meneliti berbagai macam dokumen yang berguna untuk bahan analisis. Metode komparatif merupakan metode membandingkan persamaan dan perbedaan dua atau lebih fakta – fakta dan sifat – sifat objek yang diteliti. Dimana hal yang dibandingkan adalah design basis (rancangan awal) raw water analysis dari Sea Water Reserve Osmosis System di Politeknik Ilmu Pelayaran dengan hasil analisa laboratorium Sucofindo Pengambilan data secara langsung terhadap objek yang akan diamati dalam hal ini adalah air baku dan air jadi yang diteliti di laboratorium Sucofindo Makassar. Data Sekunder Pengambilan data secara tidak langsung dari beberapa dokumen yang berkaitan dengan masalah RO ini diantaranya Buku Petunjuk Pengoperasian dan Pemeliharaan Sea Water Reverse Osmosis System Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar, dokumen ANDAL PIP Makassar sehingga dapat membantu menyelesaikan penelitian ini Teknik analisis data yang digunakan adalah teknik analisis data deskriptif kualitatif.

Proses Kerja Reverse Osmosis

Fenomena osmosis terjadi ketika air murni mengalir dari larutan garam encer melalui sebuah membran ke larutan garam pekat. Fenomena osmosis diilustrasikan dalam gambar.

Gambar 2.1. Proses Kerja Reverse Osmosis



Sebuah membran semipermeabel ditempatkan di antara dua kompartemen. “Semi-permeabel” berarti bahwa membran dapat ditembus oleh beberapa zat, tapi tidak bisa ditembus oleh zat yang lain. diasumsikan bahwa membran dapat ditembus oleh air, tetapi tidak untuk garam. Lalu, larutan garam dimasukkan dalam satu kompartemen dan air murni dalam kompartemen lain. Membran akan melewatkan air untuk merembes ke kedua sisi kompartemen. Tetapi garam tidak dapat melewati membran.

Sesuai dengan hukum alam, sistem ini akan mencoba untuk mencapai ekuilibrium. Artinya, sistem akan mencoba untuk mencapai konsentrasi yang sama di kedua sisi membran. Satu-satunya cara yang mungkin untuk mencapai kesetimbangan adalah, air murni akan menembus kompartemen menuju kompartemen yang mengandung garam, untuk mencairkan larutan garam.

Gambar diatas juga menunjukkan bahwa osmosis dapat menyebabkan kenaikan ketinggian larutan garam. Ketinggian ini akan meningkat sampai tekanan kolom air akan menghentikan aliran air. Titik kesetimbangan kolom air ini terhadap ketinggian air dalam tekanan terhadap membran disebut tekanan osmotik.

Jika gaya yang diterapkan pada kolom air dibalik arah aliran airnya melalui membran, maka itu adalah dasar dari istilah reverse osmosis.

Perhatikan bahwa aliran terbalik ini menghasilkan air murni dari larutan garam, karena membran tak dapat ditembus oleh garam.

Total Dissolve Solid (TDS)

TDS adalah benda padat yang terlarut yaitu semua mineral, garam, logam serta kation-anion yang terlarut di air termasuk semua yang terlarut diluar molekul air murni (H₂O). Secara umum konsentrasi benda-benda padat terlarut merupakan jumlah antara kation dan anion di dalam air. Benda-benda padat di dalam air tersebut berasal dari banyak sumber, organik seperti daun, lumpur, plankton, serta limbah industri dan kotoran. Sumber lainnya bisa berasal dari limbah rumah tangga, pestisida dan banyak lainnya. Sedangkan sumber anorganik berasal dari batuan dan udara yang mengandung kalsium bikarbonat, nitrogen, besi fosfor, sulfur dan mineral lain. Semua benda ini berbentuk garam, yang merupakan kandungan perpaduan antara logam dan non logam. Garam-garam ini biasanya terlarut di dalam air dalam bentuk ion yang merupakan partikel yang memiliki kandungan positif dan negatif. Air juga mengangkut logam seperti timah dan tembaga saat perjalanannya di dalam pipa distribusi air minum.

Hasil dan Pembahasan

Berikut hasil analisa data pengetesan air baku dan air jadi pada laboratorium Sucofindo :

Deskripsi Sampel : Bentuk : Cairan
Volume : ± 600 ml (tiap sampel)
Packing : Botol Plastik

Tanggal tes : 20 September 2016 – 7 Oktober 2016

Tabel 4.1 Laporan Analisis Air RO

| Parameter | Unit | Result | |
|----------------|------|-----------|-----------|
| | | Air Jadi | Air Baku |
| Odor | - | Odorless | Odorless |
| Color | Ptco | < 1.0 | 2.0 |
| TDS | mg/L | 1080 | 49850 |
| Turbidity | NTU | < 0.5 | 5.90 |
| Taste | - | Tasteless | Tasteless |
| Iron (Fe) | mg/L | 0.043 | 0.027 |
| Manganase (Mn) | mg/L | 0.295 | 3.69 |
| pH | - | 6.77 | 5.97 |
| Alkalinity | mg/L | Nil | Nil |

Sumber : *Laboratorium Sucofindo (2016)*

Ada dua parameter yang digunakan dalam test analysis ini yaitu :

1. Parameter fisik berupa :

- a. Odor (bau);
- b. Color (warna);
- c. TDS (Total Dissolve Solid) Total zat padat terlarut;
- d. Turbidity (kekeruhan); dan
- e. Taste (rasa).

2. Parameter kimia berupa :

- a. Iron (Fe)
- b. Manganese (Mn)
- c. pH
- d. Alkalinity

Berikut laporan tes *raw water analysis* pada *design basis sea waterreverse osmosis* Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar :

Deskripsi sampel : Air

Kondisi sampel : Sampel dimasukkan dalam botol plastik

Tanggal tes : 9 September 2014 – 17 September 2014

Tabel 4.2 *Test Report Sea Water*

| Test items | Unit(s) | Result(s) |
|-------------------------------|-----------|-----------|
| Turbidity | Skala NTU | 5.71 |
| Total Dissolve Solid | mg/Liter | 30907.50 |
| Ph | - | 7.69 |
| Iron (Fe) | mg/Liter | 0.0268 |
| Manganese (Mn) | mg/Liter | 2.9386 |
| Zinc (Zn) | mg/Liter | 0.39 |
| Chloride | mg/Liter | 19704.60 |
| Hardness as CaCO ₃ | mg/Liter | 14154.09 |
| | | |

Sumber : PIP Makassar (2014)

Dari Design Basis PIP Makassar (2014) dapat diketahui :

1. Raw water Analysis

Source water : Sea water before filtration and softening

Sea water quality

pH : 7,69

Turbidity : 5,71 nTU

Total Dissolve Solid : 30907,50 mg/l

Iron : 0,02689 mg/l

Manganese : 2,9836 mg/l

Zinc (Zn) : 0,39 mg/l

Chloride : 19704 mg/l

Hardness as CaCO₃ : 14154 mg/l

2. Treated Water Quality

Total Dissolved Solids : 30907,50 mg/l

pH : 7,69

Berikut Peraturan Menteri Kesehatan Nomor :
492/Menkes/Per/IV/2010 tanggal 19 April 2010 tentang Persyaratan
Kualitas Air Minum :

Tabel 4.3 Persyaratan Kualitas Air Minum

| Jenis Parameter | Satuan | Kadar maksimum yang diperbolehkan |
|----------------------|--------|-----------------------------------|
| 1. Parameter Wajib | | |
| a. Parameter Fisik | | |
| 1) Bau | | Tidak berbau |
| 2) Warna | TCU | 15 |
| 3) TDS | mg/l | 500 |
| 4) Kekeruhan | NTU | 5 |
| 5) Rasa | | Tidak berasa |
| b. Parameter Kimiawi | | |
| 1) Besi | mg/l | 0,3 |
| 2) Mangan | mg/l | 0,4 |
| 3) pH | | 6,5 – 8,5 |

Sumber : Permenkes (2010)

Pembahasan

Pretreatment atau pengolahan awal mempunyai peranan yang sangat penting dalam pengolahan air ini. Air asin sebelum masuk pada unit RO harus diolah terlebih dahulu. Syarat air baku sebelum masuk ke unit utama harus tidak boleh keruh, tidak boleh berwarna, tidak berbau, kandungan zat besi/mangan kurang dari 0.01 ppm. Hasil analisa kualitas air sangat menentukan jenis teknologi yang akan dipakai serta biaya yang akan dikeluarkan untuk mendesain alat. Jika air baku yang akan digunakan mempunyai kualitas yang jelek sudah dapat dipastikan bahwa biaya yang akan dikeluarkan banyak. Sebagai contoh jika kualitas air baku mempunyai TDS di atas 35.000 ppm maka jenis membran yang dipakai harus membran air asin, pompa tekanan tinggi yang digunakan juga harus besar sehingga biaya yang diperlukan menjadi besar. Dalam pengoperasiannya sistem RO harus memperhatikan petunjuk pengoperasian. Hal ini dimaksudkan agar peralatan tersebut dapat digunakan secara baik dan awet. Sistem pengolahan air sangat bergantung pada kualitas air baku yang akan diolah.

Kualitas Air Baku Terhadap Kinerja Sistem Reverse Osmosis

Kualitas air baku yang buruk akan membutuhkan sistem pengolahan yang lebih rumit. Apabila kualitas air baku mempunyai kandungan parameter fisik yang buruk (seperti warna dan kekeruhan) maka yang membutuhkan pengolahan secara lebih khusus adalah penghilangan warna, sedangkan proses untuk kekeruhan cukup dengan penjernihan melalui pengendapan dan penyaringan biasa. Tetapi apabila kualitas air baku mempunyai kandungan parameter kimia yang buruk, maka pengolahan yang dibutuhkan akan lebih kompleks lagi. Untuk daerah pesisir pantai dan kepulauan kecil, air baku utama yang digunakan pada umumnya adalah air tanah (dangkal atau dalam). Kualitas air tanah ini sangat bergantung dari curah hujan. Jadi bila pada musim

kemarau panjang, air tawar yang berasal dari air hujan sudah tidak tersedia lagi, sehingga air tanah tersebut dengan mudah akan terkontaminasi oleh air laut. Ciri adanya intrusi air laut adalah air yang terasa payau atau mengandung kadar garam klorida dan TDS yang tinggi. Menurut laporan ANDAL Rencana Pembangunan Kampus PIP Makassar (2012), dari data geologi regional dan geologi lokal daerah Untia yang baru ada indikasi lapisan yang potensi mengandung air tanah dalam yang baik dan bersifat tawar terdapat pada kedalaman lebih besar dari 100 m.

Berikut perbandingan data kualitas air baku tabel 4.1 laporan analisis air RO dengan tabel 4.2 Test Report Sea Water Design Basis Sistem RO PIP Makassar untuk beberapa parameter :

Total Dissolve Solid (TDS)

Laporan hasil tes kualitas air baku pada *raw water analysis design basis Sea Water Reverse Osmosis System* PIP Makassar tanggal 17 September 2014 menunjukkan bahwa nilai TDS sebesar 30907,50 mg/liter sedangkan pada laporan analisis laboratorium Sucofindo terhadap air baku tertanggal 7 Oktober 2016 menunjukkan bahwa nilai TDS sebesar 49850 mg/liter. Dari data ini dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan nilai TDS dari rancangan awal hingga saat ini. Pada laporan analisis laboratorium Sucofindo dapat juga dilihat bahwa nilai TDS air jadi (air produksi) sebesar 1080 mg/liter.

Sesuai regulasi Environmental Protection Agency (EPA) USA, menyarankan bahwa kadar maksimal kontaminan pada air minum adalah sebesar 500 mg/liter (500 ppm). Saat angka penunjukan TDS mencapai 1000 mg/liter maka sangat dianjurkan untuk tidak dikonsumsi manusia. Dengan angka TDS yang tinggi maka perlu ditindaklanjuti dan dilakukan pemeriksaan lebih lanjut. Umumnya tingginya angka TDS disebabkan oleh kandungan potassium, klorida dan sodium yang terlarut dalam air. Ion-ion ini memiliki efek jangka

pendek (short term effect) tapi ion-ion yang bersifat toxic (seperti timah arsenic, kadmium, nitrat dan banyak lainnya) banyak juga yang terlarut di dalam air (Water filter online dalam Rio Santoso, 2008). Sistem RO tidak bisa menyaring garam sampai 100% sehingga air produksi masih sedikit mengandung garam. Jika ingin membuat air minum yang mengandung kira-kira 300 sampai 600 ppm TDS cukup menggunakan saluran tunggal. Tetapi untuk mendapatkan air dengan kadar garam yang kecil maka perlu diterapkan sistem dengan dua sampai tiga saluran.

Syarat penting yang harus diperhatikan adalah kualitas air yang masuk ke dalam elemen membrane harus bebas dari besi, mangan, dan zat organik (warna organik).

Kinerja sistem Reverse Osmosis diukur dari kinerja filter dan membran RO dengan mengukur besar TDS yang mampu dihilangkan. Besar penurunan TDS mengindikasikan penurunan mikro-organisme dan partikel non-solid berbahaya seperti khlorin dan florida. Kinerja sistem RO dilihat dari persentase penurunan kadar TDS atau disebut rejection rate. Dari data laboratorium Sucofindo diperoleh angka TDS air baku (air sebelum diolah) sebesar 49850 mg/liter , setelah diolah menggunakan alat Reverse Osmosis didapatkan hasil air produksi (air jadi) dengan nilai TDS 1080 mg/liter maka diperoleh nilai rejection rate adalah sebesar 97,8 %. Namun sistem RO didesain untuk kualitas air baku tertentu dan besar rejection rate tertentu.

Manganese (Mn)

Laporan hasil tes kualitas air baku pada *raw water analysis design basis Sea Water Reverse Osmosis System* PIP Makassar tanggal 17 September 2014 menunjukkan bahwa nilai Mangan sebesar 2,9386 mg/liter sedangkan pada laporan analisis laboratorium Sucofindo terhadap air baku tertanggal 7 Oktober 2016 menunjukkan bahwa nilai

mangan sebesar 3,69 mg/liter. Dari perbandingan data diatas dapat dilihat terjadinya peningkatan angka Mangan pada air baku RO PIP Makassar.

Kecepatan Produksi Air Menurun

Dari laporan analisis laboratorium Sucofindo terhadap air baku tertanggal 7 Oktober 2016 menunjukkan bahwa nilai TDS sebesar 49850 mg/liter. Dari artikel [https://jujubandung.wordpress.com/2012/06/02/Air Baku](https://jujubandung.wordpress.com/2012/06/02/Air-Baku) menyebutkan bahwa TDS air baku tidak boleh lebih dari 35.000 ppm. Nilai TDS yang lebih tinggi akan menurunkan kecepatan produksi. Menurut Kelompok Teknologi Pengelolaan Air Bersih dan Limbah Cair Direktorat Teknologi Lingkungan Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi dalam <http://www.kelair.bppt.go.id/Sitpa/Artikel/RO/ro.html>, mengatakan bahwa sistem RO tidak bisa menyaring garam sampai 100% sehingga air produksi masih sedikit mengandung garam. Untuk mendapatkan air dengan kadar garam yang kecil maka diterapkan sistem dengan dua sampai tiga saluran. Jika ingin membuat air minum yang mengandung kira-kira 300 sampai 600 ppm TDS cukup menggunakan saluran tunggal. Dari data di lapangan diketahui bahwa sistem pengolahan air RO yang ada di PIP Makassar menggunakan saluran tunggal artinya kualitas air produksi yang dihasilkan diharapkan mengandung kira-kira 300 – 600 ppm TDS sedangkan data hasil pengujian di laboratorium Sucofindo air jadi (air produksi) mempunyai nilai TDS 1080 mg/liter. Itu berarti kualitas air baku dan air produksi sudah tidak sesuai lagi dengan sistem pengolahan air yang dipakai sehingga kecepatan produksi air menurun. Dari penjelasan trouble shooting pada manual book Sea Water Reverse Osmosis System PIP Makassar disebutkan bahwa apabila air produksi terlalu kecil maka membran telah kotor karena terjadi penyumbatan oleh organik atau

anorganik. Untuk mengatasi hal tersebut maka membran harus dicuci dengan bahan kimia yang sesuai.

Dari sistem RO bisa juga dilihat bahwa setelah air baku berada dalam tangki maka air tersebut akan dipompa masuk ke beberapa filter yaitu Sand Filter, Carbon Filter dan Softener Filter (Anion). Dengan meningkatnya nilai TDS dari rancangan awal maka proses filtrasi akan semakin berat sehingga perlu perawatan dan pemeliharaan secara berkala. Di banyak kasus, filter tidak dibersihkan dengan baik atau tidak dilakukan pergantian secara berkala. Apabila hal tersebut tidak diperhatikan akan menyebabkan membran buntu dan akan mempengaruhi kinerja RO salah satunya kecepatan produksi air menurun.

Kesimpulan dan Saran

Hasil penelitian dan pembahasan maka dapat ditarik simpulan bahwa :

Kualitas air baku sangat mempengaruhi kinerja sistem Reverse Osmosis (RO). Kinerja sistem *Reverse Osmosis* diukur dari kinerja filter dan membran RO dengan mengukur besar persentase (*rejection rate*)TDS yang mampu dihilangkan. Rejection Rate air baku pada sistem RO PIP Makassar adalah sebesar 97,8 % artinya kemampuan filter dan membran dalam menurunkan angka TDS masih dalam kondisi baik.

Kecepatan air produksi menurun diakibatkan nilai TDS yang tinggi yaitu sebesar 49850 mg/liter melebihi standar TDS sebesar 35.000 mg/liter serta diakibatkan oleh sistem pengolahan air yang sudah tidak sesuai dengan kualitas air baku dan air produksi.

Sebaiknya dilakukan pemeriksaan sumber air secara berkala agar dapat diketahui lebih dini tentang kualitas air baku yang akan diolah sehingga kinerja sistem Reverse Osmosis tidak berkurang.

Sebaiknya dalam mengoperasikan sistem RO maka harus diperhatikan petunjuk pengoperasiannya agar peralatan tersebut dapat digunakan secara baik dan awet serta melakukan perawatan dan perbaikan secara berkala yang dilakukan oleh teknisi yang berpengalaman menangani peralatan RO.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada bapak pembimbing (narasumber) atas bimbingnya selama penelitian ini. Terima kasih juga kepada teman-teman tim peneliti dan teman – teman dosen seperjuangan serta semua pihak yang telah membantu penyelesaian penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Kuraygeo Service Indonesia, (2014). Buku Petunjuk Pengoperasian dan Pemeliharaan Sea Water Reverse Osmosis System, Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.

PIP Makassar. (2012). Analisis Dampak Lingkungan Hidup (ANDAL).

Jujubandung (2012). [https://jujubandung.wordpress.com/2012/06/02/Air Baku](https://jujubandung.wordpress.com/2012/06/02/Air%20Baku)

Wijaya, A.A. (2010). [www.profil.waterindonesia.com/main/wp-content/uploads/2010/06/Prinsip Kerja Reverse Osmosis.pdf](http://www.profil.waterindonesia.com/main/wp-content/uploads/2010/06/Prinsip%20Kerja%20Reverse%20Osmosis.pdf)

Kelompok Teknologi Pengelolaan Air Bersih dan Limbah Cair Direktorat Teknologi Lingkungan Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi <http://www.kelair.bppt.go.id/Sitpa/Artikel/Ro/ro.html>,

Pengolahan Air Asin atau Payau Dengan Sistem Osmosis Balik

Kaharu, NK. (2014) eprints.ung.ac.id/2012