



## DAUR ULANG AIR *REVERSE OSMOSIS REJECTION* DI

PT. KALBE FARMA

Dodit Ardiatma<sup>1)</sup>, Dimas Pangestu<sup>2)</sup>

Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik  
Universitas Pelita Bangsa  
[doditardiatma@pelitabangsa.ac.id](mailto:doditardiatma@pelitabangsa.ac.id)

### Abstract

Air merupakan salah satu sumber penting yang digunakan dalam industri farmasi dimana air digunakan sebagai keperluan domestik dan keperluan pengolahan saat proses produksi. Untuk keperluan produksi air diproses terlebih dahulu menjadi Air Murni (*Purified Water*) sebelum digunakan, pada salah satu tahap proses yaitu proses Final Treatment dimana saat air melalui pengolahan RO (*Reverse Osmosis*) System tidak memenuhi syarat dari RO tersebut maka air tersebut akan dibuang menuju saluran irigasi. Jumlah air yang dibuang bisa diperkirakan sangat tinggi dengan intensitas pembuangan > 700 Liter/jam. Sehingga didapat tujuan dari penelitian ini adalah melakukan pengujian terhadap air RO Rejection untuk memastikan dan membuat perancangan saluran air buangan RO Rejection agar tidak terbuang dan dapat dimanfaatkan sebagai penambah supply pada *raw water* serta menganalisa dampak yang ditimbulkan dari penerapan biaya pemanfaatan air dan biaya-biaya lainnya. Penelitian ini menggunakan jenis penelitian deskriptif dengan analisa kuantitatif yang bertujuan untuk mengurangi losses rejection dari proses Treatment RO System dengan membuat instalasi agar air dapat dimanfaatkan sebagai kebutuhan domestik, Teknik pengumpulan dilakukan dengan mengumpulkan data primer dan

data sekunder baik berupa wawancara ataupun data yang diambil dari observasi lapangan. Berdasarkan identifikasi / pengujian terhadap kelayakan buangan dari RO Rejection disimpulkan bahwa Air RO Rejection memenuhi syarat untuk digunakan sebagai keperluan domestik. Sesuai Kepmen LH No. 115 Tahun 2003 hasil pengukuran menunjukkan air memenuhi baku mutu (hasil pengukuran  $\leq$  baku mutu). Dan air termasuk kedalam golongan Kelas A yaitu baik sekali untuk digunakan sebagai keperluan domestik

### Informasi Artikel

Diterima : 3 Februari 2020  
Direvisi : 5 Maret 2020  
Dipublikasikan : 13 April 2020

### Keywords

*Final Treatment*, RO Rejection, Instalasi , Air domestik

**I. PENDAHULUAN**

Dampak krisis ekonomi global berpengaruh pada segala bidang, termasuk juga industri farmasi di Indonesia. Biaya produksi cenderung meningkat dari tahun ke tahun, sementara komitmen untuk tetap menjamin kualitas produk harus tetap dipertahankan, maka perlu suatu upaya untuk terus melakukan perbaikan berkelanjutan.

Air merupakan salah satu sumber penting yang digunakan dalam industri farmasi dimana air digunakan sebagai keperluan domestik dan keperluan pengolahan saat proses produksi, baik mulai dari pencucian alat hingga pelarutan bahan baku menjadi suatu obat. Jika dilihat dalam hal ini maka semakin besar jumlah SDM di industri farmasi dan semakin besar memproduksi obat maka semakin tinggi

kebutuhan air yang digunakan PT. Kalbe Farma sendiri memiliki jumlah Karyawan >1500 pekerja dan hampir setiap hari memproduksi obat dengan berbagai macam jenis obat sehingga kebutuhan air yang digunakan cukup tinggi. Empat Tanki besar digunakan untuk keperluan produksi dan keperluan domestik, untuk keperluan produksi air diporses terlebih dahulu menjadi Air Murni (*Purified Water*) sebelum digunakan, proses pengolahan Air baku menjadi Air Murni (*Purified Water*) terdapat tiga proses tahap yaitu *Pre Treatment, Final Treatment dan Looping System*.

Pada salah satu tahap proses tersebut yaitu proses *Final Treatment* dimana saat air melalui pengolahan RO (*Reverse Osmosis*) System tidak memenuhi syarat dari RO tersebut maka air tersebut akan dibuang menuju saluran irigasi. Jumlah air yang dibuang bisa diperkirakan sangat tinggi dengan intensitas pembuangan hampir > 700 Liter/jam. Dengan melihat hal tersebut dan tingginya kebutuhan air yang digunakan di PT. Kalbe Farma maka perlu adanya kajian tentang pemanfaatan air yang dapat digunakan dan pengecekan kualitas air tersebut agar dapat digunakan sebagai penambah kebutuhan air domestik,

Berdasarkan hal tersebut, maka perlu adanya penelitian tentang kelayakan layak atau tidaknya air buangan RO untuk dijadikan sebagai bahan baku domestik, masalah ini dijadikan sebagai acuan dalam membuat Skripsi, untuk mengetahui seberapa banyak air yang dapat dimanfaatkan dan menghilangkan air bersih yang dibuang secara sia sia. Dengan adanya Skripsi ini, diharapkan dapat memanfaatkan air secara optimal.

**II. METODOLOGI**

**2.1 Analisa Data**

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian deskriptif dengan analisa kuantitatif yang bertujuan untuk melakukan pengujian kualitas dan

perancangan instalasi air buangan RO *Rejection* agar tidak terbuang dan dapat dimanfaatkan, Teknik pengumpulan data dilakukan dengan observasi lapangan dan wawancara agar mendapatkan data primer dan data sekunder.

**1. Metode Storet**

Metode Storet merupakan salah satu metode yang biasa digunakan untuk menentukan status mutu air. Penentuan status mutu dilakukan dengan cara membandingkan data kualitas air dengan baku mutu yang telah ditetapkan sesuai dengan peruntukannya. Dengan metode ini dapat diketahui parameter-parameter yang telah memenuhi atau melampaui baku mutu air. Cara menentukan status mutu air digunakan sistem nilai dari US-EPA (*Environmental Protection Agency*) dengan mengklasifikasi mutu air dalam empat kelas, yaitu:

- a. Kelas A : baik sekali : skor = 0 (Memenuhi baku mutu).
- b. Kelas B : baik : skor = -1 s/d -10 (Cemar Ringan).
- c. Kelas C : sedang: skor = -11 s/d -30 (Cemar sedang).
- d. Kelas D : buruk: skor = -31 (cemar berat)

Langkah-langkah penentuan status mutu air dengan metode Storet adalah sebagai berikut (Kepmen LH No. 115 Tahun 2003):

- a. Melakukan pengumpulan data kualitas dan debit air secara periodik sehingga membentuk data dari waktu ke waktu (*time series data*).
- b. Bandingkan data hasil pengukuran dari masing-masing parameter air dengan nilai baku mutu yang sesuai dengan kelas air.
- c. Jika hasil pengukuran memenuhi baku mutu air (hasil pengukuran = baku mutu) maka diberi skor 0.
- d. Jika hasil pengukuran tidak memenuhi nilai baku mutu air (hasil pengukuran > baku mutu), maka diberi skor sesuai dengan tabel dibawah ini:

**Tabel 1.** Penentuan Sistem Nilai Untuk Menentukan Status Mutu Air

Jumlah contoh <sup>1)</sup>	Nilai	Parameter		
		Fisika	Kimia	Biologi
<10	Maks	-1	-2	-3
	Min	-1	-2	-3
	Rerata	-3	-6	-9
≥10	Maks	-2	-4	-6
	Min	-2	-4	-6
	Rerata	-6	-12	-18

2. Parameter Uji

a. Parameter Fisik

Dilakukan pengecekan air dengan menggunakan indra manusia secara visual baik dengan Menggunakan penglihatan(Kejernihan dan warna air) mencium bau dari air secara langsung.

b. Parameter Kimia

1) TOC (*total organic Carbon*)

Jumlah carbon yang menempel / terkandung didalam senyawa organik dan digunakan sebagai salah satu indikator kualitas air (air bersih maupun air limbah).

2) *Conductivity*

Conduktivitas/*conductivity* adalah sering disebut juga daya hantar listrik (DHL) maksudnya adalah gambaran numeric dari kemampuan air untuk meneruskan listrik.

3) pH

pH adalah ukuran konsentrasi ion hidrogen dari larutan. Pengukuran pH (potensial Hidrogen) akan mengungkapkan jika larutan bersifat asam atau alkali (atau basa).

4) Suhu

Suhu adalah besaran yang menyatakan derajat panas dingin suatu benda dan alat yang digunakan untuk mengukur suhu adalah thermometer.

5) Kadar Chlorin

Menghitung jumlah Chlorin yang terkandung dalam air

diambil saja. Sampel komposit merupakan kombinasi sampel sesaat (*grab*) yang diambil pada lokasi yang sama dalam waktu yang berlainan. Sampel sesaat (*grab*) harus sama volumenya dan diambil dalam rentang waktu

yang tetap ( 100 ml setiap jam selama 8 jam ). Dalam satu titik sampling diambil pengulangan sebanyak 3 Replikasi kemudian di rata-rata kan, sehingga total jumlah sampel akhir dalam 1 hari adalah 8 analisa dengan

jumlah sampel 24 buah. Sampel komposit mewakili kondisi rata-rata air dalam rentang waktu pengambilan waktu yang tertentu. Alasan utama pengambilan sampel secara komposit adalah mengurangi jumlah sampel yang dimasukkan ke laboratorium analitik. Hal ini akan menghemat waktu dan uang.

**2.2 Perancangan pemanfaatan RO Rejection**

Proses kerja sistem diatas yaitu Raw water akan masuk ke resin kation, dimana diresin kation ini berfungsi untuk menghilangkan kesadahan air (ion Mg dan ion Ca), lalu kemudian akan masuk ke penyaringan karbon aktif yang berfungsi untuk menghilangkan bau, warna dan zat- zat organik. Selanjutnya air akan mengalir ke penyaringan mikrofiltrasi yang berfungsi untuk menghilangkan partikel partikel kotoran. Setelah itu air akan dipompa dengan tekanan tertentu dan masuk ke membran *reverse osmosis*, dimana akan menghasilkan dua (2) produk, yang pertama yaitu *rejection water* yang akan langsung dikirim menuju Raw water Tank untuk kebutuhan domestik (sebelumnya tidak disalurkan tapi dibuang menuju saluran draenase dan Air bersih yang akan masuk ke dalam water tank untuk diproses menuju sistem EDI dan baru disalurkan menuju produksi. Selanjutnya air bersih ini didistribusikan untuk kebutuhan domestik.

**Tabel 2** Parameter dan Syarat Pengujian Sampel

No.	Parameter	Syarat Air Baku
1	Pemerian	Jernih, tidak berbau dan tidak berwarna
2	pH	5.0 > x < 7.0
3	Total Organic Carbon	< 300 ppb
4	Conductivity	< 70 µs/cm
5	Total Aerobic Microbial Count	< 500 cfu/ml
6	Colifom	Negative / ml
7	Salmonella	Negative / ml
8	<i>Pseudomonas Aeruginosa</i>	Negative / ml
9	Staphylococcus Aureus	Negative / ml

Referensi Metode Analisa : Air ( Water ) No. MB-QC-14A.126.00

Tata kerja Pengambilan Sampel :

Dilakukan dua jenis pokok sampel air yaitu sampel sesaat (*grab*) dan sampel komposit. Sampel sesaat (*grab*) harus dikumpulkan dalam waktu 1 jam dan hanya menunjukkan kondisi air pada saat sampel

**III. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**3.1 Analisa kelayakan RO Rejection**

Analisa dilakukan selama 2 minggu untuk menentukan kualitas mutu dari air serta jenis cemaran yang dihasilkan, analisa sendiri dilakukan pada tanggal 04 Nopember 2019 – 15 Nopember 2019 dengan parameter Uji yaitu Pengukuran pemerian, Konduktivitas, *Total organic carbon*, *chlorine* dan pH. Pengujian dilakukan di PT. Kalbe Farma setiap hasil analisa menghasilkan data yang berbeda beda dengan parameter yang sama.

**1. pH**

Hal dari penelitian menghasilkan hasil yang naik turun ini sesuai yang dikatakan oleh Hartomo, A.J., Widiatmoko M.C (2006) Semakin banyak CO2 yang

dihasilkan dari hasil respirasi, reaksi bergerak ke kanan dan secara bertahap melepaskan ion H<sup>+</sup> yang menyebabkan pH air turun. Reaksi sebaliknya terjadi pada peristiwa fotosintesis yang membutuhkan banyak ion CO<sub>2</sub>, sehingga menyebabkan pH air naik.

**2. Konduktivitas**

Hasil grafik diatas menunjukkan hasil Konduktivitas Rata-Rata/hari secara grafik dengan periode analisa selama 2 minggu dari mulai 64,33 µs/cm hingga 78,22, µs/cm, dari hasil grafik tersebut juga menunjukkan bahwa hasil Konduktivitas di minggu ke-1 dan minggu ke-2 terdapat sampel telah melebihi baku mutu (>70 µs/cm) yaitu sampel pada tanggal 5 Nopember 2019 dan 11 Nopember 2019 dengan hasil menunjukkan 72,33 µs/cm dan 78,32 µs/cm. Hal ini sesuai yang dikatakan oleh Winten, IG Khoiruddin Hakim A.N (2014) bahwa jika mineral yang terkandung dalam air melebihi standar, dimana semakin banyak bahan (mineral logam maupun nonlogam) dalam air maka hasil pengukuran akan semakin besar pula.

**3. Total Organic Carbon**

Hasil grafik diatas menunjukkan hasil *Total organic carbon* Rata-Rata/hari secara grafik dengan periode analisa selama 2 minggu, *Total organic carbon* di minggu ke-1 dan minggu ke-2 seluruh sampel telah melebihi baku mutu (> 500 ppb) dari mulai 521 ppb hingga 896 ppb Menurut Hendricks, David W (2007) peningkatan *Total organic carbon* pada air bisa disebabkan oleh kondisi cuaca yang tidak menentu yang dapat menyebabkan pertumbuhan mikroba dan endotoksin meningkat dimana semakin tinggi mikroba dan endotoksin dalam air maka hasil TOC yang dihasilkannya pun akan tinggi.

**4. Chlorine**

*Chlorine* di minggu ke-1 dan minggu ke-2 seluruh sampel telah memenuhi standar baku mutu, sesuai dengan USP. Chapter 1231 (2017) standar baku dari *Chlorine* yaitu 2-3 ppm dimana *chlorine* dapat bekerja maksimal pada konsentrasi tersebut, dan hasil analisa menunjukkan bahwa *chlorine* yang digunakan untuk proses khlorinasi pada air telah sesuai dengan baku mutu.

**5. Analisa Mikrobiologi**

Hasil grafik diatas menunjukkan hasil Pemeriksaan MC (*Total Aerobic Microbial Count*) secara grafik dengan periode analisa selama 2 minggu, hasil Pemeriksaan MC (*Total Aerobic Microbial Count*) di minggu ke-1 dan minggu ke-2 menurut USP. Chapter 1231 (2017) seluruh sampel telah memenuhi standar baku mutu yaitu < 500 cfu/ml.

**4.1 Penerapan biaya pemanfaatan air dan biaya-biaya lainnya**

**1. Depresiasi Sistem R.O**

Sistem *reverse osmosi* mempunyai harga perolehan sebesar Rp 226,940,000, taksiran nilai sisa sebesar Rp 35,000,000,- dan umur ekonomisnya ditaksir selama 4 tahun. Penyusun akan menggunakan metode garis lurus (*straight line method*), maka depresiasi tiap tahun sebesar :

$$DEPRESIASI = \frac{HP - NR}{UE}$$

$$DEPRESIASI = \frac{Rp\ 226,940,000 - Rp\ 35,000,000}{4} = Rp\ 50,475,000,- / \text{tahun}$$

**2. Analisis Dampak Penerapan Sistem R.O**

**1. Penghematan air**

$$\begin{aligned} &= (\text{Rata-rata Pemakaian air sebelum perbaikan}) - (\text{rata-rata pemakaian air setelah perbaikan}) \\ &= (2157.30 - 1021.3) \text{ m}^3 \\ &= \mathbf{1126.27 \text{ m}^3} \end{aligned}$$

**2. Prosentase penghematan Pemakaian**

$$\begin{aligned} &= \left( \frac{1126.27}{2157.30} \right) \times 100 \% \\ &= \mathbf{52.41 \%} \end{aligned}$$

**Operational Cost**

Sistem R.O menggunakan energi listrik dalam proses operasionalnya. Konsumsi energi listrik perlu dianalisis atau dihitung untuk melihat tingkat keefektifan dari pemakaian sistem R.O. Berikut adalah rincian operasional sistem R.O Rp 46.822 x 20 = Rp 927.840,-/bulan. Biaya yang dikeluarkan berdasarkan biaya listrik dan pompa Selanjutnya akan dibahas mengenai biaya *maintenance* dari sistem R.O per bulan. Biaya ini meliputi biaya penggantian dan pembersihan *spare part* dari alat R.O juga biaya *man power*. Perincian biaya adalah Rp 750.000,- /bulan

*Note : Biaya membran, mikrofiltrasi dan karbon aktif mengacu pada price yang ditawarkan oleh PT Cipta Aneka Air*

Total dari biaya operasional per bulan adalah biaya energi listrik ditambah dengan biaya perawatan sistem R.O, yaitu Rp 927.840,- + Rp 750.000,- = **Rp 1.687.940,- / bulan.**

**3. Benefit**

Penghematan air yang telah dicapai oleh sistem R.O adalah selisih dari rata-rata pemakaian air domestik sebelum dilakukan proyek daur ulang/*recycle* dengan rata-rata pemakaian air domestik setelah dilakukannya proyek daur ulang, yaitu :

**1. Benefit**

$$= 2157.30 \text{ m}^3 - 1021.3 \text{ m}^3 \\ = 1136.27 \text{ m}^3.$$

## 2. Konversi ke *currency*

$$= 1126.27 \text{ m} \times \text{Rp } 9.000,- \\ = \text{Rp } 10.216.480,- \text{ perbulan.}$$

*Note : Asumsi harga air baku 1 m<sup>3</sup> = 1 US \$ dengan kurs = Rp 9000*

## 3. Benefit cost

$$= \text{Benefit} - \text{Operational Cost} \\ = \text{Rp } 10.216.480 - \text{Rp } 1.687.940 \\ = \text{Rp } 8,548,590,- / \text{bulan.}$$

## 4. Break Even Point (BEP)

Pada bagian ini akan dibahas mengenai *Break Even Point* dari penggunaan sistem R.O dalam rangka penghematan pemakaian air domestik, *Break even Point* dirumuskan sebagai berikut :

$$BEP = \frac{FC}{P-VC}$$

$$P-VC$$

$$BEP = \frac{\text{Rp. } 230.000.000}{\text{Rp } 10.216.480 - (\text{Rp. } 1.687.940 + \text{Rp } 4,208,088)}$$

$$\text{Rp } 10.216.480 - (\text{Rp. } 1.687.940 + \text{Rp } 4,208,088)$$

$$BEP = 53 \text{ bulan} = 4,41 \text{ tahun.}$$

Dengan :

FC = Biaya investasi mesin R.O

P = Keuntungan/benefit per bulan

VC = Biaya operasional (Listrik + *maintenance* / perawatan + nilai depresiasi mesin) per bulan.

## IV KESIMPULAN

1. Dari hasil pengujian tersebut dengan melakukan perhitungan dengan menggunakan metode storet dan Kepmen LH No. 115 Tahun 2003 hasil pengukuran menunjukkan air termasuk kedalam golongan Kelas B yaitu baik (Cemar ringan) dan dari hasil tersebut menunjukkan air tidak perlu dibuang tetapi dapat dimanfaatkan kembali sebagai penambah *supply raw water* di PT. Kalbe Farma.

## 2. Instalasi yang digunakan agar air RO

*Rejection* dapat dimanfaatkan adalah dengan melakukan daur ulang terhadap air dengan penambahan pipa tambahan yang menghubungkan antara out RO *Rejection* yang dialiri melalui resin kation dan menuju karbon aktif langsung menuju Raw water Tank untuk dimanfaatkan sebagai penambah *supply raw water* di PT. Kalbe Farma.

1. Analisis dampak penerapan sistem *reverse osmosis rejection* terhadap pemakaian air adalah sebagai berikut :

a. Penghematan Air: 1126.27 m atau 52.41 %.

b. Benefit : Rp 8,548,590,- / bulan

c. Biaya operasional: Rp 1.687.940,- / bulan.

d.BEP: untuk *break event* dari investasi sistem ini tercapai selama 53 bulan = 4,41 tahun.

## V. DAFTAR PUSTAKA

- Anita Kusuma Wardani : 2015, Teknologi Deionisasi untuk Produksi Air Murni. Jurnal Teknologi Penghilangan Ion untuk Produksi Air Murni, 1-10
- Anita, Yus. 2013. "Implementasi *Continuous Improvement* Dalam Organisasi", *Jurnal EDUCANDU S3 UNIMED*, Vol.1, No.1, Ed.1.
- Arifin, Muhammad. 2009. "Penerapan *Seven Tools* Sebagai Alat Pengendalian Kualitas Pembuatan Produk Pedal Rem Suzuki Smash Serta Usulan [BSN] Badan Standar Nasional (2005). SNI 06-6989.28-2005. *Air dan limbah – bagian 28 : Cara uji karbon organik total*. Depok : BSN
- Hartomo, A.J., Widiatmoko M.C. 2006. *Teknologi Membran Pemurnian Air*. Yogyakarta : Andi Offset.
- Hendricks, David W., *Water Treatment Unit Processes: Physical and Chemical*. Boca Raton, FL: CRC Press, 2007, pp 44–62
- M.Z., Yuri., dan Rahmat Nurcahyo 2013. *TQM Manajemen Kualitas Total dalam Perspektif Teknik Industri*. Jakarta: Indeks.
- Nasution, M.N. 2005. *Manajemen Mutu Terpadu*. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- Natha, K.s. 2008. "Total Quality Management Sebagai Perangkat Manajemen Baru Untuk Optimisasi", *Buletin Studi Ekonomi Jurusan Ilmu Ekonomi Fakultas Ekonomi Universitas Udayana*, Vol.13, No.1
- Peni Mardiatin, Setyo Purwoto: 2014. Penurunan kandungan bakteri dan timbal pada air bersih menggunakan membran *reverse osmosis*. Jurnal Teknik **WAKTU** Volume 12 Nomor 01.
- Perbaikan Menggunakan Metode FMEA di PT Sinar Terang Logamjaya (Stallion)", *Skripsi Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Komputer Indonesia*.
- Sari, E, R. Agung, Laksmo. R, *Pengaruh Tekanan Reverse Osmosis pada Pengolahan Air sungai Menjadi Air Bersih*, Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur.
- Tchobanoglous, George; Burton, Franklin L. 1991. *Water Engineering, Treatment, Disposal and Reuse*, Third Edition, McGraw-Hill, Inc. Singapura
- USP. Chapter <1231>Water For Pharmaceutical; 40<sup>th</sup> ed.; U.S. Pharmacopoeial Convention, Rockville, MD, 2017
- Wahyu Widayat, Satmoko Yudo. 2002. "Pengolahan Air Payau Menggunakan Teknologi Osmosa

- Balik.” *Jurnal Teknologi Lingkungan* 3(3): 69–81.
- Winten, IG Khoiruddin Hakim A.N. 2014. *Osmosis Balik*. Bandung: Teknik Kimia Institut Teknologi Bandung.
- WHO Good Manufacturing Practices for Pharmaceutical Products : Main Principles, WHO TRS No. 986, 2014