

EFISIENSI BIAYA TERHADAP PEMENUHAN KETERSEDIAAN AIR BERSIH DENGAN RECYCLE EFFLUENT DARI PROSES IPAL MENGGUNAKAN TEKNOLOGI REVERSE OSMOSIS DI PT. BUMI MENARA INTERNUSA INDUSTRI PENGOLAHAN HASIL LAUT

Dea Febrica Ervina¹⁾, Yayok Suryo Purnomo¹⁾

¹⁾Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, UPN "Veteran" Jawa Timur, Surabaya

*E-mail: deafebrica47760@gmail.com

Abstrak

Pemenuhan ketersediaan air untuk menunjang proses produksi pada perusahaan sangatlah penting. Pada umumnya perusahaan untuk memenuhi ketersediaan air menggunakan suplai dari pihak PDAM. Namun kuantitas yang berasal dari pihak PDAM masih kurang untuk memenuhi kebutuhan proses produksi. Dengan permasalahan yang ada mengenai kekurangan air dan demi menjaga kuantitas ketersediaan air bersih maka perusahaan ini melakukan *recycle* hasil efluen IPAL menjadi air minum. Pengolahan yang dilakukan yaitu menggunakan teknologi *reverse osmosis*. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan mengetahui proses *recycle* air limbah menggunakan teknologi RO dan mendapatkan efisiensi biaya air bersih di perusahaan dengan membandingkan antara biaya operasional RO dan biaya operasional pembelian air bersih dari pihak PDAM. Diperoleh hasil bahwa pengolahan efluen IPAL dapat di *recycle* menjadi air minum dengan teknologi RO. Parameter yang dihasilkan oleh hasil teknologi ini juga telah memenuhi standar baku mutu Peraturan Menteri Kesehatan Nomor: 492/MENKES/Per/IV/2010. Unit yang digunakan pada pengolahan ini yaitu sistem DAF dengan penambahan koagulan PAC, *sand filter*, *carbon filter*, *ultrafiltration*, dan *reverse osmosis*. Perhitungan efisiensi biaya setiap m³ air yang diperoleh dari pengolahan teknologi *reverse osmosis* dan suplai dari PDAM pada 5 bulan terakhir dapat mencapai rata-rata Rp. 78.503.990,47.

Kata kunci: air minum, efisiensi, *reverse osmosis*

Abstract

Fulfilling the availability of water to support the production process at the company is very important. In general, companies to meet the availability of water use supplies from the PDAM. However, the quantity coming from the PDAM is still insufficient to meet the needs of the production process. With the existing problems regarding the lack of water and in order to maintain the quantity of clean water availability, this company is doing recycle WWTP effluent into drinking water. Processing is done using technology RO. This research was conducted with the aim of knowing the process recycle waste water using technology reverse osmosis and get the cost efficiency of clean water in the company by comparing the operational costs of RO and the operational costs of purchasing clean water from the PDAM. It was obtained that the effluent processing of WWTP can be recycled into drinking water with RO technology. The parameters produced by the results of this technology have also met the quality standard standards of the Minister of Health Regulation Number: 492 / MENKES / Per / IV / 2010. The unit used in this processing is a DAF system with the addition of PAC coagulant, sand filter, carbon filter, ultrafiltration, and reverse osmosis. The calculation of cost efficiency per m³ of water obtained from reverse osmosis technology treatment and supply from PDAM in the last 5 months can reach an average of Rp. 78.503.990,47.

Keywords: *reverse osmosis, drinking water, efficiency*

1. PENDAHULUAN

Keberlangsungan makhluk hidup di bumi sangat ketergantungan dengan adanya ketersediaan air bersih. Kebutuhan air bersih oleh makhluk hidup akan semakin meningkat seiring dengan meningkatkan pertumbuhan penduduk, perkembangan pembangunan,

meningkatnya standar kehidupan dan perubahan iklim yang dapat mengurangi akses kualitas dan kuantitas air yang memadai serta dapat meningkatkan variabilitas dan besarnya kejadian ekstrim (Irman *et al.*, 2017). Dengan kurangnya akses ketersediaan air bersih dan risiko yang semakin meningkat dalam kejadian ekstrim maka akan lebih sulit untuk mencapai keberlanjutan sumber daya air dengan kualitas yang memadai. Faktor tersebut dan akses distribusi berpengaruh dalam kelangsungan pemenuhan kebutuhan air bersih dan hal ini berdampak bagi badan yang mengelolah air bersih yang bertugas juga dalam pengelolaan kebutuhan sosial dan ekologi untuk air (Wahyu Diana *et al.*, 2020).

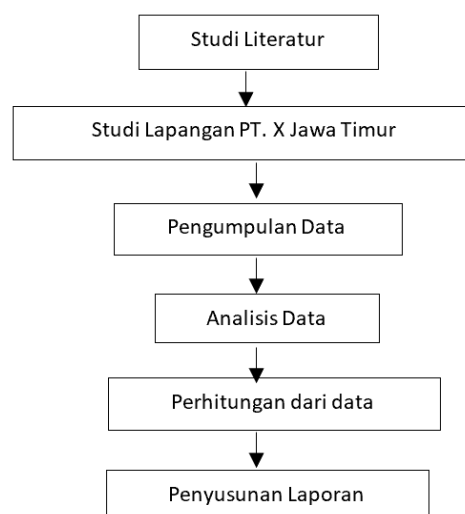
Banyak perusahaan yang membutuhkan ketersediaan air bersih yang memadai untuk menunjang kelangsungan pada proses produksi. Salah satunya perusahaan PT. Bumi Menara Internusa yang merupakan perusahaan bergerak pada bidang pengolahan hasil laut. Produk yang dihasilkan adalah hasil pembekuan *sea food* dengan tiga jenis yaitu udang, ikan, dan kepiting. Perusahaan ini merupakan perusahaan yang memiliki sistem sesuai dengan permintaan *buyer* dan terkadang permintaan terhadap produksi semakin meningkat dalam jumlah setiap harinya. Diperlukan konsistensi kualitas dan ketersediaan air bersih pada saat proses produksi berlangsung. Perusahaan ini dalam memenuhi ketersediaan air bersih mendapatkan *supply* air dari pihak PDAM (Perusahaan Daerah Air Minum) untuk setiap harinya. Namun kuantitas air yang dibutuhkan oleh proses produksi maupun kegiatan di perusahaan masih kurang mencukupi apabila menggantungkan pada *supply* air dari PDAM. Penambahan *supply* air dari PDAM dengan jumlah yang lebih besar berdampak biaya pengeluaran akan bertambah banyak serta dapat menghambat kelangsungan proses produksi karena menunggu pemenuhan air dari pihak PDAM.

Evaluasi untuk penambahan air bersih untuk memenuhi ketersediaan air pada perusahaan. Dari hasil evaluasi dan pertimbangan PT Bumi Menara Internusa membuat pengolahan dengan melakukan *recycle effluent* dari proses IPAL yang menghasilkan air minum yang memiliki kualitas sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor: 492/MENKES/Per/IV/2010. *Recycle* ini dilakukan dengan menggunakan teknologi *Reverse Osmosis*. *Reverse Osmosis* sendiri merupakan suatu teknologi pembersihan yang menggunakan membran semi *permeable*. Pada membran dimana proses pemisahan air dari pengotornya didasarkan pada proses penyaringan dengan skala molekul, yang mana terdapat tekanan tinggi diberikan yang melampaui tarikan osmosis sehingga akan memaksa air mengalami proses osmosis terbalik dari bagian yang memiliki kepekatan tinggi ke bagian yang mempunyai

kepekatan rendah (Syahid *et al.*, 2019). Membran dapat memisahkan komponen terlarut yang berukuran 0,001 sampai 0,1 μ m maupun partikel yang memiliki berat molekul lebih rendah (Rahman, 2022). Teknologi RO dapat menghasilkan air minum berkualitas tinggi dengan cepat karena menggunakan tenaga pompa (Hartomo, 2006). Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui proses *recycle* air limbah menggunakan teknologi *reverse osmosis* dengan kualitas air yang baik dan efisiensi biaya air bersih di perusahaan yang dibandingkan antara biaya operasional RO dengan biaya operasional pembelian air bersih dari pihak PDAM.

2. METODE

Penelitian dilakukan dengan pendekatan kuantitatif yang dilakukan dengan pengolahan data variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas yaitu kuantitas hasil air yang diperoleh dari proses RO, biaya *maintenance* RO, biaya pemakaian listrik RO, serta biaya air. Sedangkan variabel terikatnya yaitu biaya yang dikeluarkan untuk m³ air yang diperoleh dari hasil RO dan air dari PDAM. Efisiensi *cost* terhadap *recycle* efluen dari pengolahan air limbah dengan teknologi RO. Data variabel yang digunakan termasuk variabel sekunder, dimana data berasal dari data historis selama lima bulan terakhir. *Skala time series* data menggunakan data monitoring harian yang dilakukan perekapan dalam 1 bulan. Metode pelaksanaan dilakukan sesuai bagan alir pada Gambar 1. Penelitian dimulai dengan studi literatur untuk mengetahui kebutuhan data yang diperlukan sebagai bekal dalam studi lapangan pada PT. Bumi Menara Internusa. Pengumpulan data dilakukan menggunakan metode observasi dan wawancara. Kemudian data yang diperoleh dilakukan analisis dan perhitungan untuk penyusunan laporan.



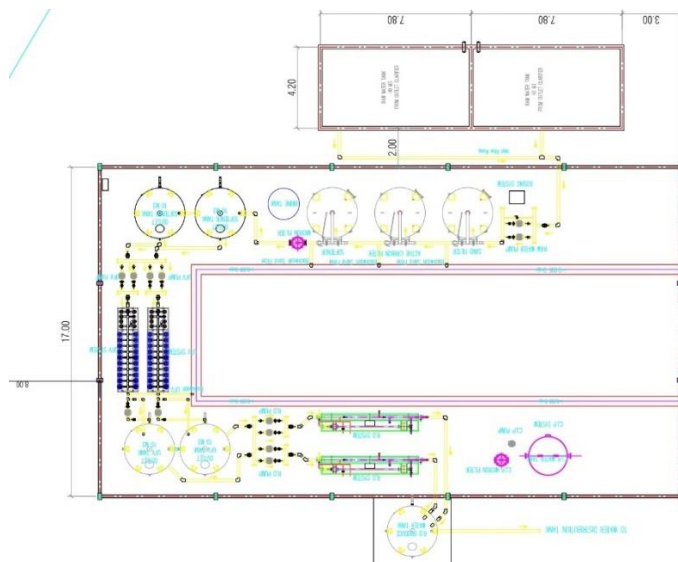
Gambar 1. Metode Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

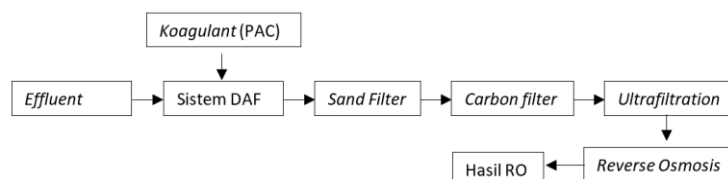
3.1. Proses recycle effluent IPAL dengan teknologi reverse osmosis

Reverse Osmosis merupakan suatu metode untuk penyaringan yang mampu menyaring berbagai molekul besar maupun ion-ion dari suatu larutan dengan adanya pemberian suatu tekanan pada larutan dimana larutan tersebut berada di salah satu sisi membran seleksi (lapisan penyaring). Aliran balik yang menerapkan tekanan lebih tinggi dari tekanan osmotik air yang akan diolah yang tujuannya untuk membuat air murni atau bersih. Karena untuk teknologi RO melibatkan tekanan hidrostatis yang melebihi tekanan osmotik larutan, air pelarut yang kaya akan zat terlarut akan berubah menjadi larutan miskin terhadap zat terlarut (Ferdinand & Savitri, 2023). Pada proses RO juga menghasilkan air reject, dimana air reject merupakan sisa dari air baku yang masuk ke dalam sistem RO yang sudah tidak bisa menembus membran karena tingginya tekanan osmosis (Praneeth *et al.*, 2013). Secara umum, reject water RO bersifat *hyper-saline* dengan kadar *Total Dissolved Solid* (TDS) sangat tinggi (Rao, 2016).

Pada PT. Bumi Menara Internusa menggunakan teknologi RO dengan memanfaatkan air limbah yang berasal dari efluen pengolahan IPAL. Teknologi RO sendiri memiliki standar yang berbeda dari efluen IPAL, dan standar tersebut harus dipenuhi terlebih dahulu agar air dapat diproses pada teknologi RO. Proses yang harus dilakukan seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Layout Pure Water Treatment System



Gambar 3. Flowchart Proses Teknologi Reverse Osmosis

Air yang telah melalui proses pengolahan IPAL akan dialirkan ke proses koagulasi. Proses koagulasi merupakan proses pembentukan flok pada air dengan dilakukan penambahan koagulan, koagulan yang digunakan yaitu PAC (*Poly Aluminium Chlorida*) dengan dosis 30 ppm. Kemudian air akan mengalir pada sistem DAF (*Dissolved Air Flotation*) dimana proses yang terjadinya pengikatan flok oleh gelembung-gelembung udara yang berasal dari proses pencampuran antara udara dengan air. Padatan yang dihasilkan akan mengapung diatas permukaan air. Air akan dipompa ke unit *Sand Filter* yang berfungsi untuk menyaring air agar padatan dapat tertahan dan tidak ikut dalam aliran menuju RO, pada proses ini menggunakan aliran *down flow*. Terdapat 2 *sand filter* dan 2 *carbon filter* dimana 1 pompa digunakan untuk 1 *carbon filter* dan 1 *sand filter* dengan masing-masing kapasitas 50-60 m³/jam . Pada proses *sand filter* terdapat *backwash* yang dilakukan sehari satu kali untuk menjaga kualitas hasilnya. Kemudian air akan melalui unit *Ultrafiltration*, yang merupakan proses filtrasi tingkat tinggi menggunakan membran dan dibantu dengan tekanan membrane yang dapat menurunkan *turbidity* inlet UF ≤ 15 NTU hingga 99,9%, dimana UF ini memiliki lubang membran sebesar 0,1 mikron. Kapasitas mampu menghasilkan 38-43 m³/jam, namun rata-rata yang dihasilkan pada unit ini biasanya memiliki debit 42 m³/jam yang disesuaikan dengan spek RO. UF yang dipakai menggunakan spesifikasi Banemo model UFc200. UF memiliki air *reject*, dimana air inlet UF tidak 100% masuk inlet RO dengan rata-rata perbandingan hasil UF dan *reject* UF 70%:30%. Unit *ultrafiltration* terdapat *backwash* yang dilakukan setiap jam secara otomatis dengan menggunakan *chlorine* sebanyak 3L yang diencerkan sebanyak 175 L. Pada proses pengolahan RO juga menghasilkan air buangan yang memiliki kualitas air yang tidak dapat dilalui membran RO, sehingga air *reject* akan keluar dan dibuang dengan rata-rata perbandingan hasil RO dan *reject* RO 40%:60%. Ukuran membran yang digunakan pada teknologi ini yaitu 0,001 mikron. Pada RO memiliki kapasitas debit 25 m³/jam air hasil dari unit *reverse osmosis*, air akan dialirkan ke tandon untuk didistribusikan ke proses produksi dan kegiatan perusahaan.

Kualitas air dari unit *reverse osmosis* telah dilakukan secara optimal dan telah memenuhi standar baku mutu air minum yang telah ditetapkan berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor: 492/MENKES/Per/IV/2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum untuk parameter wajib dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji Laboratorium PT. Bumi Menara Internusa Lamongan Februari 2023

No	Parameter	Satuan	Hasil	Baku Mutu*	Metode Analisa	Keterangan
1	Krom (Cr) terlarut	mg/L	<0.0083	0.05	SM APHA 23rd Ed., 3120 B, 2017	Analisa di Laboratorium
2	Selenium (Se) terlarut	mg/L	<3.48x10 ⁻³	0.01	SM APHA 23rd Ed., 3120 B, 2017	Analisa di Laboratorium
3	Kekeruhan	NTU	1.22	5	SNI 06-6989.25-2005	Analisa di Lapangan
4	***) Rasa	-	1	Tidak Berasa	SNI6859-2002	Tidak Berasa
5	Temperature	°C	29.6	Suhu Udara ± 3	SNI 06-6989.25-2005	Analisa di Lapangan
6	Mangan (Mn) terlarut	mg/L	<0.0079	0.4	SM APHA 23rd Ed., 3120 B, 2017	Analisa di Laboratorium
7	pH	-	7.67	6.5-8.5	SNI 06-6989.11.2019	Analisa di Lapangan
8	Ammonia Total (NH ₃)	mg/L	0.1985	1.5	SM APHA 23rd Ed., 4500-NH3 F-2017 (phenat)	Analisa di Laboratorium
9	***)E.coli	CFU/100 ML	<1	0	Membrane Filter	Analisa di Laboratorium
10	***)Total Coliform	CFU/100 ML	<1	0	Membrane Filter	Analisa di Laboratorium
11	Arsen (As) terlarut	mg/L	<3.53x10 ⁻⁴	0.01	SM APHA 23rd Ed., 3120 B, 2017	Analisa di Laboratorium
12	Fluorida (F ⁻)	mg/L	<0.0137	1.5	SNI 06-6989.25-2005	Analisa di Laboratorium
13	Kadmium (Cd) terlarut	mg/L	<0.0015	0.003	SM APHA 23rd Ed., 3120 B, 2017	Analisa di Laboratorium
14	Nitrit (NO ₂)	mg/L	<0.0021	3	SM APHA 23rd Ed., 4500-NO2 B-2017 (phenat)	Analisa di Laboratorium
15	Nitrat (NO ₃)	mg/L	<0.1587	50	QI/LKA/65 (Spektrofotometri)	Analisa di Laboratorium
16	Sianida (CN)	mg/L	<0.0009	0.07	SNI 6989.77.2011	Analisa di Laboratorium
17	***)Bau	-	1	Tidak Berbau	SNI 06-6860-2002	Tidak Berbau
18	Warna	PtCo	<1.153	15	SNI 6989.80.2011	Analisa di Laboratorium
19	Jumlah Zat Padat Terlarut (TDS)	mg/L	72	500	SM APHA 23rd Ed., 2540 C-2017	Analisa di Laboratorium
20	Aluminium (Al) terlarut	mg/L	<0.0099	0.2	SM APHA 23rd Ed., 3120 B, 2017	Analisa di Laboratorium
21	Besi (Fe) terlarut	mg/L	<0.0076	0.3	SM APHA 23rd Ed., 3120 B, 2017	Analisa di Laboratorium
22	Kesadahan Total (CaCO ₃)	mg/L	4	500	SNI 06-6989.12-2004	Analisa di Laboratorium
23	Ion Klorida (Cl ⁻)	mg/L	15.5	250	SNI 06-6989.19-2009	Analisa di Laboratorium
24	Seng (Zn) terlarut	mg/L	<0.0056	3	SM APHA 23rd Ed., 3120 B, 2017	Analisa di Laboratorium
25	Sulfat (SO ₄)	mg/L	3.147	250	SNI 06-6989.20-2009	Analisa di Laboratorium
26	Tembaga (Cu) terlarut	mg/L	<0.0045	2	SM APHA 23rd Ed., 3120 B, 2017	Analisa di Laboratorium

Sumber: Hasil Uji Lab PT. Bumi Menara Internusa

Semua parameter memenuhi standar baku mutu yang telah ditetapkan. Dari segi lingkungan, belum terdapat adanya dampak negatif yang ditimbulkan akibat penggunaan unit RO karena limbah air *reject* yang dihasilkan akan langsung dibuang ke badan air dan kualitas air *reject* telah memenuhi standar baku mutu air limbah yang dapat dibuang ke badan air. Perhitungan efisiensi merupakan perhitungan besarnya perbandingan yang diperoleh. Perbandingan hasil RO dan air reject berkisar 40%:60%.

Tabel 2. Debit Air Hasil Reverse Osmosis

Bulan	Total Inlet RO (m ³ /bulan)	Reject RO (m ³ /bulan)	HASIL RO (m ³ /bulan)
November	18367	11237,5	7129,5
Desember	20489	12319,9	8169,1
Januari	18276	11054,1	7221,9
Februari	10076	5792,9	4283,1
Maret	19820	14170,4	5649,6

Hasil air yang diperoleh setiap hari dan total biaya yang telah dikeluarkan, maka akan diketahui harga dari 1 m³ air yang dihasilkan RO. Perhitungan RO 1 dihitung melalui rumus:

$$\text{Harga air RO/m}^3 = \frac{\text{Total Biaya Operasional}}{\text{Air Hasil RO}}$$

Tabel 3. Biaya Hasil Reverse Osmosis

Bulan	Hasil RO	Total Biaya Operasional	Harga RO /m ³
November	7129.5	Rp 56,012,167	Rp 7,856.39
Desember	8169.1	Rp 59,834,163	Rp 7,324.45
Januari	7221.9	Rp 58,433,023	Rp 8,091.09
Februari	4283.1	Rp 53,594,567	Rp 12,513.03
Maret	5649.6	Rp 57,352,043	Rp 10,151.52
P(12)	8061.23	Rp 52,773,380	Rp 6,546.56

Tabel 4. Biaya Air PDAM

Bulan	Total Air PDAM	Biaya PDAM	Biaya Tanki Air	TOTAL Biaya Air PDAM	Harga air PDAM /m ³
November	40338.25	Rp443,720,750	Rp396,220,000	Rp839,940,750	Rp20,822.44
Desember	37904.32	Rp416,947,520	Rp374,760,000	Rp791,707,520	Rp20,887.00
Januari	37737.65	Rp415,114,150	Rp369,550,000	Rp784,664,150	Rp20,792.61
Februari	36976.98	Rp406,746,780	Rp352,130,000	Rp758,876,780	Rp20,522.95
Maret	38279.81	Rp421,077,910	Rp396,070,000	Rp817,147,910	Rp21,346.71
Proyeksi Tahun ke-12					Rp21,695.73

Berdasarkan perhitungan volume air yang dihasilkan oleh RO dengan harga yang didapatkan setiap 1 m³ nya akan dilakukan perbandingan dengan biaya yang akan dikeluarkan untuk membeli air bersih ke PDAM. Biaya yang dikeluarkan berasal dari harga air PDAM dan

biaya kendaraan tanki untuk memuat air ke perusahaan. Untuk harga air suplai PDAM yaitu sebesar Rp11.000,00/m³. Jenis tanki yang digunakan menggunakan 2 kapasitas volume yang berbeda yaitu 32 m³ dan 50 m³. Pada penelitian ini akan dilakukan proyeksi hasil RO selama 1 tahun ke depan, dengan tujuan mengetahui profit yang diperoleh oleh perusahaan serta mengetahui efisiensi pada penggunaan teknologi RO untuk menghasilkan air minum yang dibandingkan dengan menyuplai dari PDAM.

$$\text{Efisiensi Harga/Bulan} = (\text{Harga Air PDAM}/m^3 - \text{Harga Air RO}/m^3) \times \text{Hasil Air RO}$$

Tabel 5. Efisiensi Biaya Air

Bulan	Harga Air RO /m3	Harga air PDAM /m3	Efisiensi Harga /Bulan
November	Rp7,856.39	Rp20,822.44	Rp92,441,411.85
Desember	Rp7,324.45	Rp20,887.00	Rp110,793,826.15
Januari	Rp8,091.09	Rp20,792.61	Rp91,729,110.17
Februari	Rp12,513.03	Rp20,522.95	Rp34,307,288.06
Maret	Rp10,151.52	Rp21,346.71	Rp63,248,316.10
Proyeksi Tahun ke-12	Rp 6,546.56	Rp21,695.73	Rp122,120,948.49

Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh efisiensi perbandingan antara melakukan *recycle* pada air limbah dengan sistem reverse osmosis dan menyuplai air dari PDAM terdekat. Hal ini ditunjukkan bahwasanya dengan pemanfaatan hasil outlet IPAL maka perusahaan mendapatkan efisiensi pengeluaran untuk pemenuhan kebutuhan air bersih pada selama 5 bulan terakhir rata-rata hingga mencapai Rp78.503.990,47. Hingga apabila selama satu tahun kedepan berdasarkan maka perusahaan akan mencapai efisiensi pemanfaatan hingga Rp122.120.948,49. Namun untuk mencapai efisiensi tersebut maka diperlukan menjaga *maintenance* serta memperbaiki sistem reverse osmosis, sehingga kualitas dan kuantitas air yang dihasilkan dapat maksimal dan sesuai dengan perhitungan. Hasil analisis sistem pengolahan air minum sistem reverse osmosis pada PT. Bumi Menara Internusa dapat dikatakan baik dan telah memenuhi seluruh persyaratan dari standar baku mutu Peraturan Menteri Kesehatan Nomor: 492/MENKES/Per/IV/2010.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan, diperoleh beberapa kesimpulan bahwa efluen hasil pengolahan pada Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dapat dilakukan *recycle* menjadi hasil yang menguntungkan bagi perusahaan PT. Bumi Menara Internusa Lamongan. Pengolahan efluen IPAL dilakukan *recycle* menggunakan teknologi *Reverse Osmosis*, dimana menghasilkan air minum yang dapat didistribusikan untuk kebutuhan proses produksi pada perusahaan ini.

Pengolahan yang dilakukan pada teknologi ini termasuk kedalam sistem yang lengkap dan sudah modern, yang terdiri dari 3 jenis pengolahan yaitu secara biologis, kimia, dan fisika. Unit yang digunakan berupa sistem DAF dengan penambahan koagulan PAC, *sand filter*, *carbon filter*, *unit ultrafiltration*, dan *reverse osmosis*. Hasil air yang diperoleh juga telah memenuhi standar baku mutu sesuai mutu Peraturan Menteri Kesehatan Nomor: 492/MENKES/Per/IV/2010, dengan dibuktikan dari hasil uji laboratorium. Dengan melakukan *recycle* efluen IPAL maka perusahaan ini dapat mengurangi permasalahan kekurangan air pada perusahaan ini, bahkan dengan pengolahan air minum ini perusahaan mendapatkan efisiensi biaya pengeluaran untuk pemenuhan kebutuhan air bersih dalam setiap m³ pada selama 5 bulan terakhir rata-rata hingga mencapai Rp78.503.990,47.

DAFTAR PUSTAKA

- Ferdinand, M. A., & Savitri, A. (2023). Upaya Pemenuhan Air Bersih Masyarakat Pulau Belakang Padang Melalui Sistem Sea Water Reverse Osmosis. *Jurnal Kacapuri : Jurnal Keilmuan Teknik Sipil*, 5(2), 470. <https://doi.org/10.31602/jk.v5i2.9094>
- Hartomo, A.J., Widiatmoko M.C. (2006). Teknologi Membran Pemurnian Air. Yogyakarta : Andi Offset.
- Irman, A., Ekawati, R., & Febriana, N. (2017). Optimalisasi Rute Distribusi Air Minum Quelle Dengan Algoritma Clarke & Wright Saving Dan Model Vehicle Routing Problem. *Seminar Nasional Inovasi Dan Aplikasi Teknologi Di Industri*, 1-7.
- Kementerian Kesehatan. (2010). Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/Per/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum, Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Jakarta
- Praneeth, K., Manjunath D., Suresh K., Bhargava, Tardio, J., dan Sridhar, S. (2013). Economical Treatment of Reverse Osmosis Reject of Textile Industry Effluent by Electrodialysis-Evaporation Integrated Process. *Journal of Desalination*, Vol. 333, 82-91
- Rahman, A. (2022). Penggunaan Teknologi Sea Water Reverse Osmosis (SWRO) Pada Proses Desalinasi Air Laut Using Sea Water Reverse Osmosis (SWRO) Technology In Seawater, 153-164.
- Rao, Sharat V. Agustus (2016). Reverse Osmosis Reject Water – Methods of Disposal. *Indian Plumbing Today*, 26-28.
- Syahid, M., Rahman, M., Azis, N., Arief, S., & Fathar, I. (2019). Pengolahan Air Minum Sistem

Reverse Osmosis di Pesantren Hidayatullah Gowa. *JURNAL TEPAT: Applied Technology Journal for Community Engagement and Services*, 2(2), 60–65.

https://doi.org/10.25042/jurnal_tepat.v2i2.112.

Wahyu Diana, E., Sholichin, M., & Haribowo, R. (2020). A study of clean water distribution network development at PDAM Tirta Barito in the city of Buntok. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 437(1), 8–17. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/437/1/012002>