

PENGGUNAAN TEKNOLOGI SEA WATER REVERSE OSMOSIS (SWRO) PADA PROSES DESALINASI AIR LAUT

USING SEAWATER REVERSE OSMOSIS (SWRO) TECHNOLOGY IN SEAWATER DESALINATION PROCESSES

Larasati Putri Hapsari*, Aris Kabul Pranoto, Widi Ayu Rinjani, Anasri, Ika
Anjani, Abdul Rahman

Politeknik Kelautan dan Perikanan Karawang, Jl. Lingkar Tanjungpura, Karawang Barat, Karawang

Teregistrasi I tanggal: 01 Juli 2022; Diterima setelah perbaikan tanggal: 28 September 2022; Disetujui
terbit tanggal: 30 September 2022

ABSTRAK

Air merupakan salah satu kebutuhan dasar bagi kehidupan manusia, termasuk bagi masyarakat yang tinggal di pesisir. Sulitnya mendapatkan air bersih untuk dikonsumsi disebabkan karena sebagian besar wilayah pesisir terpengaruh kondisi laut yang memiliki salinitas tinggi. Agar dapat dikonsumsi, maka air bersalinitas tersebut harus didesalinasi. Desalinasi merupakan sebuah proses untuk mengolah air bersalinitas menjadi air tawar. Salah satu teknologi desalinasi tersebut adalah menggunakan *reverse osmosis* (RO). Tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui proses desalinasi air laut menjadi air tawar dengan menggunakan metode *sea water reverse osmosis* (SWRO). Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah observasi yakni melihat secara langsung tahapan proses desalinasi air laut menjadi air tawar. Data yang diperoleh berupa data primer dari hasil observasi dan data sekunder dari literature untuk mendukung data primer. Analisis data yang digunakan berupa analisis deskriptif dengan mendeskripsikan setiap tahapan yang dilakukan pada proses SWRO. Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses desalinasi air laut menggunakan teknologi SWRO memiliki 14 tahapan. Tahapan-tahapan tersebut antara lain; *intake*, pompa air baku, reservoir air baku, *UF feed pump*, *Automatic screen*, *ultrafiltrasi*, reservoir air UF, *RO feed pump*, *HPP & booster*, *membrane RO*, reservoir air RO, *permeate pump*, *chlorine analyzer*, air produk. Di negara maju dan berkembang unit SWRO sudah banyak sekali di gunakan, karena dengan mengolah air laut menjadi air tawar, terdapat banyak sekali manfaat bagi siklus kehidupan dan ramah lingkungan. Juga tetap mempertahankan air tawar bawah tanah agar dapat memberi kehidupan tanaman pepohonan yg memberi kita oksigen bersih buat kehidupan kita.

Kata kunci: SWRO, Desalinasi, Air Laut

ABSTRACT

Water is one of the basic needs for human life, including for people living on the coast. It is difficult to get clean water for consumption because most coastal areas are affected by sea conditions that have high salinity. In order to be consumed, the saline water must be desalinated. Desalination is a process to convert saline water into fresh water. One such desalination technology is using reverse osmosis (RO). The purpose of this study was to determine the process of desalination of seawater into freshwater using the seawater reverse osmosis (SWRO) method. The method used in this research is observation, which is to see directly the stages of the desalination process of

Korespondensi penulis:

*Email: azigha2018@gmail.com

DOI: <http://dx.doi.org/10.15578/plgc.v3i3.11302>

seawater into fresh water. The data was obtained in the form of primary data from observations and secondary data from the literature to support primary data. Analysis of the data used in the form of descriptive analysis by describing each stage carried out in the SWRO process. The results showed that the seawater desalination process using SWRO technology had 14 stages. These stages include; intake, raw water pump, raw water reservoir, UF feed pump, Automatic screen, ultrafiltration, UF water reservoir, RO feed pump, HPP & booster, RO membrane, RO water reservoir, permeate pump, chlorine analyzer, product water. In developed and developing countries, SWRO units have been widely used, because by processing seawater into freshwater, there are many benefits for the life cycle and it is environmentally friendly. It also maintains underground fresh water so that it can provide plant life, and trees that provide us with clean oxygen for our lives.

Keywords: SWRO, Desalination, Seawater

PENDAHULUAN

Air bersih merupakan kebutuhan utama bagi kehidupan manusia, termasuk bagi masyarakat yang tinggal di pesisir. Sulitnya mendapatkan air bersih untuk dikonsumsi disebabkan karena sebagian besar wilayah pesisir terpengaruh kondisi laut yang memiliki salinitas tinggi. Hal tersebut menyebabkan perlu dilakukannya pengolahan air yang bersalinitas tersebut untuk menjadi air tawar yang dapat dikonsumsi. Proses pengolahan air laut menjadi air tawar disebut juga sebagai proses desalinasi. Desalinasi merupakan sebuah cara untuk menghilangkan konsentrasi kadar garam yang berlebih dalam air laut guna menembus dinding pemisah tersebut kebagian air laut meskipun tanpa diberikan tekanan (Alimah *et al.*, 2006). Membran yang terdapat pada RO dapat memisahkan komponen terlarut dengan ukuran 0,001 sampai 0,01 μm ataupun partikel yang memiliki berat molekul lebih rendah, sehingga jika air tawar dan air garam dipisahkan oleh membrane semipermeabel, maka air tawar akan mendifusi membran dan mengencerkan larutan garam (Robiatun, 2003). Proses perubahan air laut menjadi air tawar dengan teknologi *reverse osmosis* ini biasa disebut dengan *Sea Water Reverse Osmosis* (SWRO). Pada proses perubahan air laut menjadi air tawar

memperoleh air tawar yang bisa untuk dikonsumsi. Desalinasi dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa teknologi yakni *Multi Effect Distillation* (MED), *Multi Stage Flash* (MSF), dan *Reverse Osmosis* (RO) (Redjeki, 2011).

Osmosis merupakan proses difusi air melalui membran semipermeabel dari suatu larutan yang memiliki kadar salinitas yang lebih rendah ke larutan dengan kadar salinitas yang lebih tinggi, sedangkan *Reverse Osmosis* adalah proses sebaliknya proses osmosi dimana air dengan kadar garam tinggi ke rendah yang dipisahkan oleh membran semipermeabel (Into *et al.*, 2014). Air tawar akan terus m

dengan teknologi *Reverse Osmosis* dapat terjadi jika tekanan hidrostatik pada sebuah larutan dengan konsentrasi tinggi (air laut) lebih besar dibanding tekanan osmotiknya (Firtzman *et al.*, 2007; Khawaji *et al.*, 2008; Charcosset, 2009). Proses pengolahan air dengan teknologi SWRO dimaksudkan untuk mendapat air bersih yang dapat dikonsumsi sesuai dengan baku mutu yang ditetapkan melalui PERMENKES 492/2010 dan PERMENKES nomor 32 tahun 2017. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui tahapan proses desalinasi air laut menjadi air tawar dengan menggunakan teknologi *Reverse Osmosis*.

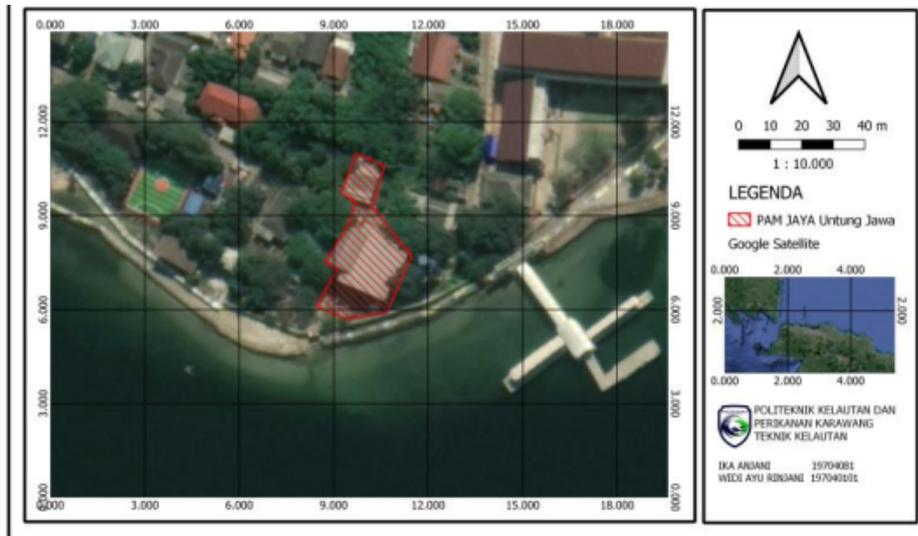
BAHAN DAN METODE
Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada tanggal 1 Desember 2021 s.d. 21 Januari 2022 di Pulau Untung Jawa, Kepulauan Seribu Utara, Kabupaten Kepulauan

Seribu, Daerah Khusus Ibukota Jakarta (Gambar 1).

Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain sebagai berikut yang tercantum pada Tabel 1.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian
 Figure 1. Research Location

Tabel 1. Alat dan bahan yang digunakan
 Table 1. Tools and materials used

No	Nama alat dan bahan	Fungsi
1.	Membrane	Untuk menyaring kadar garam dari air laut
2.	Automatic screen	Untuk menyaring pasir dari air baku
3.	Ultrafiltrasi	Untuk menyaring debu halus dan sisa kotoran pada air baku
4.	Vessel	Untuk membungkus membrane
5.	Laptop	Untuk menginput dan mengolah data
6.	ATK	Untuk menulis segala kegiatan di lapangan
7.	Air laut	Air baku
8.	Clorine	Untuk campuran bahan penjernih

Metode Pengambilan Data

Pada metode pengambilan data menggunakan beberapa teknik hingga analisis. Adapun teknik-teknik dalam pengambilan data antara lain:

1. Studi Literatur
Pengumpulan beberapa referensi meliputi jurnal, buku, artikel, dan lain sebagainya mengenai proses desalinasi.
2. Observasi
Tahap observasi meliputi survei lapangan dengan tujuan untuk melihat secara langsung proses desalinasi menggunakan teknologi *Reverse Osmosis* (RO). Observasi merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan secara langsung dari lapangan (Semiawan, 2010). Sedangkan menurut Zainal Arifin dalam buku (Kristanto, 2018), observasi merupakan suatu proses pengambilan data yang didahului dengan melakukan pengamatan secara langsung kemudian melakukan pencatatan yang bersifat sistematis, logis, objektif, dan rasional terhadap

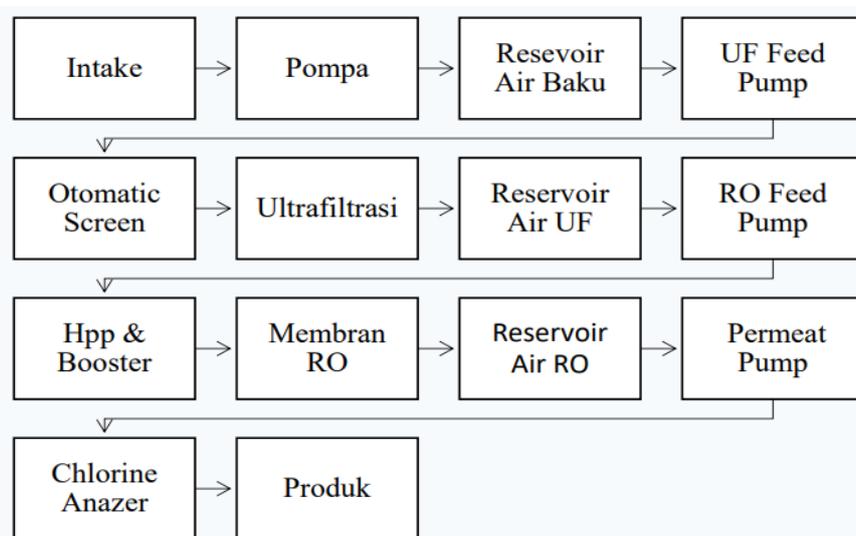
berbagai macam fenomena secara fakta maupun buatan.

Analisis Data

Hasil data yang dikumpulkan dengan metode observasi selanjutnya diolah secara deskriptif. Analisis Deskriptif merupakan salah satu analisis data yang digunakan dalam kegiatan penelitian, analisis data yang dalam penyajiannya berbentuk pendeskripsian, penggambaran, penjelasan terkait penelitian yang dilakukan dan disampaikan sebaik mungkin agar mudah dipahami (Sugiyono, 2009).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses pengolahan air laut menjadi air tawar yang berada di Pulau Untung Jawa, Kepulauan Seribu berdiri sejak tahun 2017, dan memilih untuk mempergunakan sistem teknologi *Reverse Osmosis* (RO). Berikut alur proses perubahan air laut menjadi air tawar di instalasi SWRO Pulau Untung Jawa (Gambar 2.).



Gambar 2. Proses Desalinasi air laut dengan teknologi *Reverse Osmosis* (RO)
 Figure 2. Seawater Desalination Process with Reverse Osmosis technology

Sea Water Reverse Osmosis (SWRO) adalah unit sistem desalinasi untuk

merubah air laut menjadi air tawar. pada negara maju dan berkembang unit ini

sudah banyak sekali di gunakan, karena dengan mengolah air laut menjadi air tawar, terdapat banyak sekali manfaat bagi siklus kehidupan dan ramah lingkungan. Juga tetap mempertahankan air tawar bawah tanah agar dapat memberi kehidupan tanaman pepohonan yg memberi kita oksigen bersih buat kehidupan kita. Air baku yang digunakan pada proses desalinasi ini adalah air laut yang cukup berlimpah khususnya di wilayah kepulauan, sehingga dapat membantu masyarakat daerah pesisir dan kepulauan dalam mendapatkan air bersih. Menurut Lautetu *et al.*, (2019), bahwa masyarakat yang bermukim pada kawasan pesisir masih sangat sulit untuk memperoleh fasilitas air bersih atau air konsumsi. Masyarakat kawasan pesisir

59% merupakan masyarakat asli yang secara emosi mengaku nyaman dengan lingkungannya, namun secara biologi masih kesulitan untuk mendapatkan sumber air bersih atau air minum.

Intake

Pada proses *intake* terdapat bangunan berupa sumur resapan (Gambar 3), yang berfungsi sebagai pemasok air laut ke fasilitas desalinasi yang diusulkan. Ada beberapa faktor yang perlu diperhatikan dalam pembangunan unit ini termasuk kualitas sumber air, dampak yang ditimbulkan selama pembangunan unit maupun operasionalnya untuk biota laut, biaya modal dan operasional serta peraturan yang mungkin mengikat.



Gambar 3. Sumur resapan untuk proses *Intake*
Figure 3. Infiltration wells for the *Intake* process

Pembangunan unit *intake* harus memperhatikan beberapa hal agar menjamin kualitas air produk yang dihasilkan, antara lain:

1. Harus dibangun di daerah dengan kualitas air baku yang baik dan tidak terletak pada *dea area* (tidak memiliki sirkulasi, tidak dekat dengan sumber limbah, tidak rentan

tercemar tumpahan bahan berbahaya).

2. Kedalaman air yang dimiliki harus dipastikan baik agar tidak terjadi permasalahan saat terjadi pasang maupun surut.

Untuk mendapatkan air baku yang jernih, *intake* yang terdapat pada SWRO di Pulau Untung Jawa memasang pipa

sepanjang 23 meter dengan kedalaman 3 meter. Sedangkan sumur resapannya memiliki kedalaman hingga 6 meter dengan diameter 2,5 meter.

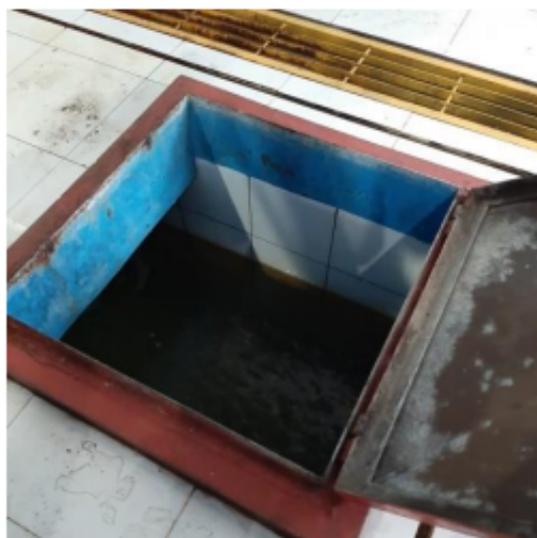
Pompa Air Baku dan Reservoir Air Baku

Pompa air ini berfungsi untuk menarik bahan baku air air sumur resapan

(*intake*) ke dalam tangki air baku (*reservoir*) yang kemudian akan dilanjutkan pada proses desalinasi. *Reservoir* (penampung air) (Gambar 5) berfungsi untuk menampung air yang di alirkan dari sumur resapan melalui pompa air baku dan dapat menampung air sebanyak $\pm 16 \text{ m}^3$.



Gambar 4. Pompa air baku
Figure 4. Standard water pump



Gambar 5. Reservoir air baku
Figure 5. Reservoir

Air baku yang ada dalam *reservoir* kemudian diendapkan terlebih dahulu dan selanjutnya akan di salurkan ke dalam *automatic screen*.

UF Feed Pump

Ultrafiltrasi (UF) *feed pump* (Gambar 6) berfungsi untuk mengambil (menyedot) air baku yang kemudian dimasukan ke dalam *automatic screen* dan ultrafiltrasi.

Automatic Screen

Automatic screen (Gambar 7) memiliki fungsi sebagai penyaring pasir laut dan kotoran yang terdapat pada air baku. *Automatic screen* memiliki membrane penyaring sebesar 40 mikron, sehingga dapat menyaring kotoran dan pasir laut yang halus dengan sangat baik.



Gambar 6. Ultrafiltrasi *feed pump*
Figure 6. Ultrafiltration *feed pump*



Gambar 7. *Automatic Screen*
Figure 7. *Automatic Screen*

Ultrafiltrasi (UF)

Ultrafiltrasi (UF) (Gambar 8) merupakan salah satu proses pada desalinasi air laut yakni memfilter air dengan melalui membrane yang memiliki ukuran pori berkisar 0,01-0,2 mikron. Kotoran dan debu-debu halus yang masih tersisa dari proses pada *automatic screen* akan disaring kembali pada ultrafiltrasi dengan membrane yang memiliki pori lebih kecil. Ukuran pori yang lebih kecil ini akan mejadikan partikel halus yang masih tersisa akan tersaring. UF akan

melakukan *cleaning* dengan sendiri secara otomatis dengan dikendalikan oleh komputer pada setiap 30 menit sekali pada tekanan tinggi.

Reservoir air UF

Reservoir air UF berfungsi untuk menampung air hasil penyaringan dari *automatic screen* dan ultrafiltrasi yang kemudian akan ditransfer ke dalam membrane RO. Daya tampung *reservoir* UF ini dapat mencapai $\pm 16 \text{ m}^3$.



Gambar 8. Ultrafiltrasi (UF).

Figure 8. Ultrafiltration



Gambar 9. *Reservoir* air UF.

Figure 9. UF water reservoirs

RO Feed Pump

Sebelum air masuk ke dalam membrane RO, akan melewati HPP dan booster dengan bantuan RO Feed Pump (Gambar 9). RO feed pump merupakan alat untuk menyedot air dari reservoir air baku ke RO.

High-Pressure Pump (HPP) dan Booster

High Pressure Pump (HPP) (Gambar 10) dan Booster (Gambar 11) merupakan suatu alat yang menyatu dalam satu

rangkaian untuk menambah tekanan air yang mengalir. HPP berfungsi untuk mendorong air dengan tekanan dan kemudian tekanan akan bertambah di dalam *booster*. Penambahan tekanan pada *booster* yakni sebesar 10 bar, berfungsi untuk mempercepat transfer air baku kedalam membran Reverse Osmosis (RO). Di dalam *booster* juga terjadi proses pembuangan air *reject* atau air yang tidak terpakai yang akan dibuang setelah proses penyaringan air didalam membrane RO.



Gambar 10. High Pressure Pump (HPP).
Figure 10. High Pressure Pump



Gambar 11. Booster
Figure 11. Booster

Membran Reverse Osmosis (RO)

Membrane *reverse osmosis* merupakan bagian penting dalam proses desalinasi air laut, karena pada membrane inilah sistem tekanan balik berjalan. Membrane ini juga merupakan penyaring semua lumpur dan debu yang masih tersisa setelah melewati berbagai proses sebelumnya. Pada membrane ini, air baku yang merupakan air laut yang memiliki kadar salinitas diubah menjadi tawar dengan salinitas 0 ppt. Membran RO pada sistem proses desalinasi dibungkus oleh pipa panjang yang disebut dengan *vessel*. Pada alat SWRO yang terdapat di Pulau Untung Jawa Kepulauan Seribu memiliki 4 buah *vessel*, dimana setiap *vessel*

terdapat 4 buah membran. Membran-membran tersebut akan di cuci ataupun diganti jika kualitas air produk yang dihasilkan sudah menurun yang biasanya disebabkan oleh kotoran yang tersumbat. Selain itu juga, jika tekanan pada HPP dan *booster* tidak bertambah sebesar 10 bar.

Reservoir Air Reverse Osmosis (RO)

Reservoir air *Reverse Osmosis* (RO) (Gambar 13) ini adalah tempat penampungan air hasil dari proses desalinasi dari awal penyaringan hingga terakhir oleh membran *Reverse Osmosis* (RO). Reservoir ini dapat menampung air sampai $\pm 16\text{m}^3$.



Gambar 12. Membran.
Figure 12. membrane



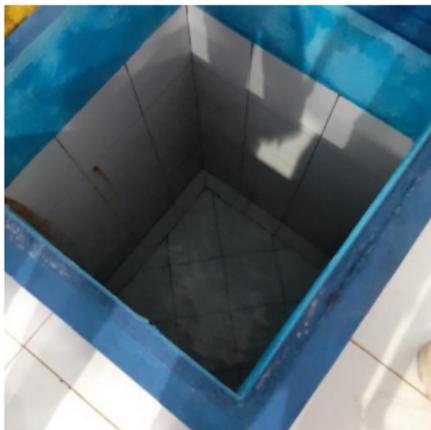
Gambar 13. *Vessel.*
Figure 13. Vessel

Permeate Pump

Permeate Pump (Gambar 15) berfungsi untuk memompa air hasil dari proses desalinasi dari *reservoir reverse osmosis* (RO) untuk ditambahkan chemical klorin sebelum dialirkan ke pelanggan.

Chlorine Analyzer

Chlorine Analyzer (Gambar 16) adalah alat untuk menginjeksi klorin ke dalam air yang telah melalui *reverse osmosis* (RO) yang akan dialiri ke dalam tangki untuk kebutuhan masyarakat Pulau Untung Jawa. Waktu pengoperasian 1 jam akan dihasilkan 9 m³ air dengan settingan 10% klorin yang ditambahkan.



Gambar 14. *Reservoir Air Reverse Osmosis* (RO)
Figure 14. Water Reservoir of Reverse Osmosis



Gambar 15. *Permeate Pump.*
Figure 15. Permeate Pump



Gambar 16. Chlorine Analyzer
Figure 16. Chlorine Analyzer

Elevated Tank (Tangki Air Produk)

Air produk dari hasil proses desalinasi *Reverse osmosis* (RO) ini akan ditampung terlebih dahulu kedalam tangki airproduk atau disebut juga *Elevated Tank*. Tangki ini dapat memuat air sebanyak 30 m³ dan akan dialiri ke pelanggan melalui pipa-pipa bawah tanah yang sudah dipasang oleh PAM.

SIMPULAN

Proses desalinasi air laut dengan menggunakan metode *reverse osmosis* (RO) memiliki beberapa tahapan berturut-turut yakni air laut masuk ke dalam penampungan *intake*; kemudian dialirkan dengan menggunakan pompa menuju *reservoir*. Selanjutnya melalui tahapan filtrasi *UF feed pump, automatic screen, ultrafiltrasi, RO feed pump, membrane RO, Chlorine analyzer*, hingga menjadi air produk. Berdasarkan tahapan-tahapan tersebut dapat disimpulkan bahwa proses desalinasi air laut yang dilakukan oleh PAM Jaya telah sesuai dengan standar yang ditetapkan.

DAFTAR PUSTAKA

Alimah, S (2006) 'Fenomena kerak dalam desalinasi dengan *multi*

stage flash distillation (MSF)'. *J. Pengembangan Energi Nuklir*. 8 (1), 46-54.

Charcosset, C. A (2009) 'Review of membrane processes and renewable energies for desalination' *Desalination*. 245 (1-3): 214–231.

Fritzmann, C., Löwenberg, J., Wintgens, T., & Melin, T (2007) 'State-of-the-art of Reverse Osmosis Desalination' *Desalination*. 216 (1-3): 1–76.

Into, M., Jonsson, A. S., & Lengden, G (2004) 'Reuse of Industrial Wastewater Following Treatment With Reverse Osmosis' *Membrane science*. 24 (2), 21-25.

Khawaji, A. D., Ibrahim, K. K., & Jong, M.W (2008) 'Advances in seawater desalination technologies' *Desalination*. 221 (1-3) : 47-69.

Kristanto, V. H. (2018) '*Metodologi Penelitian Pedoman Penulisan Karya Tulis Ilmiah (KTI)*' Yogyakarta: CV Budi Utama.

Lautetu, L.M., Kumurur, V. A., & Warouw, F (2019) 'Karakteristik Permukiman Masyarakat Pada Kawasan Pesisir Kecamatan Bunaken' *J. Spasial*. 6(1): 126-136.

- Peraturan Menteri Kesehatan No. 32 (2017) *'Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua, dan Pemandian Umum'* Kementerian Kesehatan.
- Peraturan Menteri Kesehatan No. 492 (2010) *'Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum'* Kementerian Kesehatan.
- Redjeki, S (2011) *'Proses Desalinasi dengan Membran. Direktorat Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat (Dp2m)'* Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional.
- Robiatun (2003) *'Membran Reverse Osmosa dalam Proses Desalinasi Air Laut'* *Buletin penelitian*. 25 (3), 38-46.
- Semiawan, C.R (2010) *'Metode Penelitian Kualitatif Jenis, Karakteristik dan Keunggulannya'* Jakarta: Grasindo.
- Sugiyono (2009) *'Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D'* Bandung : Alfabeta.