

SKRIPSI

PENGARUH *PRE-FILTER* PADA PERFORMA *PROTOTYPE* *SEA WATER REVERSE OSMOSIS* (SWRO)

Disusun dan diajukan oleh:

**ADIPARWATA RAKA SANJAYA
D091 19 1013**



**DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2024**



ABSTRAK

ADIPARWATA RAKA SANJAYA. PENGARUH *PRE-FILTER* PADA PERFORMA *PROTOTYPE SEA WATER REVERSE OSMOSIS (SWRO)* (dibimbing oleh Dr.Eng. Ir. Faisal Mahmuddin, S.T., M. Inf. Tech., M. Eng. IPM dan Ir. Syerly Klara, MT)

Air tawar merupakan kebutuhan pokok setiap manusia dan akan menimbulkan masalah jika tidak terpenuhi. Salah satu faktor terhambatnya kebutuhan air tawar adalah wilayah tempat tinggal masyarakat. Air yang didapatkan oleh masyarakat pesisir merupakan hasil galian yang mengandung konsentrasi tinggi garam terlarut. Salah satu metode pengolahan air laut menjadi air tawar adalah sistem osmosis terbalik (reverse osmosis). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui variasi *pre-filter* pada *prototype* yang paling efisien dalam menghasilkan air tawar, ditinjau dari nilai TDS, pH, dan salinitas pada air tawar. Metode eksperimen yang digunakan pada penelitian ini adalah variasi *pre-filter* pada *prototype* yang dimana terdiri dari 5 variasi berbeda yaitu: Variasi (1) menggunakan tangki filter dan filter sedimen 5 mikron; Variasi (2) tangki filter, filter sedimen 5mikron, dan 3mikron; Variasi (3) tangki filter, filter sedimen 5 mikron, 3 mikron, dan filter GAC; Variasi (4) tangki filter, filter sedimen 5 mikron, 3 mikron, dan filter CTO; dan terakhir Variasi (5) tangki filter; filter sedimen 5 mikron; 3 mikron; filter GAC dan CTO. Analisis data yang digunakan adalah rejeksi terhadap TDS dan salinitas serta efektivitas dalam menetralkan pH. Dari hasil eksperimen, seluruh variasi *pre-filter* pada *prototype* dapat menurunkan nilai TDS air laut dengan persentase rejeksi 58,9% - 99,5%. Penurunan salinitas juga didapatkan dengan persentase rejeksi 99,4% - 100%. Namun, hasil pengukuran pH pada seluruh variasi tidak mencapai pH netral (pH 7) dan cenderung menurunkan nilai pH. Variasi *pre-filter* yang dianggap menghasilkan kualitas terbaik adalah Variasi (5) dengan nilai TDS rata-rata 38 ppm, nilai pH 5,62, dan salinitas 0 ppt.

Kata Kunci: SWRO, prototipe, pra-filter, performa



ABSTRACT

ADIPARWATA RAKA SANJAYA. *EFFECT OF PRE-FILTER ON THE PERFORMANCE OF SEA WATER REVERSE OSMOSIS (SWRO) PROTOTYPE* (supervised by Dr.Eng. Ir. Faisal Mahmuddin, S.T., M. Inf. Tech., M. Eng. IPM and Ir. Syerly Klara, MT)

Fresh water is a basic need for every human being and will cause problems if it isn't fulfilled. The coastal communities obtained water from excavation which contains high levels of dissolved salts. A method to process seawater into fresh water is the reverse osmosis. This study aims to determine which variations of pre-filter placed in the prototype are most efficient in producing fresh water, in terms of TDS, pH, and salinity in freshwater. Experimental method in this study is the variations of the pre-filter which consist of 5 different variations: Variation (1) using filter tank and 5 mikron sediment filter; (2) filter tank, 5 mikron and 3 mikron sediment filter; (3) filter tank, 5 mikron and 3 mikron sediment filter, GAC filter; (4) filter tank, 5 mikron and 3 mikron sediment filter, CTO filter; lastly (5) filter tank, 5mikron and 3mikron sediment filter, GTO and CTO filters. The data obtained was then analyzed using rejection of TDS and salinity, as well the effectiveness in neutralizing pH. From the experimental result, all variations were able to reduce the TDS value of seawater with a rejection percentage of 58,9% - 99,5%. Salinity reduction was also obtained with rejection percentage of 99,4% - 100%. However, the pH measurement for all variations didn't reach the neutral pH and tended to decrease pH value. The pre-filter variation that is considered to produce the best quality of freshwater is Variation (5) with an average TDS value of 38 ppm, pH value 5,62, and salinity 0 ppt.

Keywords: SWRO, prototype, pre-filter, performance



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
KATA PENGANTAR	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Ruang Lingkup.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Air Laut & Salinitas	5
2.2 Karakteristik Air.....	5
2.3 Desalinasi	8
2.4 Osmosis Terbalik (<i>Reverse Osmosis</i>).....	11
2.5 Analisa Perhitungan	15
BAB III METODE PENELITIAN.....	17
3.1 Lokasi Penelitian.....	17
3.2 Jenis Data	17
3.3 Perancangan Prototipe SWRO	17
3.4 Tahapan Penelitian	24
3.6 Diagram Alir	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1 Hasil Penelitian	29
4.2 Pembahasan.....	31
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	40
5.1 Kesimpulan	40
5.2 Saran.....	40
Daftar Pustaka	41
LAMPIRAN	43



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Diagram unit MSF	8
Gambar 2 Diagram MED	9
Gambar 3 Diagram VC	9
Gambar 4 Unit RO	10
Gambar 5 Rumah filter	19
Gambar 6 Tangki filter	19
Gambar 7 Media filter (a) karbon, (b) mangan, dan (c) pasir silika	20
Gambar 8 Filter sedimen	20
Gambar 9 Filter GAC	20
Gambar 10 Filter CTO	21
Gambar 11 Pompa pendorong	21
Gambar 12 Membran RO	22
Gambar 13 Rumah membran	22
Gambar 14 Pipa dan selang	22
Gambar 15 Sambungan dan kran	23
Gambar 16 Desain Prototipe SWRO	23
Gambar 17 Prototipe SWRO	24
Gambar 18 Diagram Variasi <i>pre-filter</i> (1)	24
Gambar 19 Diagram Variasi <i>pre-filter</i> (2)	25
Gambar 20 Diagram Variasi <i>pre-filter</i> (3)	25
Gambar 21 Diagram Variasi <i>pre-filter</i> (4)	25
Gambar 22 Diagram Variasi <i>pre-filter</i> (5)	25
Gambar 23 Diagram alir penelitian	28
Gambar 24 Grafik hubungan variasi <i>pre-filter</i> terhadap TDS	33
Gambar 25 Grafik hubungan variasi <i>pre-filter</i> terhadap rejeksi TDS	33
Gambar 26 Grafik hubungan variasi <i>pre-filter</i> terhadap salinitas	35
Gambar 27 Grafik hubungan variasi <i>pre-filter</i> terhadap persentase rejeksi salinitas	36
Gambar 28 Grafik hubungan variasi <i>pre-filter</i> terhadap nilai pH	38
Gambar 29 Grafik hubungan variasi <i>pre-filter</i> terhadap persentase efektivitas pH	38



DAFTAR TABEL

Tabel 1 Parameter air minum	6
Tabel 2 Parameter air untuk keperluan higiene dan sanitasi	6
Tabel 3 Alat ukur karakteristik air	18
Tabel 4 Data karakteristik awal air laut	29
Tabel 5 Hasil pengujian Variasi <i>pre-filter</i> (1)	29
Tabel 6 Hasil pengujian Variasi <i>pre-filter</i> (2)	30
Tabel 7 Hasil pengujian Variasi <i>pre-filter</i> (3)	30
Tabel 8 Hasil pengujian Variasi <i>pre-filter</i> (4)	30
Tabel 9 Hasil pengujian Variasi <i>pre-filter</i> (5)	31
Tabel 10 Rata-rata hasil pengujian setiap variasi	31
Tabel 11 Tabulasi Rata-rata nilai dan persentase rejeksi TDS	32
Tabel 12 Tabulasi rata-rata nilai dan persentase rejeksi salinitas	35
Tabel 13 Tabulasi rata-rata nilai dan persentase efektivitas pH	37



DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL

Lambang/Singkatan	Arti dan Satuan
C_f	Konsentrasi zat terlarut air umpan (ppm)
C_p	Konsentrasi zat terlarut permeat (ppm)
CO ₂	Karbon Dioksida
CTO	<i>Chlorine, Taste, and Odor</i>
E	Efektivitas (%)
GAC	<i>Granular Activated Carbon</i>
MED	<i>Multi Effect Distillation</i>
MSF	<i>Multi Stage Flash</i>
N	Nilai pH air netral
n_0	Nilai pH air awal
n_t	Nilai pH air hasil
pH	Derajat Keasaman
ppm	<i>Parts per Million</i>
ppt	<i>Part per Thousand</i>
R	Rejeksi (%)
RO	<i>Reverse Osmosis</i>
SWRO	<i>Sea Water Reverse Osmosis</i>
TDS	<i>Total Dissolved Solid</i> (ppm)
VC	Vapor Compression



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Pengukuran Data Awal Karakteristik Air Laut	44
Lampiran 2 Hasil Pengujian Variasi 1	45
Lampiran 3 Hasil Pengujian Variasi 2	46
Lampiran 4 Hasil Pengujian Variasi 3	47
Lampiran 5 Hasil Pengujian Variasi 4	48
Lampiran 6 Hasil Pengujian Variasi 5	49
Lampiran 7 Dokumentasi Pengambilan Air Laut di Pantai	50
Lampiran 8 Proses Perakitan Prototipe SWRO	51



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Ida Sang Hyang Widhi Wasa yang senantiasa melimpahkan asungkertawaranugraha kepada penulis sehingga skripsi yang berjudul “Pengaruh *Pra-Filter* Pada Performa Prototype *Sea Water Reverse Osmosis* (SWRO)” dapat diselesaikan dengan baik. Puja-puji mantram serta rasa syukur yang sangat besar dari hamba curahkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan kehidupan yang begitu baik kepada kami.

Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi program S1 (Strata Satu) di Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Selesainya skripsi ini tidak lepas dari bantuan serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya

1. Kedua orang tua penulis, Bapak I Wayan Wajib, S.P. dan Ibu Endang Nitya Meilitawati, S.P. yang selalu memberikan doa restu dan dukungan serta materi kepada penulis selama ini.
2. Kedua orang tua yang menjadi rumah tinggal penulis selama berkuliah, yaitu Eyang Kakung (Alm.) Kolonel (Purn.) Drs. Soenarto yang telah berpulang sebelum penulis menyelesaikan perkuliahan dan Eyang Putri Yelly Ariati, yang keduanya selalu memberikan doa restu, dukungan moral dan batin kepada penulis selama ini.
3. Bapak Dr.Eng. Faisal Mahmuddin, S.T., M.Inf.Tech., M.Eng. IPM selaku Ketua Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, sekaligus sebagai dosen pembimbing I yang telah mengarahkan, membimbing, dan memotivasi penulis sehingga penelitian ini dapat terselesaikan.
4. Ibu Ir. Syerly Klara, MT selaku pembimbing II yang telah mengarahkan, membimbing dan memotivasi penulis sehingga penelitian ini dapat terselesaikan.



5. Bapak Surya Haryanto, S.T., M.T dan Ibu Balqis Shintarahayu, S.T., M.Sc selaku penguji yang telah memberikan saran dan masukan yang dijadikan sebagai bahan perbaikan dalam proses penyelesaian skripsi ini.
6. Bapak Baharuddin, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan saran, masukan, dan motivasi selama masa perkuliahan.
7. Seluruh bapak/ibu dosen, pegawai dan staf Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat dan membantu perihal administratif penulis.
8. Seluruh rekan-rekan mahasiswa Teknik Sistem Perkapalan Angkatan 2019 banyak membantu penulis selama masa perkuliahan.
9. Seluruh senior dan junior serta rekan dari dan di luar Teknik Sistem Perkapalan yang telah membantu dan memberi motivasi serta memberi semangat kepada penulis.
10. Seluruh pihak-pihak yang terlibat selama pengerjaan skripsi yang tidak sempat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa dalam penyelesaian skripsi ini hasil yang didapatkan masih terdapat kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Dikarenakan keterbatasan ilmu dan kemampuan dari penulis. Oleh sebab itu, penulis berharap adanya saran dan masukan yang membangun pada hasil skripsi ini. Penulis berharap bahwa skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis secara khusus, dan kepada pembaca. Terima kasih.

Gowa, 2024

Penulis



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Konsumsi air tawar merupakan suatu kebutuhan pokok yang dapat menimbulkan masalah jika tidak terpenuhi. Wilayah yang menjadi tempat tinggal masyarakat merupakan salah satu faktor terhambatnya pemenuhan akan kebutuhan air tawar. Air tawar yang didapatkan oleh masyarakat di perkotaan pada umumnya diperoleh dari perusahaan air minum, agen air minum, air isi ulang serta air kemasan yang tersebar di dalam kota. Masyarakat yang tinggal pada daerah pesisir atau dekat dari sungai memiliki kesulitan tersendiri untuk mendapatkan air tawar. Air yang didapatkan oleh masyarakat pesisir umumnya merupakan hasil galian yang biasanya masih terdapat konsentrasi garam terlarut yang tinggi. Hal tersebut diperparah dengan pengaruh dari musim kemarau yang dapat membatasi jumlah air yang mereka dapatkan (Ali et al., 2019).

Kebutuhan akan air tawar yang dihadapi oleh masyarakat pesisir tersebut hendaknya dapat teratasi oleh teknologi yang berkembang saat ini. Salah satu upaya untuk dapat memenuhi kebutuhan air tawar tersebut ialah memanfaatkan air laut atau air yang mengandung garam terlarut tinggi dan mengubahnya menjadi air tawar sehingga dapat digunakan untuk keperluan sehari-hari seperti mandi dan mencuci hingga dapat diminum. Proses untuk mengubah air laut menjadi air tawar dikenal sebagai desalinasi (Ihsan et al., 2021).

Beberapa cara untuk mengubah air laut menjadi air tawar antara lain dengan penyulingan air laut atau menggunakan sistem osmosis terbalik (reverse osmosis). Pada proses penyulingan atau destilasi, air laut akan dipanaskan untuk membentuk uap air. Uap air tersebut akan dikondensasi untuk memperoleh air tawar. Konsep tersebut serupa dengan siklus hidrologi yang mana air laut diuapkan dengan cara dipanaskan kemudian uap air tersebut diembunkan lalu ditampung ke wadah yang selanjutnya didapatkan air tawar. Panas yang digunakan dapat bersumber dari gas, listrik, tenaga surya (matahari) (Jasman & Jusran, 2019).

payau memiliki salinitas atau kadar garam terkandung sebesar 0.5 – 17 ti et al., 2006). Kualitas air tanah dangkal pada musim kemarau panjang



lebih rendah daripada biasanya karena intrusi dari air laut yang menyebabkan air payau tersebut terasa lebih asin karena meningkatnya kadar garam (Widayat, 2005). Kondisi tersebut yang sangat memerlukan adanya alat untuk mengolah air payau yang kemudian dapat diubah menjadi air yang lebih layak untuk digunakan dengan harapan air yang dihasilkan memiliki kadar garam yang lebih rendah.

Teknologi *reverse osmosis* telah banyak digunakan di daerah perkotaan baik keperluan rumah tangga maupun keperluan komersil. Pada keperluan rumah tangga atau komersil, teknologi tersebut digunakan untuk memurnikan air yang sudah didapatkan; misalnya dari perusahaan air minum atau air galian sumur; agar lebih layak dikonsumsi. Teknologi tersebut juga dapat diaplikasikan di daerah pesisir untuk mengubah air laut menjadi air tawar. *Reverse osmosis* atau osmosis terbalik bekerja dengan memanfaatkan tekanan osmosis, yang kemudian digunakan untuk membalikkan aliran sehingga menghasilkan air tawar (Ragetisvara & Titah, 2021).

Pengolahan air laut ataupun air payau menjadi air tawar atau pengurangan kadar garam dari air tersebut diistilahkan dengan desalinasi (Astuti et al., 2006). Widayat (2005) menggunakan teknologi yang sama yaitu membran osmosis terbalik untuk mengolah air payau. Hasil dari penelitian tersebut adalah air yang sudah sesuai dengan standar dari air bersih menurut permenkper. Hasil dari penelitian Dahlan (2013) menunjukkan bahwa karbon aktif arang bambu dapat menurunkan kadar garam hingga 81,55%. Metode filtrasi tersebut secara nilai ekonomis merupakan metode yang efisien.

Menurut Herlambang (2016) pada penelitian yang dilakukan di Pulau Pandangan, Kabupaten Pangkajene, Sulawesi Selatan mendapatkan kualitas air olahan yang baik dan siap minum. Air olahan tersebut merupakan hasil dari pemrosesan air laut yang kemudian melalui filter berupa pasir silika, mangan, serta penukar ion yang selanjutnya masuk ke dalam sistem osmosis balik. Kualitas air siap minum tersebut dibuktikan dengan TDS awal pada air laut mencapai 33.000 ppm dan dapat diturunkan hingga 300 ppm. Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Setiadi & Kristyawan (2015) yang menggunakan air gambut asin dapat diolah

air siap minum dengan menggunakan proses filtrasi dan proses RO. 1 dilakukan dengan filtrasi menggunakan media pasir silika, manganese, on aktif kemudian melewati proses osmosis terbalik. Penelitian tersebut



menghasilkan air olahan yang baik dilihat dari warna, kekeruhan, dan TDS yang menurun; dari 12.930 ppm menjadi 77 ppm; pada air olahan yang telah memenuhi syarat baku mutu air minum kemasan. Penelitian serupa juga dilakukan oleh Indriatmoko et al. (2020) dengan menggunakan makrofiltrasi berupa karbon aktif, manganese zeolit, dan pasir silika; mikrofiltrasi berupa saringan 0,1 hingga 0,01 micron; dan pengolahan filtrasi menggunakan membran RO. Hasil yang didapatkan dari penelitiannya adalah berkurangnya kadar kekeruhan koloid, menurunkan kadar TDS, serta air olahan dapat menjadi air siap minum.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, dilakukan penelitian mengenai kemampuan dari alat osmosis terbalik dengan menggunakan beberapa variasi pra-filter (*pre-filter*) untuk mengubah air laut dan menghasilkan air tawar.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka rumusan masalah yang dikemukakan pada studi ini antara lain:

1. Bagaimana perbandingan performa prototipe pada setiap variasi *pre-filter* dalam menghasilkan air ditinjau dari TDS, salinitas dan pH?
2. Berapa jumlah *pre-filter* yang digunakan untuk menghasilkan air dengan baik ditinjau dari TDS, salinitas dan pH?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Membandingkan air ditinjau dari TDS, salinitas dan pH, yang dihasilkan oleh prototipe pada masing-masing variasi *pre-filter* yang digunakan.
2. Mengetahui jumlah pra-filter yang dapat menghasilkan air dengan baik ditinjau dari TDS, salinitas dan pH.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

- memanfaatkan air laut yang diubah menjadi air tawar dengan prototipe RO
- mengetahui fungsi dari komponen prototipe SWRO



3. Mengetahui cara kerja dari alat prototipe SWRO
4. Mengetahui kualitas air yang dapat dihasilkan oleh prototipe SWRO

1.5 Ruang Lingkup

Ruang lingkup yang menjadi batasan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Pra-filter yang digunakan ada beberapa, yaitu pasir silika, pasir karbon, *manganese*, *granular activated carbon* (GAC); *Chlorine*, *Taste*, and *Odor* (CTO); dan filter sedimen (*sediment filter*).
2. Pompa pendorong (*booster pump*) yang digunakan memiliki tekanan yang tetap (konstan).
3. Air umpan bukan air limbah.
4. Air baku tidak tercemar oleh limbah industri atau limbah B3.
5. Waktu untuk pengambilan data tidak diperhitungkan.
6. Pengukuran nilai TDS, salinitas, dan pH pada air dilakukan setelah air melewati seluruh rangkaian prototipe.



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air Laut & Salinitas

Air laut memiliki warna bening, memiliki kadar garam terkandung yang tinggi, dan umunya dinyatakan dengan persentase salinitas. Secara alami, air laut memiliki kadar garam sebesar 35%. Salinitas air laut tergantung dari adanya perbedaan antara evaporasi dan presipitasi, panjang dari aliran *runoff*, pembekuan, dan es yang mencair. Salinitas yang tinggi dapat ditemukan di perairan yang memiliki intensitas curah hujan yang rendah. Sebaliknya, perairan yang memiliki intensitas curah hujan yang rendah memiliki salinitas yang tinggi (Jasman & Jusran, 2019).

Sumber air yang tidak terbatas secara kuantitas adalah air laut. Namun, air laut memiliki kualitas yang buruk karena salinitas dan TDS (*Total Dissolved Solid*) sangat tinggi. Air laut sendiri mengandung zat terlarut seperti garam dengan rata-rata jumlah 3 sampai 4,5%. Upaya pemenuhan kebutuhan air tawar dengan memanfaatkan air laut harus disesuaikan dengan kondisi air baku, biaya yang tersedia, kapasitas dan kualitas yang diinginkan (Said, 2003).

Klasifikasi dari berbagai jenis air sendiri berdasar pada fungsi penggunaan air tersebut. Jenis yang pertama sendiri merupakan jenis air untuk minum, keperluan rumah tangga, dan beberapa keperluan industri. Kategori air ini memiliki kadar salinitas dari rentang 5 hingga 1000ppm. Air minum terbatas pada salinitas di bawah 150ppm sedangkan untuk keperluan rumah tangga pada 1000ppm. Kategori air lainnya memiliki kadar salinitas dari 1000-3000ppm. Tipe air tersebut digunakan pada keperluan irigasi serta pendingin untuk produk industri. Contoh dari jenis air tersebut adalah air payau atau air laut (El-Dessouky & Ettouney, 2002).

2.2 Karakteristik Air



aturan Menteri Kesehatan (Permenkes) Nomor 2 Tahun 2023 menyatakan parameter yang menjadi acuan standar baku mutu kesehatan lingkungan minum. Acuan parameter mengenai air untuk keperluan higiene dan

sanitasi juga terkandung di dalam Permenkes tersebut. Berikut adalah tabel dari parameter acuan air minum dan air untuk keperluan higiene dan sanitasi menurut Permenkes.

Tabel 1 Parameter air minum

No.	Jenis Parameter	Kadar maksimum yang diperbolehkan	Satuan	Metode Pengujian
<i>Total</i>				
1	<i>Dissolved Solid</i>	<300	Mg/L	SNI/APHA
2	pH	6,5-8,5	-	SNI/APHA
3	Warna	10	TCU	SNI/APHA
4	Bau	Tidak berbau	-	APHA

Sumber: Permenkes 2023

Tabel 2 Parameter air untuk keperluan higiene dan sanitasi

No.	Jenis Parameter	Kadar maksimum yang diperbolehkan	Satuan	Metode Pengujian
<i>Total</i>				
1	<i>Dissolved Solid</i>	<300	Mg/L	SNI/APHA
2	pH	6,5-8,5	-	SNI/APHA
3	Warna	10	TCU	SNI/APHA
4	Kekeruhan	<3	NTU	SNI atau yang setara

Sumber: Permenkes 2023

Beberapa karakteristik dari air adalah sebagai berikut,

a. Warna

Warna air sebenarnya terdiri dari warna asli dan warna tampak. Warna asli atau *true color* adalah warna yang disebabkan oleh substansi terlarut. Intensitas warna ini dapat diukur dengan satuan unit standar yang dihasilkan oleh dua mg/l platina. Standar yang ditetapkan di Indonesia besarnya maksimal lima unit.

b. Kekeruhan

Kekeruhan di dalam air disebabkan oleh adanya zat tersuspensi, seperti lumpur, zat organik, plankton dan zat-zat halus lainnya. Kekeruhan merupakan sifat optis dari suatu larutan, yaitu hamburan dan absorpsi cahaya yang melaluinya.

in dengan kadar semua jenis zat suspensi tidak dapat dihubungkan secara , karena tergantung juga kepada ukuran dan bentuk butiran.



c. Total Padatan Terlarut (*Total Dissolved Solid*)

Total padatan terlarut merupakan ukuran jumlah total zat anorganik dan organik terlarut dalam air. TDS (*Total Dissolved Solid*) adalah jumlah padatan terlarut yang terdapat dalam air. Padatan terlarut diakibatkan oleh bahan pelarut dari air yang padat, cairan, dan gas.

Nilai TDS dari air tawar biasanya rendah dengan nilai kurang dari 500ppm. Air laut serta payau (campuran antara air laut dengan tawar) biasanya memiliki kadar TDS 500-30,000ppm hingga 40,000ppm. Perbedaan tersebut terjadi karena beberapa faktor antara lain faktor geologi, kedalaman, aktivitas manusia, dan lainnya yang dapat memengaruhi kandungan mineral dari air tersebut. Air yang baik digunakan untuk keperluan rumah tangga adalah angka total solid di dalam air minum adalah 500-1500 mg/L (Moran, 2018).

d. Salinitas

Pada umumnya salinitas disebabkan oleh 7 ion utama yaitu: *natrium* (Na^+), *kalium* (K^+), *kalsium* (Ca^{2+}), *magnesium* (Mg^{2+}), *klorida* (Cl^-), *sulfat* (SO_4^{2-}) dan *bikarbonat* (HCO_3^-). Salinitas dinyatakan dalam satuan gram/kg atau promil (‰). Air di kategorikan sebagai air payau bila konsentrasi garamnya 0,05 sampai 3% atau menjadi *saline* bila konsentrasinya 3 sampai 5%. Lebih dari 5% disebut *brine*.

e. Kandungan Besi (Fe)

Besi adalah metal berwarna putih keperakan, liat dan dapat dibentuk. Di alam didapat sebagai hematit. Di dalam air minum Fe menimbulkan rasa, warna (kuning), pengendapan pada dinding pipa, pertumbuhan bakteri besi dan kekeruhan. Besi dibutuhkan oleh tubuh dalam pembentukan hemoglobin. Di dalam standar kualitas ditetapkan kandungan besi di dalam air sebanyak 0,1 - 1,0 mg/l.

d. Kandungan Mangan (Mn)

Mangan mempunyai warna putih kelabu dan menyerupai besi. Mangan adalah logam keras dan sangat rapuh, bisa dileburkan dan disatukan walaupun sulit, tetapi sangat mudah untuk mengoksid mangan. Logam mangan dan ion-ion biasanya mempunyai daya magnet yang kuat. Tubuh manusia membutuhkan rata-rata 10 mg/l sehari yang dapat dipenuhi dari makanan. Standar kualitas kandungan mangan di dalam air 0,05-05 mg/l.



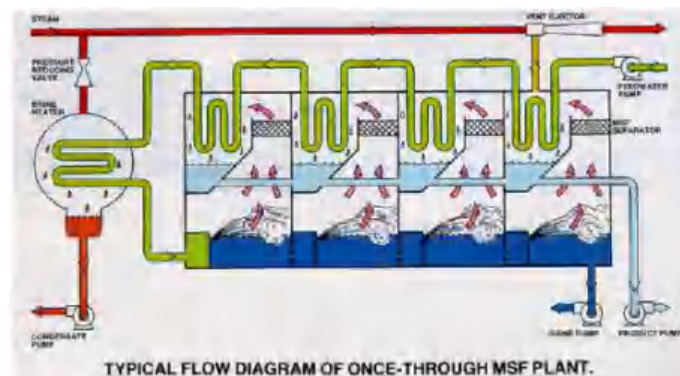
2.3 Desalinasi

Desalinasi adalah proses menghilangkan atau mengurangi kadar garam atau kontaminan mineral lainnya yang terkandung dalam air laut, air payau, atau air buangan dan dapat menjadi solusi untuk menghasilkan air bersih untuk konsumsi serta untuk keperluan rumah tangga atau industri. Teknologi desalinasi diklasifikasikan menjadi proses dengan menggunakan thermal dan proses menggunakan membran (Asadollahi et al., 2017).

2.3.1 Jenis Desalinasi

Jenis desalinasi dibedakan menjadi desalinasi thermal dan desalinasi membran. Desalinasi thermal merupakan teknik pemisahan kadar garam dari air dengan menggunakan evaporasi dan kondensasi, terdiri dari *multistage flash* (MSF), *multiple effect distillation* (MED), dan *vapor compression* (VC). Pada desalinasi membran, air akan terpecah ketika melewati membran dan mengakibatkan garam yang terkandung dapat berpisah dari air (Asadollahi et al., 2017).

a. Multi Stage Flash (MSF)



Gambar 1 Diagram unit MSF

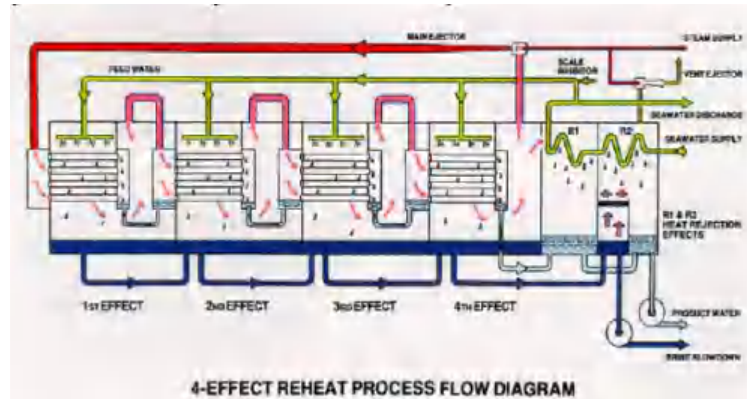
Sumber: Said, 2003

Proses dari MSF adalah air laut disalurkan ke dalam *vessel* yang dinamakan *brine heater* untuk dipanaskan dengan cara menyemprotkan uap panas yang keluar dari turbin pada pembangkit listrik. Air laut yang telah dipanaskan dialirkan ke turbin untuk mendapatkan tekanan yang lebih rendah dari tempat sebelumnya. Ketika tekanan yang terjadi secara mendadak/tiba-tiba tersebut dapat mengakibatkan terjadinya uap air dan proses tersebut berlangsung hingga tidak



menghasilkan uap air lagi. Air yang telah terkondensasi adalah destilat atau air produk (Said, 2003).

b. *Multiple Effect Distillation (MED)*

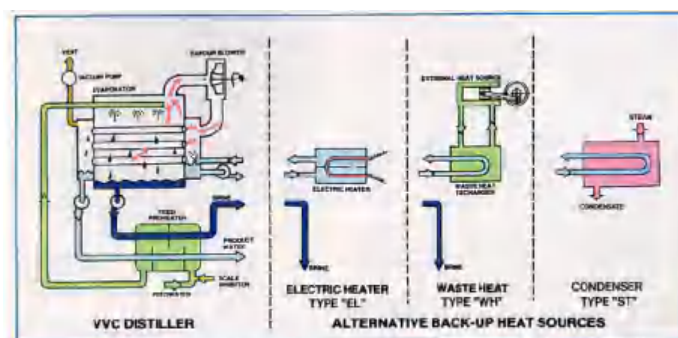


Gambar 2 Diagram MED

Sumber: Said, 2003

Prinsip dari evaporasi dan kondensasi digunakan pada teknologi desalinasi jenis MED. Cara kerjanya adalah menyemprotkan air laut pada permukaan evaporator yang berbentuk tabung dan dilapisi film tipis yang bertujuan mempercepat air laut untuk mendidih dan menguap. Proses penguapan pertama terjadi dengan menggunakan uap panas buangan dari pembangkit listrik/boiler yang keluar dari turbin. Uap tersebut memberikan panas untuk proses desalinasi dan sekaligus terkondensasi menjadi air yang kemudian dikembalikan lagi ke boiler pada pembangkit listrik. Uap yang dihasilkan pada proses terakhir dikondensasikan pada *heat exchanger* yang terpisah.

c. *Vapor Compression (VC)*



Gambar 3 Diagram VC

Sumber: Said, 2003



Vapor Compression (VC) adalah desalinasi yang menggunakan kompresor untuk membangkitkan panas sehingga ruang akan terkompresi dan air yang masuk

akan menguap karena kondisi panas tersebut kemudian melewati *heat exchanger* sehingga terjadi kondensasi.

d. Desalinasi Membran

Pemisahan zat terlarut yang memiliki berat molekul rendah seperti garam anorganik atau molekul kecil dapat dilakukan oleh membran semi permeabel. Pada proses desalinasi air menggunakan membran, prinsip kerjanya adalah memberi tekanan hidrostatik yang melebihi tekanan osmotik larutan sehingga pelarut; dalam hal ini air; dapat berpindah dari larutan yang memiliki konsentrasi zat terlarut tinggi ke larutan yang memiliki konsentrasi zat terlarut rendah. Prinsip tersebut memungkinkan memisahkan air dari komponen yang tidak diinginkan sehingga memungkinkan didapatkannya air dengan kemurnian yang tinggi (Hidayah et al., 2015).



Gambar 4 Unit RO

Sumber: Mousavi & Iqbal, 2021

Kelebihan dari RO adalah konsumsi energi panas sangat kecil karena menggunakan membran serta pengoperasian yang sederhana. Kekurangan dari RO antara lain, membutuhkan *pre-treatment* air laut yang ketat untuk melindungi membran, kadar TDS yang dihasilkan masih sangat besar, ketahanan membran tergantung kualitas air umpan, dan kebutuhan listrik lebih besar untuk menggerakkan pompa.



2.4 Osmosis Terbalik (*Reverse Osmosis*)

Osmosis terbalik (*Reverse Osmosis*) merupakan salah satu teknologi pengolahan air payau atau air laut menjadi air yang dapat digunakan (air bersih). *Reverse osmosis* (RO) memiliki pengaplikasian yang luas seperti pemurnian air, desalinasi air payau serta desalinasi air laut yang kemudian menghasilkan air tawar (air bersih). Besaran konsentrat garam dalam air payau dan air laut berbeda. Air payau memiliki konsentrasi kisaran 1000 – 5000 ppm dan untuk konsentrasi air laut dapat mencapai 35000 ppm (Irfan et al., 2017).

Tekanan osmosis adalah aliran/difusi air tawar ke dalam air asin yang disebabkan adanya daya penggerak (*driving force*) melalui membran semi-permeable. Besaran dari tekanan osmosis tersebut disebabkan oleh berbagai hal seperti karakteristik membran, temperatur air, dan konsentrasi garam terlarut dalam air. Normalnya, tekanan osmosis dari air laut yang mengandung TDS 35000 ppm dan pada suhu 25°C adalah 26,7 kg/cm², dan untuk air laut di daerah timur tengah atau laut Merah yang mengandung TDS 42000 ppm, dan suhu 300°C, tekanan osmotik adalah 32,7 kg /m² (Said, 2003).

2.4.1 Air Umpan

Menurut El-Dessouky & Ettouney (2002), air umpan dapat mengandung beberapa konsentrasi dari padatan terlarut. Suspensi padat dapat terdiri dari beberapa hal, seperti:

- Partikel anorganik
- Koloid
- Materi biologis seperti mikroorganisme dan alga.

Sisi lainnya, padatan terlarut tersebut dapat saja mengandung kadar garam yang tinggi, seperti klorida, karbonat, sulfat, dan silica. Pengurangan pada air umpan ketika proses RO dilangsungkan dapat menyebabkan kenaikan dari konsentrasi dari partikel yang tertahan serta ion yang larut. Penumpukan dari partikel yang tertahan dari kadar garam yang tinggi dapat menyebabkan antara lain:

ran yang tertutup dapat menyebabkan rendahnya tekanan di saluran umpan la modul membran. Hal ini menyebabkan meningkatnya kebutuhan anan dari pompa, yang sudah tidak sama seperti keperluan awalnya.



- Mengurangi laju *permeate* pada membran dan meningkatnya kadar garam yang terlewat dalam membran.

Banyaknya serta laju pengotoran (pemampatan) dipengaruhi dengan kuat oleh tipe, properti, dan konsentrasi kotoran pada air umpan. Pengaruh dari pengotoran tersebut sangat berpengaruh pada karakteristik kimia dari air umpan seperti pH, kekuatan ion, konsentrasi divalen ion. Hal tersebut diakibatkan karakter kimia dari air umpan dapat secara signifikan memengaruhi properti *physicochemical* (permukaan, bentuk, dan pembentukan) dari pengotor serta interaksi dari pengotor ke permukaan membran. Interaksi dari air umpan tersebut dapat mengubah morfologi dan *hydrophobicity* dari membran, pengaruh Van der Waals antara larutan solute serta mempercepat pertumbuhan dari mikroorganisme. Peningkatan konsentrasi pengotor menyebabkan peningkatan laju penyumbatan pada membran. Peningkatan konsentrasi kotoran juga dapat meningkatkan frekuensi dari tubrukan pengotor terhadap membran (Asadollahi et al., 2017).

Bergantung pada kualitas dari air umpan, proses *pre-treatment* dapat terdiri dari beberapa hal sebagai berikut:

- Pengurangan partikel besar menggunakan saringan kuarsa.
- Disinfektan air menggunakan klorin.
- Media filtrasi.
- Penurunan kadar alkalinitas dengan penyesuaian pH. Penyebab dari nilai pH yang turun adalah adanya pengurangan berbagai macam mineral, ion, dan kotoran dari air, termasuk pengurangan ion bikarbonat (HCO_3^-) yang berkontribusi terhadap alkalinitas. Akibatnya, *permeate* yang dihasilkan cenderung asam (Maulani & Yulianto, 2021).
- Penambahan penghambat kerak.

Substansi asam yang menyebabkan nilai pH rendah dan bereaksi dengan air umpan (yang memiliki nilai pH tinggi) yang kemudian membentuk garam cenderung memiliki pH netral. Hal tersebut dapat menjadi rumit ketika larutan (air *permeate*) yang dihasilkan cenderung asam. Oleh karenanya, untuk mengatasi hal



biasa dilakukan penambahan mineral asam kuat dan basa kuat untuk menstabilisir kemungkinan variabel yang lain. Reaksi tersebut dapat menghasilkan netral atau garam yang bersifat asam (Moran, 2018)

2.4.2 Pre-Treatment

Pada umumnya, kualitas air umpan yang tinggi dan konstan merupakan faktor utama dari desalinasi menggunakan RO. Tujuan utama dari *pre-treatment* pada air umpan adalah meminimalisir tersumbatnya membran dengan menahan kotoran dari beberapa karakteristik air umpan (Asadollahi et al., 2017).

Filtrasi atau penyaringan adalah metode yang bertujuan memisahkan partikel zat padat dari fluida dengan melewati fluida melalui suatu medium penyaring yang menyebabkan zat padat dari fluida tersebut tertahan (Ilmal Yaqin et al., 2020). Beberapa bahan yang digunakan sebagai filter yaitu pasir silika, karbon aktif, pasir manganese, filter sedimen, filter *granular active carbon* (GAC), dan filter *chlorine, taste, and odor* (CTO).

Pasir silika atau pasir kuarsa mengandung sekitar 99.7% silikon dioksida (SiO_2). Pasir silika sangat efektif untuk menjadi media penjernihan karena dapat mengendapkan dan menahan kotoran dari air. Pasir silika tersebut diharapkan dapat membuang kandungan tanah/lumpur pada air payau (Hermawan et al., 2023).

Karbon aktif adalah salah satu material berbentuk butiran atau serbuk yang terbuat dari granular yang diperoleh dari beberapa bahan seperti batubara, arang batok kelapa atau material-material lainnya yang dibakar dengan suhu tinggi. Proses dari pemanasan menggunakan suhu tinggi tersebut menggunakan ruangan yang tertutup agar tidak terjadi oksidasi. Karbon aktif sendiri berfungsi sebagai penghilang polutan yang berukuran mikro seperti zat organik bau, dan warna serta menghilangkan kandungan logam Besi (Fe) dan Mangan (Mn) (Ilmal Yaqin et al., 2020).

Filter mangan memiliki fungsi menyerap zat besi atau mangan yang terkandung dalam air. Media filter ini memiliki diameter sekitar 0,3 - 0,5 mm. Penggunaan dari media ini memungkinkan kadar besi dan mangan, serta beberapa logam-logam lain yang masih terlarut dalam air dapat dikurangi sampai $< 0,1 \text{ mg/l}$ (Said, 2003).

Filter GAC yang digunakan sebagai *pre-treatment* pada SWRO seringkali digunakan sebagai pelengkap dari proses *pre-treatment* konvensional pada beberapa ganda atau sebagai *pre-treatment* di mikrofiltrasi (Monnot et al., 2016). Karbon aktif (GAC) dapat membantu dalam penyerapan TDS dalam air dengan mengikat ion Cl^- sehingga berperan dalam penurunan kadar garam



(Hamidah & Rahmayanti, 2018). Adanya filter GAC dan CTO juga sangat membantu sistem untuk menghilangkan zat kimiawi secara efektif (Mousavi & Iqbal, 2021).

2.4.3 Membran RO

Keuntungan menggunakan membran untuk keperluan proses industri sangatlah signifikan. Hal tersebut membuat teknologi membran populer dalam lingkup luas dari proses pengolahan air. Efisiensi penghilangan garam dengan *reverse osmosis* pada membran mencapai 99,5 % (Widayat, 2005).

Teknologi membran ini bersifat modular sehingga mudah untuk ditingkatkan, mudah dalam pengoperasian, konsumsi energi yang relatif rendah, tidak menggunakan aditif kimia tambahan dan lainnya (Asadollahi et al., 2017).

Pemisahan pada membran terjadi akibat adanya gradien lintas membran. Kelompok membran ini terbagi menjadi dua yaitu dengan daya pendorong dan tanpa daya pendorong. Membran dengan tanpa daya pendorong, yang menjadi daya sebagai dorongan adalah konsentrasi dari gradien (seperti pemisahan gas dan pervaporasi), gradien suhu (distilasi membran), dan gradien potensial elektrik (*electrodialysis*). Desalinasi berbasis membran yang menggunakan daya pendorong adalah *reverse osmosis*, *nanofiltration*, *ultrafiltration*, dan *microfiltration* (Asadollahi et al., 2017).

Menurut El-Dessouky & Ettouney (2002), perbedaan dari proses tersebut antara lain

- *Microfiltration* bekerja pada partikel berukuran $0.15\mu\text{m}$.
- *Ultrafiltration* bekerja pada partikel berukuran $0.15\mu\text{m}$ hingga $5 \times 10^{-2} \mu\text{m}$.
- *Nanofiltration* bekerja pada partikel berukuran $5 \times 10^{-2} \mu\text{m}$ hingga $5 \times 10^{-3} \mu\text{m}$.
- *Reverse osmosis* bekerja pada partikel berukuran $5 \times 10^{-3} \mu\text{m}$ hingga $5 \times 10^{-4} \mu\text{m}$.

Terdapat perbedaan yang tampak pada proses mekanisme filtrasi dan proses osmosis terbalik. Pada filtrasi, pemisahan dilakukan dengan mekanisme *sieving*, ketika membran melewatkan partikel yang kecil dan menahan yang besar. Pada osmosis terbalik, membran osmosis hanya memproses pelarut dan menahan yang

Dengan demikian proses filtrasi digunakan untuk memisahkan material n osmosis untuk memisahkan zat terlarut dan pelarut.

at dari membran RO antara lain:



- Membran terbuat dari lapisan film tipis dari beberapa material polimeric
- Membran komersil memiliki sifat permeabilitas air yang tinggi, yang berarti tingkat lewatnya air lebih tinggi dibanding dengan tingkat lewatnya ion terlarut.
- Membran harus dalam kondisi yang stabil jika dilewati oleh air dengan pH dan suhu yang rentangnya luas
- Umur dari membran komersil bervariasi antara 3 hingga 5 tahun. Rata-rata pergantian membran meningkat antara 5-15% tergantung pada kualitas air umpan, kondisi *pre-treatment* dan kestabilan dari pengoperasian alat.

2.5 Analisa Perhitungan

Analisis data dilakukan dengan membandingkan tiga kadar yang terkandung dalam air yaitu, TDS (*total dissolve solid*) dan salinitas (kadar garam) sebelum dan sesudah melewati 5 (lima) variasi *pre-filter* prototipe SWRO. Kadar terkandung TDS dan salinitas diukur menggunakan persentase rejeksi. Rejeksi adalah ukuran dari kemampuan membran dalam menahan atau melewatkan zat terlarut (Cheryan, 1998). Menurut Mulder (1996), nilai persentase rejeksi dapat diperoleh dari persamaan berikut:

$$R(\%) = \left(1 - \frac{C_p}{C_f}\right) \times 100\% \quad (1)$$

dimana:

R = Persentase rejeksi (%)

C_p = Konsentrasi zat terlarut permeat (pada air setelah melewati prototipe)

C_f = Konsentrasi zat terlarut (pada air sebelum melewati prototipe)

Analisis data selanjutnya adalah mengukur kemampuan prototipe dalam menetralkan pH dari air umpan. Pengukuran kemampuan prototipe dalam menetralkan pH air dapat disebut sebagai efektivitas penetralan pH.

Menurut Majid (2019), efektivitas adalah tingkat pencapaian hasil program dengan target yang ditetapkan. Menurut Mahmudi (2015), efektivitas merupakan

antara *output* dengan tujuan. Besarnya kontribusi *output* terhadap tujuan sebanding dengan efektifnya organisasi, program, atau kegiatan. Hal yang dapat ditarik dari pendapat ahli di atas bahwa efektivitas



merupakan sesuatu hal yang dilakukan sesuai dengan perencanaan yang ada dan kemudian mencapai pada tujuan yang ditetapkan. Tujuan atau target yang ditetapkan adalah air dengan nilai pH 7. Berdasarkan pendapat ahli di atas, maka dirumuskan efektivitas prototipe dalam mengubah pH awal air menjadi netral adalah sebagai berikut,

$$E = \frac{n_t - n_0}{N} \times 100\% \quad (2)$$

Dimana:

n_0 = nilai awal pH air

n_t = nilai pH air hasil

N = nilai pH air netral, yaitu 7

E = efektivitas (%)



BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan dan bertempat di gedung Naval Departemen Teknik Sistem Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

3.2 Jenis Data

a) Data Primer

Data primer dalam penelitian ini diperoleh dari pengukuran TDS, pH, dan salinitas air yang telah melewati prototipe SWRO.

b) Data Sekunder

Data sekunder dalam penelitian ini diperoleh dari buku, jurnal penelitian, informasi internet serta data pendukung penelitian lainnya.

3.3 Perancangan Prototipe SWRO

Prototipe SWRO adalah sebuah alat yang digunakan untuk menghasilkan air tawar dari air laut dengan melewati air laut di membran *semi-permeable* menggunakan tekanan tinggi sehingga menghasilkan air yang memiliki kadar garam yang lebih rendah.

Tahapan perancangan prototipe yang pertama adalah mengumpulkan alat dan bahan yang akan digunakan. Selanjutnya mendesain prototipe menggunakan perangkat lunak komputer Sketchup. Setelah mendapatkan desain serta alat dan bahan, selanjutnya masuk dalam pembuatan prototipe SWRO.

3.1.1 Alat dan Bahan

Alat dibedakan menjadi dua yaitu alat untuk mengukur karakteristik dari air; TDS, pH dan salinitas; dan alat yang digunakan pada prototipe. Adapun alat untuk mengukur karakteristik dari air adalah sebagai berikut:



Tabel 3 Alat ukur karakteristik air

No	Nama	Fungsi
1	TDS Meter 	TDS meter berfungsi untuk kadar padatan total/total dissolved solid (TDS) dalam air. Spesifikasi TDS meter yang digunakan, yaitu: <i>Measure range</i> : 0-9999ppm <i>Accuracy</i> : $\pm 2\%$
2	pH Meter 	pH Meter berfungsi untuk mengukur kadar keasaman dalam air. Spesifikasi pH meter yang digunakan yaitu: <i>Measure range</i> : 0,00 – 14,00 pH <i>Accuracy</i> : $\pm 0,01$ pH <i>Resolution</i> : 0,01 pH <i>Operating temperature</i> : 0° – 60°C
3	Refraktometer 	Salinometer berfungsi untuk mengukur kadar garam dalam air. <i>Measure range</i> : 0-100% <i>Accuracy</i> : $\pm 0,5\%$ <i>Resolution</i> : 1‰ (0,001)

Adapun alat yang digunakan dalam prototipe ini antara lain:

1. Rumah Pra-filter (*pre-filter housing*)

Rumah pra-filter merupakan tempat dipasangnya pra-filter.



Merk : Nanotec
Tipe : 10"
Diameter : 12 cm
Tinggi : 31 cm



Gambar 5 Rumah filter

2. Tangki Filter

Tangki filter merupakan wadah untuk mengisi media filter, yaitu pasir silika, mangan, dan karbon.

Merk : Nanotec

Tipe : FRP 1054

Diameter : 25 cm

Tinggi : 135 cm

Tekanan : 150 psi

Kapasitas : 0,6 – 1,5 m³/jam

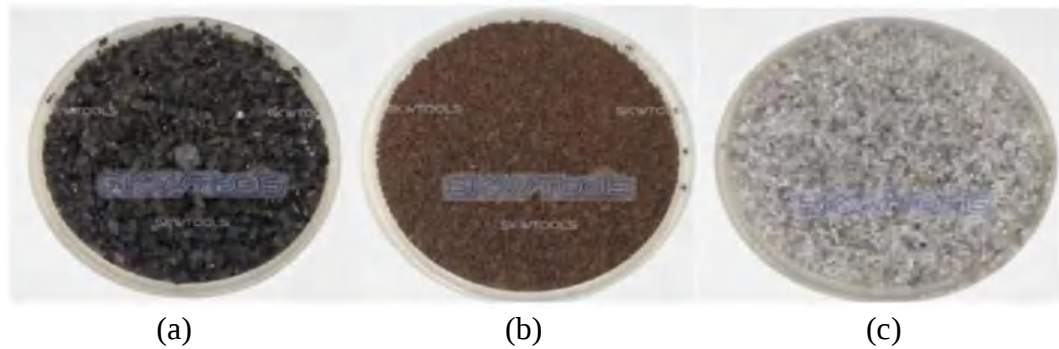


Gambar 6 Tangki filter

3. Media Filter

Jenis media filter yang digunakan merupakan hasil modifikasi yang mengacu pada penelitian Hamidah & Rahmayanti (2018). Media filter terdiri dari mangan 15 kg, pasir silika 20 kg, dan karbon 20 kg.





Gambar 7 Media filter (a) karbon, (b) mangan, dan (c) pasir silika

Sumber: images.google.com

4. Filter Sedimen

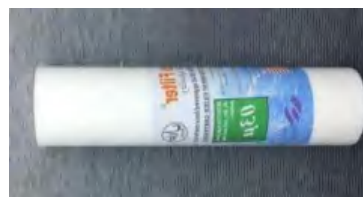
Filter sedimen berfungsi untuk menghilangkan sedimentasi serta partikel agar air umpan dapat diproses ke langkah selanjutnya.

Merk : Nanotec

Tipe : Sedimen cartridge 3 micron

Diameter : 6 cm

Panjang : 10 inch



Gambar 8 Filter sedimen

5. Filter GAC (*Granular Activated Carbon*)

Filter GAC digunakan untuk menghilangkan beberapa zat kimia dari air umpan.

Merk : Nanotec

Tipe : OCB GAC

Diameter : 6 cm

Panjang : 10 inch

Media filter: *Coconut shell*



Gambar 9 Filter GAC



6. Filter CTO (*Chlorine, Taste and Odor*)

Filter CTO digunakan untuk menghilangkan klorin, memperbaiki rasa serta bau dari air umpan.

Merk : *Water wizard*

Tipe : CTO

Diameter : 6 cm

Panjang : 10 inch



Gambar 10 Filter CTO

7. Pompa Pendorong (*booster pump*)

Pompa digunakan untuk mendorong air dengan tekanan sesuai yang dibutuhkan oleh membran untuk melewati membran semipermeabel dan menghasilkan air tawar.

Merek : Micron

Volts : 220-240 VAC

Current : 0,22 AMPS

Open flow: 0,31 GPM

Pressure : 120 psi



Gambar 11 Pompa pendorong

8. Membran RO

Membran digunakan untuk menghasilkan air tawar dengan cara melewatkan air laut melalui lapisan membran dengan tekanan yang cukup.



Merk : Silvertec

Tipe : ULP-2012-100

Diameter : 1,80 inch

Panjang : 11,74 inch

Kapasitas : 100 GPD

Tekanan : 60 psi



Gambar 12 Membran RO

9. Rumah Membran RO (*housing*)

Rumah membran merupakan tempat dipasangnya membran RO.



Gambar 13 Rumah membran

10. Pipa dan Selang

Pipa digunakan untuk mengalirkan air dari tangki filter menuju *pre-filter* serta untuk *pre-filter* ke *booster pump* dan komponen lanjutan menggunakan selang. Diameter pipa 3/4 inch dan diameter selang khusus RO 1/4 inch.



Gambar 14 Pipa dan selang

11. Sambungan dan kran

Sambungan dan kran berfungsi untuk menyambung dari satu alat ke alat lain seperti sambungan lurus untuk menyambung pipa, sambungan 90° untuk menyambung dari rumah membran ke selang dan sambungan lainnya.



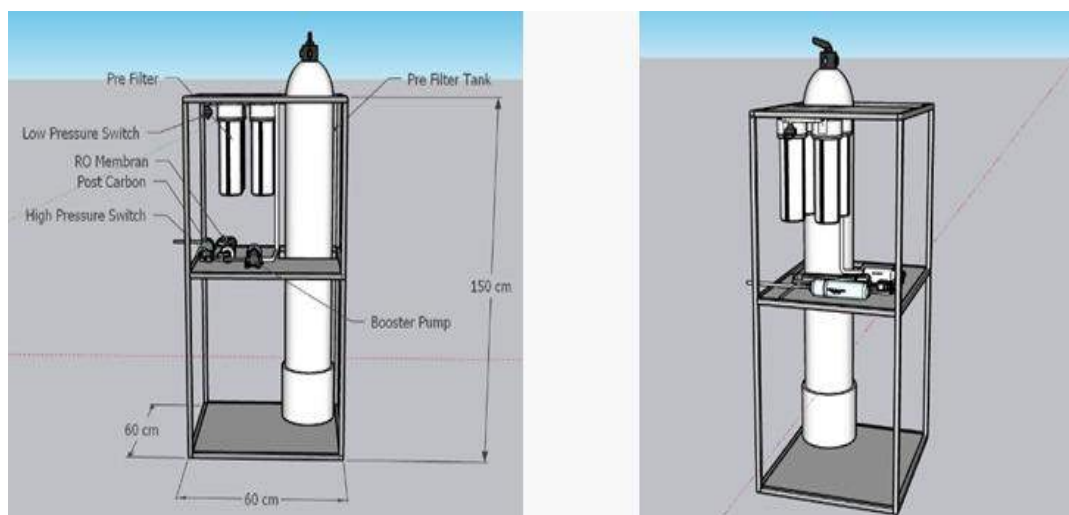


Gambar 15 Sambungan dan kran
Sumber: *images.google.com*

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini sekaligus menjadi objek penelitian adalah air laut.

3.3.2 Desain Prototipe SWRO

Tahapan awal dari perancangan prototipe ini adalah desain prototipe itu sendiri. Desain prototipe SWRO berfungsi untuk mengetahui tata letak alat-alat dan untuk mengetahui kebutuhan alat lainnya seperti panjang selang. Desain alat dilakukan dengan perangkat lunak *SketchUp*.



Gambar 16 Desain Prototipe SWRO

3.3.3 Pembuatan Prototipe SWRO

Langkah awal dari pembuatan prototipe SWRO adalah membuat rumah atau dudukan yang berfungsi untuk menaruh alat-alat yang diperlukan. Rumah dari prototip tersebut berbahan besi dan plat yang kemudian di cat untuk mencegah karat. Setelah rumah prototipe dibuat langkah selanjutnya adalah susun alat-alat pada rumah prototipe sesuai dengan tata letak pada desainnya. Jika semua alat sudah terpasang, langkah terakhir adalah memasang filter dan membran.

