

# Kajian Desalinasi Air Laut Menggunakan Sistem *Reverse Osmosis* sebagai Pemenuhan Kebutuhan Air Tawar Kampung Wisata Apung, Malahing, Kota Bontang dan SDGs Poin 6

Anis Milena Cesari Kutananda dan Harmin Sulistiyaning Titah  
Departemen Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)  
*e-mail*: harmin\_st@its.ac.id

**Abstrak**—*Sustainable Development Goals* merupakan agenda pembangunan berkelanjutan dimana salah satu tujuannya berisikan tentang penyediaan akses air bersih dan sanitasi layak untuk semua. Prinsip SDGs adalah “*Leave No One Behind*” dimana tidak ada satupun orang yang tertinggal keterlibatan maupun manfaat dari diterapkannya tujuan SDGs. Kampung Malahing merupakan salah satu daerah di Indonesia di mana sumber air bersihnya terbatas. Kampung yang berdiri di tengah laut sejauh 3,32 km dari bibir pantai Kota Bontang dan menjadi rumah bagi 50 KK ini masih memenuhi kebutuhan air hariannya dengan membeli air ke daratan atau menampung air hujan. Metode pemenuhan kebutuhan air bersih di kampung ini tidak dapat diandalkan karena sering terjadi kendala seperti kapal rusak, jumlah air terbatas, kurangnya biaya, serta cuaca yang tidak menentu. Salah satu metode penyediaan air bersih bagi Kampung Malahing adalah dengan desalinasi air laut menggunakan teknologi *Reverse Osmosis*. *Reverse Osmosis* merupakan teknologi pengolahan air dengan metode osmosis balik dimana air dilewatkan melalui membran semipermeabel dengan ukuran pori tertentu untuk menyisihkan zat yang tidak diinginkan. Perencanaan pengolahan air dengan teknologi *Reverse Osmosis* dilakukan dengan menghitung kebutuhan air warga Kampung Malahing, menghitung debit, dan merencanakan instalasi sesuai dengan debit air yang dibutuhkan serta sesuai dengan kondisi lokasi studi. Didapatkan debit air yang dibutuhkan adalah sebesar 23,15m<sup>3</sup>/hari dengan panjang pipa intake 5,5 m; diameter pipa 22 mm; debit pompa intake 0,0003m<sup>3</sup>/detik, dan penyimpanan air dengan kapasitas total 32000 liter.

**Kata Kunci**—Air Laut, Desalinasi, Malahing, *Reverse Osmosis*, *Sustainable Development Goals*.

## I. PENDAHULUAN

AGENDA tahun 2030 untuk pembanguan berkelanjutan diadopsi oleh negara-negara anggota Persatuan Bangsa - Bangsa (PBB) pada tahun 2015 yang berisikan tentang berbagai rencana untuk mewujudkan kedamaian dan kemakmuran untuk manusia dan bumi, sekarang dan di masa depan. Inti dari agenda ini adalah 17 poin *Sustainable Development Goals* (SDGs) yang merupakan panggilan mendesak untuk seluruh negara di dunia yang sudah maju maupun masih berkembang untuk bekerja sama [1]. Salah satu dari 17 tujuan tersebut adalah penyediaan air bersih dan sanitasi yang berkelanjutan untuk semua orang [1].

Indonesia merupakan sebuah negara yang dijuluki sebagai negara maritim karena sebagian besar wilayahnya adalah perairan [2]. Telah disepakati pada Rapat Tindak Lanjut Koordinasi Data Pulau yang dipimpin oleh Badan Informasi Geospasial (BIG) bahwa jumlah pulau-pulau di Indonesia

menjadi 17.000 [3].

Besarnya luas wilayah laut dibandingkan daratan serta jumlah pulau yang berada di Indonesia mengindikasikan terdapat beberapa daerah yang berlokasi di pinggir laut maupun pemukiman yang terletak di tengah laut atau tidak terhubung langsung (lepas pantai) dengan ke 5 pulau besar di Indonesia yaitu pulau Papua, Kalimantan, Sumatera, Sulawesi, dan Jawa. Salah satu daerah lepas pantai yang berada di Indonesia adalah Kampung Ekowisata Apung, Malahing, Kota Bontang, Kalimantan Timur. Kampung ini terletak sejauh 3,32 km dari garis pantai Kota Bontang. Kampung ini tidak memiliki daratan atau tanah yang berada di atas permukaan air. Pada tahun 2018, Kampung Malahing dijadikan sebagai kampung binaan program *Better Living in Malahing* dan menjadi salah satu tujuan wisata laut di Kota Bontang. Program *Better Living in Malahing* menasar pada perbaikan lingkungan dan kesehatan masyarakat dengan menyediakan sejumlah fasilitas seperti kawasan hijau, toilet komunal, hingga meningkatkan kesadaran terhadap pentingnya menjaga kesehatan lingkungan.

Meskipun telah hampir tiga tahun menjadi kampung wisata di Kota Bontang, warga Kampung Malahing masih memenuhi kebutuhan air untuk kehidupan sehari-hari kepada sumber air di daratan. Masyarakat biasa menggunakan jerigen-jerigen plastik yang dibawa ke daratan untuk diisi air bersih yang kemudian dibawa ke Kampung Malahing menggunakan ketinting atau sampan. Hal ini tentu saja menguras banyak energi dan biaya serta dapat mendatangkan resiko apabila pengangkutan air tidak dilakukan dengan hati-hati. Kondisi cuaca yang tidak menentu juga dapat mengakibatkan tidak tersedianya air bersih karena akses transportasi yang tidak dapat dilalui. Oleh karena itu dibutuhkan sumber air bersih lain yang lebih mudah untuk diakses masyarakat terutama pada saat genting sehingga dapat memenuhi target poin no 6 SDGs serta pemenuhan prinsip “*Leave No One Behind*” dimana masyarakat kecil yang tinggal di lokasi yang jauh dari pusat pemerintahan tidak tertinggal dari program pembangunan berkelanjutan. Kampung Ekowisata yang dihuni oleh kurang lebih 50 kepala keluarga (KK) dengan total 226 orang warga ini tentu saja mempunyai hak terhadap akses air bersih. Penyediaan akses air bersih memerlukan kerjasama pemerintah setempat serta warga sekitar untuk mewujudkan ketersediaan air bersih demi mencapai pembangunan berkelanjutan.

Air laut menjadi salah satu pertimbangan sumber air yang tidak terbatas di masa kini yang kekurangan sumber air [4].

Namun, air laut tidak dapat dikonsumsi secara langsung karena kandungan salinitasnya yang cukup tinggi serta tidak memenuhi baku mutu air minum. Desalinasi merupakan cara yang banyak digunakan untuk memanfaatkan air laut menjadi air layak konsumsi. Salah satu proses desalinasi yang banyak digunakan adalah *Reverse Osmosis*. *Reverse Osmosis* banyak digunakan karena beberapa kelebihanannya antara lain tidak memakan banyak energi, efektif untuk menghilangkan zat yang tidak diinginkan dari dalam air, serta biaya operasionalnya yang tidak terlalu mahal.

Dalam perencanaan pengolahan air menggunakan sistem *Reverse Osmosis* ini, dipertimbangkan beberapa aspek yang perlu diperhatikan antara lain aspek lingkungan, aspek teknis, dan aspek masyarakat. Aspek lingkungan meliputi penggunaan sumber energi terbarukan yang digunakan. Aspek teknis meliputi kesesuaian sistem dengan lokasi, tata letak instalasi, dan proses produksi. Aspek masyarakat meliputi kebutuhan pokok air masyarakat, ketersediaan dana, dan peran serta masyarakat.

Maka dari itu, perlu dilakukan kajian mengenai desalinasi air laut menggunakan sistem *Reverse Osmosis* bagi kampung wisata lepas pantai. Dengan dilakukannya kajian ini, diharapkan adanya metode yang relevan dan mampu digunakan dalam usaha penyediaan air tawar agar dapat memenuhi kebutuhan air harian warga kampung tersebut. Tujuan dilakukannya kajian ini adalah untuk menganalisa kekurangan serta kelebihan yang perlu diperhatikan dalam pengadaan instalasi *Reverse Osmosis* di Kampung Malahing ditinjau dari aspek masyarakat.

## II. METODE KAJIAN

### A. Lokasi Studi

Kajian ini dilakukan untuk mendapatkan solusi penyediaan air bersih pada daerah lepas pantai yang tidak memiliki sumber air tanah yang mampu dikonsumsi secara langsung. Indonesia memiliki banyak daerah perairan yang dijadikan warga sebagai tempat tinggal di mana sumber air minumnya susah untuk ditemukan hingga tidak ada sama sekali. Salah satu daerah dengan sumber air minum terbatas dan jauh dari daratan adalah Kampung Malahing, Kota Bontang.

Kampung ini berdiri di atas tonggak kayu yang ditancapkan ke dasar laut. Kampung ini merupakan salah satu tujuan wisata laut unggulan Kota Bontang, hal ini menunjukkan pentingnya pemenuhan kebutuhan air untuk menunjang keberlanjutan kehidupan warga kampung ini serta program pariwisatanya. Lokasi Kampung Malahing dapat ditunjukkan seperti pada Gambar 1.

### B. Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan berasal dari data primer berupa survei kondisi lokasi studi dan wawancara, serta data sekunder berupa kualitas air laut di Kampung Malahing. Data ini digunakan untuk menunjang kajian perencanaan instalasi *Reverse Osmosis* yang sesuai dengan kebutuhan serta kondisi aktual di Kampung Malahing, Kota Bontang. Kajian ini dilakukan dengan meninjau berbagai referensi yang telah dikumpulkan hingga mendapatkan solusi yang terbaik sesuai dengan data-data yang digunakan.



Gambar 1. Lokasi Kampung Malahing Menurut Citra Satelit Google Earth.

### C. Tahapan Kajian Pengadaan Instalasi *Reverse Osmosis* Kampung Malahing

Tahapan penyusunan kajian dilakukan dengan melakukan wawancara untuk mengetahui jumlah serta partisipasi warga Kampung Malahing. Kemudian, dari jumlah warga dihitung kebutuhan air harian warga Kampung Malahing untuk menentukan debit dan instalasi yang sesuai. Setelah itu, data partisipasi warga Kampung Malahing digunakan untuk menentukan sumber biaya serta dukungan pengadaan instalasi *Reverse Osmosis* Kampung Malahing.

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Gambaran Umum Lokasi Kajian

Kampung Wisata Apung Malahing Terletak sejauh 3,32 km dari bibir pantai Kelurahan Tanjung Laut, Kota Bontang. Kampung Malahing menjadi pilihan hunian bagi warga yang merantau ke Pulau Kalimantan dari Pulau Sulawesi tepatnya Kota Mamuju pada awal tahun 2000. Kampung ini memiliki kedalaman air laut sekitar 1,5 hingga 2 meter di seluruh pemukiman. Terdapat sekitar 57 Rumah di pemukiman ini dengan fasilitas umum antara lain: fasilitas Pendidikan Anak Usia Dini (PAUD), Sekolah Dasar (SD) hingga kelas 5, Restoran Apung, Pembangkit Listrik Tenaga Surya, serta Genset Komunal. Selain itu terdapat satu *Cottage Homestay* yang dapat disewa oleh wisatawan yang ingin bermalam di Kampung Malahing.

### B. Metode Terkini Penyediaan Kebutuhan Air Warga Kampung Malahing

Akses menuju Kampung Malahing hanya mampu dilalui menggunakan ketinting. Karena akses transportasi yang terbatas, hampir setiap rumah warga memiliki ketinting ini untuk digunakan pergi ke daratan Kota Bontang atau untuk melaut. Warga biasanya menggunakan perahu-perahu tersebut untuk membeli kebutuhan air bersih di daratan Kota Bontang. Berdasarkan hasil wawancara, didapatkan biaya transportasi pulang-pergi pengambilan air bersih di daratan Kota Bontang sebesar sekitar Rp. 10.000 untuk sekali pengambilan. Sedangkan biaya yang dikeluarkan untuk membeli air di daratan Kota Bontang adalah sebesar Rp. 2.000/Jerigen dengan kapasitas jerigen 25 liter. Biasanya, warga mengambil sekitar 10-20 jerigen setiap kali pengambilan/KK. Beberapa warga mengeluhkan susah akses pengambilan air karena resiko transportasi air yang cukup besar menggunakan ketinting kecil serta seringnya

Tabel 1.  
Data Kualitas Air Laut Perairan Kampung Malahing

Parameter	Satuan	Rata-rata	Baku Mutu Air Minum
Nitrat	mg/L	0,58	3
Fosfat	mg/L	0,04	-
DO	mg/L	6,51	-
pH	-	7,9	6,5-8,5
Salinitas	ppt	34,6	0
Kecerahan	cm	100%	-
Suhu	C	29,5	suhu udara +/- 3
Kekeuhan	NTU	0,028	5
Amonia	mg/L	0,37	1,5
Arsen	mg/L	<0,0003	0,01
Kadmium	mg/L	0,01	0,003
Tembaga	mg/L	<0,013	2
Seng	mg/L	<0,006	3
<i>E. coli</i>	MPN/100ml	<1	0
Total Coliform	MPN/100ml	1861,4	0

terjadi kerusakan ketinting.

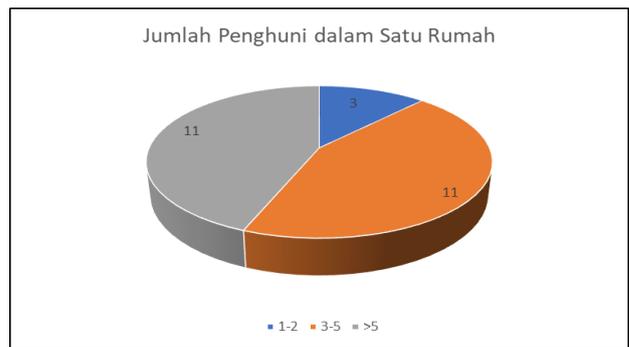
C. Pemenuhan Kebutuhan Air Warga Kampung Malahing dengan Menampung Hujan

Selain membeli air di daratan Kota Bontang, warga juga memanfaatkan air hujan yang ditampung di drum-drum besar guna menghemat pengeluaran biaya pemenuhan kebutuhan air. Menurut warga, dengan menggunakan air hujan, warga dapat menghemat pengeluaran biaya dengan mengurangi frekuensi pengambilan air pada saat musim hujan. Apabila sedang banyak hujan, warga bisa menghemat dengan hanya mengambil air di daratan sebanyak sekali dalam dua minggu. Sedangkan, apabila cuaca sedang kemarau warga bisa sering mengambil air ke daratan Kota Bontang hingga 3 hari sekali untuk memenuhi kebutuhannya.

Warga biasanya langsung memanfaatkan air hujan yang ditampung di drum-drum tersebut. Kebiasaan masyarakat yang menghemat penggunaan air bersih akibat susah akses air menyebabkan banyak masyarakat membiarkan air tampungan hujan cukup lama dengan penutup seadanya bahkan terkadang tidak tertutup. Kondisi ini dapat menyebabkan masalah baru karena kurang bersihnya penanganan air hujan dapat menyebabkan terkontaminasinya air yang digunakan masyarakat untuk kebutuhan sehari-hari ini.

D. Kualitas Air Laut Kampung Malahing

Air baku yang akan digunakan sebagai bahan dasar pengolahan air tawar menggunakan sistem *Reverse Osmosis* ini adalah berasal dari air laut di sekitar pemukiman Kampung Malahing. Oleh karena itu, dibutuhkan data kualitas air laut Kampung Malahing untuk memastikan air laut dapat terolah dengan baik sebelum digunakan oleh warga [5]. Data kualitas air laut Kampung Malahing ditunjukkan pada Tabel 1 yang bersumber dari [6].



Gambar 2. Jumlah Penghuni dalam Satu Rumah.



Gambar 3. Jumlah Air yang Dibutuhkan dalam Satu Rumah Setiap Harinya.



Gambar 4. Penghasilan Bulanan dalam Satu Rumah.

E. Perhitungan Debit Kebutuhan Air Warga Kampung Malahing

Berdasarkan hasil wawancara dengan Ketua RT Kampung Malahing, Bapak Nassir, didapatkan data jumlah warga Kampung Malahing sebanyak 226 orang dengan jumlah KK sebanyak 50 Kepala keluarga. Untuk memastikan kebutuhan air di Kampung Malahing terpenuhi apabila ada wisatawan yang bermalam, maka digunakan rata-rata pengunjung mingguan Kampung Malahing yaitu sebesar 15-30 orang untuk dimasukkan dalam perhitungan kebutuhan air harian. Sehingga, diasumsikan suplai air di Kampung Malahing setidaknya harus mampu memenuhi kebutuhan 250 orang setiap harinya.

Menurut Kriteria Perencanaan Air Bersih yang terdapat pada modul penyediaan air minum PU Cipta Kaya tahun 2000, Kampung Malahing tergolong dalam kategori desa karena jumlah penduduknya yang hanya 226 orang dimana kategori desa memiliki jumlah penduduk < 20.000 jiwa. Konsumsi unit Sambungan Rumah untuk kategori desa adalah sebanyak 60-80 liter/org.hari. Berikut merupakan perhitungan kebutuhan air harian warga Kampung

Tabel 2.  
Kekurangan dan Kelebihan Pengadaan Instalasi RO di Kampung Malahing Berdasarkan Tiga Aspek

No	Kekurangan	Kelebihan
<b>ASPEK TEKNIS</b>		
1	Permukiman dan tata letak bangunan di Kampung Malahing masih kurang tertata	Kondisi wilayah Kampung Malahing yang masih dapat diperluas sehingga pemilihan tempat instalasi memiliki banyak pilihan.
2	Sarana sanitasi layak milik warga masih tergolong kurang	Adanya akses air laut yang dapat dimanfaatkan dengan cara diolah menjadi air tawar
3	Debit air yang kecil dapat mengakibatkan biaya produksi yang cukup mahal karena biaya operasional tidak sebanding dengan produk yang dihasilkan.	Debit air yang dibutuhkan tidak terlalu besar sehingga biaya awal instalasi yang harus dikeluarkan tidak terlalu besar.
4	Kadar salinitas air laut di perairan Kampung Malahing yang cukup tinggi mengharuskan proses desalinasi dilakukan dengan sebaik mungkin mulai dari <i>pretreatment</i> hingga <i>post-treatment</i> untuk memastikan air yang dihasilkan masih dalam baku mutu air minum.	Kadar salinitas air laut di Kampung Malahing adalah sebesar 34,6 ppt atau sekitar 3,46%. Hal ini berarti untuk setiap 1000 mL air laut terdapat 34,6 gram garam. 34,6 ppt sama dengan 34600 ppm (34600 mg/liter). Dimana desalinasi menggunakan RO dapat mengubah air laut dengan kadar garam 10.000-36.000 ppm menjadi 100-500 ppm (0,1-0,5 ppt). Hal ini menunjukkan bahwa air di Kampung Malahing dapat diolah menjadi air layak konsumsi.
<b>ASPEK LINGKUNGAN</b>		
1	Sumber energi listrik di Kampung Malahing yang terkadang tidak stabil karena bergantung pada cuaca bisa jadi memerlukan genset sebagai cadangan sumber listrik dimana penggunaan genset tambahan dapat menghasilkan emisi gas buang	Cuaca Kota Bontang yang cerah dan adanya alat pembangkit listrik tenaga surya di Kampung Malahing dapat menjadi peluang penghematan energi sehingga biaya operasional yang dikeluarkan menjadi lebih kecil serta lebih ramah lingkungan karena tidak menghasilkan emisi gas yang dapat berdampak buruk bagi lingkungan.
<b>ASPEK PERAN SERTA MASYARAKAT</b>		
1	Masyarakat masih banyak yang memiliki pendapatan kecil sehingga biaya operasional dan perawatan pengolahan air sistem RO di Kampung Malahing tidak dapat digantungkan sepenuhnya terhadap masyarakat. Dibutuhkan partisipasi dari pemerintah maupun perusahaan terkait untuk membantu pengadaan pengolahan air sistem RO Kampung Malahing.	Masyarakat mendukung adanya penyediaan instalasi pengolahan air di Kampung Malahing karena metode penyediaan air yang digunakan hingga saat ini belum bisa diandalkan.

Tabel 3.  
Rencana Anggaran Biaya Instalasi RO Kampung Malahing

No	Nama Barang	Harga Satuan	Jumlah Barang	Jumlah Harga
1	Pipa PVC 22mm	Rp. 12.000,00	15	Rp. 180.000,00
2	Pipa Elbow 22mm	Rp. 3.000,00	2	Rp. 6.000,00
3	Pompa Shimizu 125watt	Rp. 286.000,00	1	Rp. 286.000,00
4	Instalasi RO	Rp. 37.425.000,00	1	Rp. 37.425.000,00
5	Pipa Tee 22mm	Rp. 3.350,00	3	Rp. 10.050,00
6	Tandon 8000liter	Rp. 20.000.000,00	4	Rp. 80.000.000,00
Total Biaya				Rp. 117.907.050,00

Malahing.

Kebutuhan air domestik = 80 liter/hari × 250 org  
= 20000 liter/org.hari

Kebutuhan Air Masjid = 3000 liter/hari  
Kebutuhan Air Sekolah = 29 murid × 5 liter/murid.hari  
= 145 liter/hari

Total air non-domestik = 3000 liter/hari + 145 liter/hari  
= 3.145 liter/hari

Kebutuhan air total Kampung Malahing = 20000 liter/hari + 3145 liter/hari = 23.145 liter/hari

Maka didapatkan total kebutuhan air Kampung Malahing perharinya adalah sebanyak 23.145 liter/hari atau sebanyak 964 liter/jam. Jumlah ini kemudian digunakan untuk merancang sistem SWRO. Debit sistem SWRO yang akan digunakan adalah sebesar 23,15 m<sup>3</sup>/hari atau setara dengan 0,96 m<sup>3</sup>/jam.

#### F. Aspek Peran Serta Masyarakat

Setelah dilakukan survei lapangan ke Kampung Malahing, didapatkan data hasil wawancara warga Kampung Malahing. Wawancara dilakukan secara langsung

terhadap 25 warga Kampung Malahing yang dilakukan dengan mendatangi satu-persatu rumah warga. Responden pada survei kali ini berada pada jangkauan umur antara 11 hingga 70 tahun. Didapatkan hasil data wawancara antara lain:

1. Sebanyak 3 rumah memiliki penghuni 1-2 orang, 11 rumah memiliki penghuni sebanyak 3-5 orang, dan 11 rumah memiliki penghuni sebanyak lebih dari 5 orang. Diagram data jangkauan jumlah penghuni dalam satu rumah disajikan dalam Gambar 2.
2. Sebanyak 8 rumah memiliki 1-2 anak, 13 rumah memiliki jumlah 3-5 anak, dan 1 rumah memiliki jumlah >5 yaitu 7 orang anak.
3. Menurut hasil wawancara, dari 25 orang responden didapatkan 100% responden memenuhi kebutuhan air di rumahnya menggunakan air hujan yang ditampung serta mengambil air di daratan secara berkala.
4. Sebanyak 12 KK mendapatkan 100-300 liter air setiap kali pengambilan sedangkan 13 KK lainnya mendapatkan lebih dari 300 liter setiap pengambilan.

5. Terdapat 14 KK yang memiliki kebutuhan air antara 100-300 liter, sedangkan 11 lainnya membutuhkan air lebih dari 300 liter per harinya. Diagram data jangkauan jumlah kebutuhan air harian setiap rumah disajikan dalam Gambar 3.
6. Terdapat 23 keluhan mengenai ombak pada saat pengambilan air, 16 keluhan terhadap biaya bahan bakar yang dibutuhkan, serta 2 keluhan mengenai ketinting yang rusak serta pengangkatan air yang cukup berat.
7. Terdapat 17 KK yang masih memiliki pendapatan di bawah Rp. 1.000.000 perbulan, sedangkan 8 KK lainnya memiliki pendapatan Rp. 1.000.000-3.000.000 per bulan. Diagram data penghasilan bulanan dalam satu rumah disajikan dalam Gambar 4.

Berdasarkan dari data primer dan sekunder yang telah dibahas di atas, maka dapat dirangkumkan kekurangan dan kelebihan yang perlu diperhatikan dalam penyediaan akses air tawar bagi masyarakat Kampung Malahing dari aspek teknis, aspek lingkungan, serta aspek masyarakat pada Tabel 2.

### G. Penentuan Proses Instalasi RO Kampung Malahing

Proses pengolahan desalinasi air laut ditentukan berdasarkan aspek teknik, aspek lingkungan dan aspek peran serta masyarakat. Pengolahan desalinasi air laut dipilih menggunakan *Reverse Osmosis* dengan alasan sebagai berikut:

1. *Reverse Osmosis* melakukan pemisahan menggunakan membran dengan tekanan dan dapat memisahkan zat terlarut yang memiliki berat molekul yang rendah seperti garam hingga 36.000 ppm garam. Hal ini sesuai dengan air baku yang direncanakan akan digunakan yaitu air laut yang berada di perairan Kampung Malahing.
2. Apabila dibandingkan dengan sistem desalinasi lainnya, *Reverse Osmosis* terbilang lebih praktis dan efektif. *Sea Water Reverse Osmosis* juga sudah banyak digunakan untuk memenuhi kebutuhan air di daerah dengan air tawar langka (daerah pesisir atau lepas pantai).
3. Proses pengolahan air menggunakan RO tidak memerlukan pemanasan air yang akan diolah sehingga tidak memerlukan energi tambahan untuk memanaskan air.
4. RO membutuhkan komponen perawatan sedikit sehingga lebih murah dan sederhana untuk dioperasikan di pemukiman masyarakat yang masih memiliki pendapatan rendah.

Pengolahan air laut menggunakan sistem RO di Kampung Malahing diawali dengan proses intake. Intake air untuk pengolahan dengan sistem RO di Kampung Malahing menggunakan pipa PVC. Kemudian, air dialirkan ke *pretreatment*. Pada instalasi ini, *pretreatment* yang digunakan adalah *ultrafiltration* karena memiliki ukuran pori <0.1 mikron sehingga dapat mengatasi kekeruhan, menghilangkan bakteri, partikel, dan zat tak diinginkan lainnya. Setelah itu, air akan mengalir ke katrid dan dipompa menggunakan tekanan 55-80 bar menuju membran RO dengan modul spiral wound. Instalasi RO yang bisa menjadi pilihan dalam pengadaan pengolahan air menggunakan sistem RO di Kampung Malahing adalah Instalasi Aqualux tipe RO 6000 GPD. Energi yang digunakan dalam operasi RO dapat menggunakan PLTS yang sudah tersedia di Kampung Malahing atau genset



Gambar 5. Rencana Tata Letak Instalasi RO Kampung Malahing.

Keterangan:

1. Posisi rencana instalasi RO Kampung Malahing pada citra satelit.



Gambar 6. Tampak Samping Rencana Instalasi RO Kampung Malahing.

Keterangan:

1. Open Surface Intake
2. Instalasi RO
3. Keran air hasil pengolahan
4. Pembangkit Listrik Tenaga Surya

cadangan. Setelah itu, air ditampung dan diberikan post-treatment untuk menghilangkan kekeruhan serta patogen yang masih tertinggal dalam air. Post-treatment yang dilakukan tergantung pada kualitas air setelah melewati membran RO. Pada umumnya, post-treatment yang dilakukan berupa pemberian bahan kimia seperti klorin atau penyinaran dengan sinar UV untuk mematikan patogen yang masih terdapat pada air.

Setelah semua proses telah selesai, air akan ditampung pada bak penampungan seperti tandon. Tandon yang digunakan adalah tandon berbahan stainless steel dengan kapasitas 8000 liter. Perhitungan dilakukan dengan mengalikan debit harian produksi dengan *safety factor* (75%) kemudian dibagi 8000 liter dan dibulatkan. Didapatkan jumlah total tandon yang dibutuhkan adalah 4 buah.

### H. Rencana Anggaran Biaya dan Dana Masuk

Pengadaan instalasi pengolahan air dengan metode *Reverse Osmosis* di Kampung Malahing membutuhkan beberapa komponen dan alat antara lain pipa *intake*, pompa *intake*, instalasi RO, serta tandon penampung air. Rincian Anggaran Biaya pengadaan instalasi RO dirincikan pada Tabel 3.

Untuk biaya pengambilan air akan diberikan harga Rp. 3.000,00/jerigen dengan kapasitas jerigen 25 liter. Apabila diasumsikan setiap hari masyarakat Kampung Malahing membeli 23000 liter air, didapatkan perhitungan dana yang

didapatkan dalam satu bulan adalah sebagai berikut:

Jumlah air dibeli	= 23000	liter
Kapasitas Jerigen	= 25	liter
Jumlah air terbeli	= 23000 : 25	
	= 920	jerigen
Harga satu Jerigen	= Rp. 3.000,00	
Total dana yang didapatkan	= 920 × Rp. 3.000,00	
	= Rp. 2.760.000,00	
Dana yang didapatkan dalam satu bulan	= Rp. 2.760.000,00 × 30	
	= Rp. 82.800.000,00	

Didapatkan total dana masuk perbulan adalah Rp. 82.800.000,00. Dana ini dapat dimasukkan dalam kas dan digunakan sebagai biaya operasional dan perawatan sehingga apabila terjadi kendala pada komponen instalasi atau dibutuhkan bahan bakar, masyarakat dapat segera memperbaiki instalasi RO. Instalasi direncanakan dibangun didekat pembangkit listrik tenaga surya dan rumah genset yang sudah tersedia di Kampung Malahing. Tata letak dan tampak samping instalasi RO Kampung Malahing ditunjukkan pada Gambar 5 dan Gambar 6.

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan kajian yang telah dilakukan, didapatkan debit kebutuhan air harian warga Kampung Malahing sebesar 23,15m<sup>3</sup>/hari. Pengadaan instalasi pengolahan air dengan teknologi *Reverse Osmosis* ini didukung oleh warga Kampung Malahing namun, untuk biaya instalasi tidak

dapat menggunakan iuran warga Kampung Malahing mengingat banyak rumah di Kampung Malahing yang masih memiliki pendapatan dibawah Rp. 3.000.000,00 per bulannya. Instalasi RO Kampung Malahing ini realistis untuk diwujudkan karena RAB yang tidak terlalu mahal dan adanya perusahaan setempat yang menjadikan Kampung Malahing sebagai kampung binaan CSR sehingga ada sumber dana bantuan. Selain itu, Kampung Malahing memiliki pembangkit listrik tenaga surya yang dapat digunakan untuk menghemat energi sehingga mengurangi biaya operasional instalasi RO yang direncanakan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] United Nations Publications, "The Sustainable Development Goals Report 2019," New York : *United Nations Statistics Division Development Data and Outreach Branch*, 2019.
- [2] Kementerian Komunikasi dan Informatika RI, "Menuju Poros Maritim Dunia," Jakarta : *Kementerian Komunikasi dan Informatika RI*, 2022.
- [3] Direktorat Pendayagunaan Pesisir dan Pulau-pulau Kecil, "Jumlah Pulau di Indonesia," Jakarta : *Kementerian Kelautan dan Perikanan RI*, 2021. <https://kkp.go.id/>
- [4] K. Park, J. Kim, D. R. Yang, and S. Hong, "Towards a low-energy seawater reverse osmosis desalination plant: A review and theoretical analysis for future directions," *J. Memb. Sci.*, vol. 595, no. April 2019, p. 117607, 2020, doi: 10.1016/j.memsci.2019.117607.
- [5] R. Hardianti, L. I. Sari, and W. Kusumaningrum, "Karakteristik kelimpahan perifiton pada daun lamun jenis *Enhalus acoroides* di perairan Malahing Kota Bontang," *J. Aquarime*, vol. 8, no. 2, pp. 20–26, 2021.
- [6] N. Wahyuningsih, S. Dan, and Z. Fitriani, "Kajian kualitas air laut di perairan Kota Bontang Provinsi Kalimantan Timur," *Jurnal Riset Pembangunan*, vol. 4, pp. 56–66, 2021.