

# Studi Kelayakan Pengolahan Air Laut Menjadi Air Bersih di Kawasan Wisata dan Pelabuhan Perikanan Nusantara (PPN) Pantai Prigi, Trenggalek

Agista Ayuningtyas Puspita Dwijayani dan Wahyono Hadi

Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

E-mail: wahyonohadi@yahoo.com

**Abstrak**—Ketersediaan air bersih diperlukan pula dalam bidang kepariwisataan. Salah satunya ialah kawasan wisata alam Pantai Prigi, Trenggalek. Namun kondisi air saat ini masih memiliki kandungan TDS (*Total Dissolved Solid*) dan salinitas yang cukup tinggi sehingga dibutuhkan suatu teknologi untuk mengolah air asin menjadi air tawar agar memenuhi standar baku mutu air bersih. Salah satu teknologi yang dapat diterapkan untuk mengolah air asin atau payau menjadi air tawar adalah dengan sistem *Reverse Osmosis* (RO). Penentuan kapasitas SWRO ditentukan dengan memproyeksikan jumlah pengunjung kawasan wisata Pantai Prigi dan kebutuhan air kolam apung hingga tahun 2023. Hasil proyeksi diperoleh kebutuhan air sebesar 729,40 m<sup>3</sup>/hari pada penggunaan maksimum. Dengan desain SWRO yaitu menggunakan pretreatment rapid sand filter dan filter karbon aktif untuk meremoval kandungan TDS, kesadahan total, klorida, sulfat, dan bilangan KMnO<sub>4</sub> (zat organik). Biaya yang dibutuhkan untuk membuat sistem pengolahan air laut dengan SWRO sebesar Rp 5.077.307.500,00. Perencanaan sistem pengolahan air laut menjadi layak jika air reject dari SWRO sebesar 1463,28 m<sup>3</sup>/hari dimanfaatkan menjadi wisata kolam apung, garam, dan air nigari dengan investasi total sebesar Rp 7.326.095.500,00. Dengan analisa kelayakan secara ekonomi menggunakan prinsip ekonomi teknik, pada alternatif ini diperoleh nilai NPV sebesar Rp 25.024.360.250,24 ; IRR sebesar 23,7% ; dan Payback periode pada tahun ke-3 dengan keuntungan yang diperoleh Rp 3.915.665.044,80 per tahun.

**Kata Kunci**—Air laut, IRR, NPV, payback period reverse osmosis

## I. PENDAHULUAN

KETERSEDIAAN air merupakan hal penting dalam suatu kehidupan. Tidak hanya untuk sektor rumah tangga, melainkan untuk sektor pariwisata dan industri. Saat ini banyak dijumpai lokasi wisata yang menjadi favorit kunjungan masyarakat. Salah satunya ialah wisata alam Pantai Prigi. Kawasan wisata Pantai Prigi merupakan salah satu objek wisata yang berada di selatan Kota Trenggalek, Jawa Timur. Pantai yang terletak pada koordinat 8°11'-8°23' LS dan 111°41'-111°44' BT ini memiliki panorama dan keindahan alam yang mampu menarik para wisatawan untuk mengunjunginya. Dalam satu tahun pada tahun 2012 terdapat 342.348 pengunjung yang mengunjungi kawasan wisata Pantai Prigi [1]. Selain panorama yang menjadi daya

tariknya, di kawasan wisata Pantai Prigi juga memiliki sarana Pelabuhan Perikanan Nusantara (PPN) yang mampu menampung 700 kapal nelayan dilengkapi dengan dua buah dermaga serta Tempat Pelelangan Ikan (TPI) hasil tangkapan nelayan sekitar [2].

Dalam kegiatan kepariwisataan, ketersediaan air bersih berupa air tawar sangat diperlukan untuk menunjang fasilitas pengelolaan maupun pelayanan wisata. Hal ini juga merupakan menjadi kriteria penilaian terhadap kelayakan prioritas pengembangan wisata pantai [3]. Namun pada umumnya daerah pesisir memiliki permasalahan ketersediaan air tawar karena air yang tersedia sebagian besar memiliki karakteristik air yang asin atau payau [4]. Hal ini juga terjadi pada kawasan wisata Pantai Prigi yang tidak lepas dari air laut. Sumber air bersih yang diperoleh pada kondisi eksisting saat ini berasal dari air PDAM dan sumur gali. Namun kondisi air saat ini masih memiliki kandungan TDS (*Total Dissolved Solid*) dan salinitas yang cukup tinggi sehingga dibutuhkan suatu teknologi untuk mengolah air asin menjadi air tawar agar memenuhi standar baku mutu air bersih.

Salah satu teknologi yang dapat diterapkan untuk mengolah air asin atau payau menjadi air tawar adalah dengan sistem *Reverse Osmosis* (RO). Pengolahan dengan menggunakan *Reverse Osmosis* merupakan pengolahan proses fisika yang dilakukan dengan memberikan tekanan untuk menahan semua ion dan melepaskan air murni dan membuang air kotor berupa mineral-mineral garam yang tertahan. Keuntungan menggunakan proses ini ialah zat organik, bakteri, pirogen serta koloid dapat dihilangkan karena adanya struktur pori *Reverse Osmosis* yang mampu menahan dan berfungsi sebagai penyaring zat-zat tersebut [5].

Dalam rangka menunjang program penyediaan air bersih di daerah pesisir dan pemanfaatan lain dari air laut dibidang kepariwisataan, maka pada tugas akhir ini disusun suatu perencanaan teknologi pengolahan air bersih di kawasan wisata Pantai Prigi dengan menggunakan sistem *Reverse Osmosis*. Hal yang menjadi analisa nantinya berupa analisa kelayakan teknologi dan kelayakan ekonomi sehingga dapat diketahui manfaat dan keuntungan yang diperoleh di masa mendatang.

## II. GAMBARAN UMUM DAERAH PERENCANAAN

### A. Kawasan Wisata Pantai Prigi

Kawasan wisata Pantai Prigi terdiri objek wisata pantai, hotel, dan PPN Pantai Prigi Adapun data mengenai jumlah pengunjung kawasan wisata Pantai Prigi dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2 untuk pengunjung hotel.

### B. Kondisi Geologi

Pasang surut di kawasan Pantai Prigi dikategorikan dalam kategori semi diurnal (pasang surut ganda) dengan kedudukan air tertinggi +2,31 m, rata-rata +1,13 m dan terendah +0,00 m (PPN, 2013) dengan kedalaman laut Pantai Prigi adalah 0-40 meter serta kecepatan arus maksimum 0,23 m/detik [2].

## III. METODE PERENCANAAN

### A. Studi Literatur

Studi literatur yang dilakukan dalam tugas akhir ini berguna untuk memperoleh dasar teori yang jelas untuk perencanaan serta dalam pelaksanaan analisa dan pembahasan sehingga pada akhirnya diperoleh suatu kesimpulan dari hasil perencanaan ini. Studi literatur yang digunakan membahas tentang :

1. Penelitian terdahulu mengenai desain yang sudah mengaplikasikan teknologi *Reverse Osmosis*
2. Konsep perencanaan Instalasi Pengolahan Air Laut dengan *Reverse Osmosis*
3. Pemanfaatan produk air *reject* dari *Reverse Osmosis*, berupa kolam renang apung, produk garam, dan air nigari
4. Ekonomi teknik dalam perencanaan instalasi pengolahan air laut dengan *Reverse Osmosis*

### B. Pengumpulan Data dan Survei Lokasi

Pada perencanaan ini data yang dibutuhkan meliputi data kualitas air laut yang akan dijadikan sebagai air baku dengan melakukan pengambilan sampling kemudian dilakukan penelitian secara laboratorium di Laboratorium Jurusan Teknik Lingkungan FTSP-ITS. Pengujian kualitas air laut ini disesuaikan dengan parameter kualitas air pada Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Selain itu diperlukan data sekunder mengenai jumlah pengunjung, denah lokasi, jumlah biaya operasional, dan harga tiket masuk.

### C. Perencanaan

Sistem pengolahan air dengan *Reverse Osmosis* dilakukan dengan tahapan *pretreatment* terlebih dahulu untuk menghilangkan unsur-unsur pencemar seperti besi, mangan, dan zat senyawa organik. Hal ini bertujuan agar kinerja RO nantinya tidak terlalu berat. Sebagai pertimbangannya, data kualitas air laut sebagai air baku dibandingkan dengan kualitas air umpan sebelum memasuki tahapan *Reverse Osmosis*.

Tabel 1.  
Jumlah Pengunjung Obyek Wisata Kawasan Wisata Pantai Prigi

Tahun	Pantai Prigi	Pantai Karanggongso	Total Pengunjung Pantai
2004	92.619	78.236	170.855
2005	63.055	52.524	115.579
2006	46.244	64.678	110.922
2007	78.681	106.806	185.487
2008	108.618	136.535	245.153
2009	131.039	200.713	331.752
2010	111.006	258.128	369.134
2011	81.576	207.170	288.746
2012	78.764	263.584	342.348

Sumber: Dinas Pemuda, Olahraga, Pariwisata, dan Budaya Kabupaten Trenggalek, 2013

Tabel 2.  
Banyaknya Jumlah Tamu Tiap Hotel/Penginapan di Kawasan Wisata Pantai Prigi

Tahun	Hotel Prigi	Pondok Prigi Cottage	Penginapan Baru	Logano Hotel	Total Pengunjung Hotel
2004	4063	4556	192	584	9394
2005	3876	4952	183	556	9566
2006	3647	4716	174	529	9066
2007	2978	4491	166	504	8139
2008	3956	4728	174	531	9389
2009	4173	6754	249	758	11934
2010	4037	6498	548	1300	12383
2011	4883	2067	1050	1378	9378
2012	3979	2274	1155	1516	8924

Sumber: Dinas Pemuda, Olahraga, Pariwisata, dan Budaya Kabupaten Trenggalek, 2013

Jika kandungan air laut sudah memenuhi standar air umpan RO, maka tahapan *pretreatment* tidak perlu ditambahkan. Sebaliknya jika kualitas air laut sebagai air baku melebihi standar air umpan RO, maka direncanakan unit pengolahan *pretreatment* sesuai dengan parameter yang ingin diturunkan kadarnya.

Dari perencanaan ini akan diperoleh hasil berupa gambar layout dan gambar unit Instalasi Pengolahan Air Laut. Selain itu, sebagai bahan analisis ekonomi, akan dihasilkan pula *Bill of Quantity* (BOQ) dan Rencana Anggaran Biaya (RAB).

### D. Analisa Data

Analisa data dilakukan dengan melakukan analisa kelayakan secara teknis dan ekonomi. Dalam studi kelayakan dari segi teknis dilakukan dengan menyesuaikan hasil rancangan konsep pengolahan air laut dengan *Reverse Osmosis* dan membandingkan hasil *effluent* dengan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No 492 / MENKES / PER / IV / 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum.

Faktor teknis dalam proses pengolahan air laut dengan RO ialah tekanan osmotik, *recovery factor*, *permeate*, dan *salt rejection*. *Permeate flux* dan *salt rejection* yang merupakan kunci parameter dalam RO yang dapat mempengaruhi membran. Parameter tersebut juga dipengaruhi oleh tekanan, temperatur, *recovery*, dan *feed water salt concentration*. Penentuan tekanan osmotik dapat dilakukan dengan menggunakan Persamaan (1).

$$\pi = 1,12 (t+273)\Sigma mi \quad (1)$$

Dalam studi kelayakan dari segi ekonomi dilakukan dengan menganalisa hasil rancangan BOQ dan RAB dengan menggunakan prinsip ekonomi teknik yang mempertimbangkan biaya instalasi, operasional, dan pemeliharaan. Analisa yang dilakukan meliputi :

#### 1. Analisa Nilai Sekarang (*Present Worth*)

$$P = F \left[ \frac{1}{(1+i\%)^N} \right] \rightarrow P = F(P/F, i, N) \quad (2)$$

$$P(i) = \sum_{t=0}^N A_t(P/F, i\%, t) \quad (3)$$

#### 2. Analisa Tingkat Pengembalian (*Internal Rate of Return*)

$$\sum_{t=0}^N R_t(P/F, i\%, t) - \sum_{t=0}^N E_t(P/F, i\%, t) = 0 \quad (4)$$

#### 3. Analisa Periode Pengembalian (*Payback Period*)

$$N' = \frac{P}{A_t} \quad (5)$$

### IV. ANALISA DAN PEMBAHASAN

#### A. Proyeksi Kebutuhan Air

##### ▪ Pengunjung Pantai

Untuk memproyeksikan kebutuhan air bagi pengunjung pantai, pada perencanaan ini menggunakan standar Ditjen Cipta Karya, Departemen PU tahun 1998 dimana kebutuhan air untuk kawasan pariwisata sebesar 0,1-0,3 liter/detik/ha. Adapun perhitungan selengkapnya ditunjukkan sebagai berikut dan dapat dilihat pada Tabel 3 :

- Asumsi kebutuhan air untuk kawasan pariwisata = 0,2 liter/detik/ha
- Total luas area kawasan wisata Pantai Prigi = 9 ha
- Penggunaan air untuk kawasan wisata Pantai Prigi :
  - = 0,2 liter/detik/ha x 9 ha
  - = 1,8 liter/detik
  - = 155.520 liter/hari untuk 18.000 orang (kapasitas sesuai Daya Dukung Kawasan)
- Kebutuhan air per orang :
  - = 155.520 liter/hari / 18.000 orang
  - = 8,64 liter/orang/hari

Tabel 3.  
Proyeksi Kebutuhan Air untuk Pengunjung Kawasan Wisata Pantai Prigi

Tahun	Jumlah Pengunjung Hari Biasa (orang/hari)	Jumlah Pengunjung Hari Ramai (orang/hari)	Pemakaian Air Hari Rata-Rata (m <sup>3</sup> /hari)	Pemakaian Air Hari Maksimum (m <sup>3</sup> /hari)
2013	218	8.843	1,88	76,41
2014	214	8.708	1,85	75,24
2015	237	9.632	2,05	83,22
2016	268	10.874	2,31	93,95
2017	264	10.739	2,28	92,78
2018	287	11.663	2,48	100,77
2019	318	12.905	2,74	111,50
2020	314	12.770	2,72	110,33
2021	337	13.694	2,91	118,32
2022	368	14.936	3,18	129,04
2023	364	14.800	3,15	127,88

##### ▪ Hotel

Proyeksikan kebutuhan air bagi pengunjung hotel, pada perencanaan ini menggunakan standar Ditjen Cipta Karya, Departemen PU, 1998 dimana kebutuhan air untuk hotel sebesar 150 liter/bed/hari. Selain menghitung kebutuhan air untuk pengunjung hotel, dihitung pula kebutuhan air untuk karyawan dan operasional hotel. Dimana jumlah karyawan untuk semua hotel terdapat 34 orang dan menurut Ditjen Cipta Karya, Departemen PU, 1996 standar kebutuhan air untuk kantor sebesar 10 liter/pegawai/hari. Adapun hasil perhitungan selengkapnya adalah sebagai berikut dan dapat dilihat pada Tabel 4 :

- Asumsi kebutuhan air untuk hotel = 150 liter/bed/hari
- Asumsi kebutuhan karyawan = 10 liter/orang/hari
- Kebutuhan air untuk pengunjung :
  - Kebutuhan air hari rata-rata atau hari biasa :
  - = 13 orang x 150 liter/bed/hari
  - = 1950 liter/hari
  - = 1,95 m<sup>3</sup>/hari
- Kebutuhan air hari maksimum atau hari ramai :
  - = 204 orang x 150 liter/bed/hari
  - = 30600 liter/hari
  - = 30,6 m<sup>3</sup>/hari
- Kebutuhan air untuk karyawan :
  - = 34 orang x 10 liter/orang/hari
  - = 340 liter/hari
  - = 0,34 m<sup>3</sup>/hari

##### ▪ PPN

Dari hasil proyeksi dengan *Minitab 16 Statistical Software* diperoleh data penggunaan air PPN yang fluktuatif, hingga tahun 2023. Adapun hasil perhitungan penggunaan air PPN yang diperoleh ditunjukkan pada Tabel 5.

##### ▪ Kolam Apung

Berdasarkan standar SNI 03-3427-1994 tentang Perencanaan Teknik Bangunan Kolam Renang diperoleh ketentuan minimum ukuran yang diizinkan untuk mendapatkan perencanaan teknis bangunan kolam renang adalah sebagai berikut:

Tabel 4.  
Proyeksi Kebutuhan Air untuk Hotel

Tahun	Jumlah Pengunjung Hari Biasa (orang)	Jumlah Pengunjung Hari Ramai (orang)	Pemakaian Air untuk Karyawan Hotel (m <sup>3</sup> /hari)	Pemakaian Air Hari Rata-Rata (m <sup>3</sup> /hari)	Pemakaian Air Hari Maksimum (m <sup>3</sup> /hari)
2013	13	204	0,34	1,95	30,60
2014	12	199	0,34	2,18	30,23
2015	10	164	0,34	1,85	24,92
2016	11	179	0,34	1,99	27,16
2017	13	219	0,34	2,36	33,17
2018	13	214	0,34	2,31	32,41
2019	11	176	0,34	1,96	26,69
2020	12	191	0,34	2,11	29,06
2021	14	234	0,34	2,50	35,45
2022	14	228	0,34	2,45	34,60
2023	12	187	0,34	2,07	28,45

Tabel 5.  
Proyeksi Penggunaan Air PPN

Tahun	Pemakaian Air Hari Rata-Rata (m <sup>3</sup> /hari)	Pemakaian Air Hari Maksimum (m <sup>3</sup> /hari)
2013	19,65	24,97
2014	21,83	27,69
2015	24,00	30,41
2016	26,17	33,13
2017	28,34	35,85
2018	30,51	38,57
2019	32,69	41,29
2020	34,86	44,01
2021	37,03	46,73
2022	39,20	49,44
2023	41,34	52,16

- Panjang = 25 m
- Lebar = 15 m
- Kedalaman = 1,2 m
- Penggantian air kolam renang = 8 jam sekali

Sehingga kebutuhan air untuk kolam renang dapat dihitung sebagai berikut :

- Luas Permukaan =  $p \times l = 25 \times 15 = 375 \text{ m}^2$
- Volume = luas permukaan x kedalaman  
=  $375 \times 1,2 = 450 \text{ m}^3$

Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh jumlah kebutuhan air maksimum selama pelaksanaan perencanaan terjadi pada tahun 2022, dimana kebutuhan air maksimum mencapai 729,40 m<sup>3</sup>/hari dan kebutuhan air saat rata-rata mencapai 544,31 m<sup>3</sup>/hari.

#### B. Perencanaan Seawater Reverse Osmosis (SWRO)

Berdasarkan spesifikasi alat yang ada di PT. Beta Pramesti diperoleh SWRO dengan kapasitas jumlah hasil olahan air bersih yang akan didistribusikan yaitu sebesar 729,40 m<sup>3</sup>/hari (jumlah maksimum kebutuhan air pada tahun 2022) atau setara dengan 30,39 m<sup>3</sup>/jam. Adapun spesifikasi dari reverse osmosis yang digunakan adalah :

Model	: BetaQua RO-SW8-48
Permeate flowrate	: 32,83 m <sup>3</sup> /jam
Feed flowrate	: 93,81 m <sup>3</sup> /jam
Concentrate flowrate	: 60,97 m <sup>3</sup> /jam
Recovery	: 30%-40%
Rejection rate	: 95%-98%

Minimum inlet pressure	: 2 bar = 29,007 Psi
Power requirement	: 139 kW
Jumlah membran	: 48 buah
Motor power supply	: 380 V, 3Ø, 50 Hz
Control power supply	: 24 V, 1Ø, 50 Hz
Jumlah alat	: 1 unit
Kelengkapan	: Pre cartridge filtration Post cartridge filtration Post high pressure pump Concentrate pressure gauge

Penentuan tekanan yang dibutuhkan untuk memisahkan air tawar dari air bersalinitas dapat dilakukan perhitungan sebagai berikut :

- Air baku mengandung Cl<sup>-</sup> = 23000 mg/l
- Densitas garam = 1,5 gr/ml = 1500 gr/l
- Kandungan NaCl =  $\frac{\text{Berat molekul NaCl}}{\text{berat atom Cl}} \times \text{konsentrasi Cl}^-$   
=  $\frac{(23 + 35,5)}{35,5} \times 23000$   
= 35957,75 mg/l  
= 35,96 gr/l

$$\text{Volume NaCl} = \frac{35,96 \text{ gr}}{1,5 \text{ gr/ml}} = 23,97 \text{ ml}$$

- Volume pelarut = 1000 ml – 23,97 ml  
= 976,02 ml = 0,97602 l

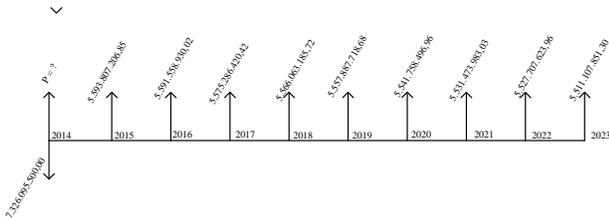
- Suhu (t) = 25°C
- Dengan menggunakan Persamaan (1) :  
Tekanan osmosis ( $\pi$ ) =  $1,12 (t+273) \Sigma m_i$   
=  $1,12(25+273) \times \{35,96 \text{ gr} : [(Mr \text{ Na} + Mr \text{ Cl}) / \text{Vol pelarut}]\}$   
=  $1,12 \times 298 \text{ K} \times \{35,96 \text{ gr} : [(23+35,5) / 0,97602]\}$   
= 200,24 Psi = 13,81 bar

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, pada sistem SWRO ini membutuhkan tekanan sebesar 200,24 Psi atau setara dengan 13,81 bar untuk dapat memisahkan air bersalinitas dengan air tawar.

#### C. Analisa Ekonomi

Untuk meningkatkan nilai ekonomi, air reject yang dihasilkan dari SWRO akan dimanfaatkan menjadi kolam apung, produksi garam, dan air nigari. Berdasarkan spesifikasi unit RO yang direncanakan diperoleh concentrate flowrate sebesar 60,97 m<sup>3</sup>/jam dimana dalam 1 (satu) hari diperoleh 1463,28 m<sup>3</sup> air reject yang dikeluarkan. Dikarenakan volume air reject yang dihasilkan dalam 1 hari sebesar 1463,28 m<sup>3</sup> dan sudah digunakan untuk kolam apung sebesar 450 m<sup>3</sup> maka diperoleh kelebihan air reject sebesar 1013,28 m<sup>3</sup>/hari yang dapat dimanfaatkan untuk garam dan air nigari.

Berikut gambar diagram alir kas untuk pengolahan SWRO dengan memanfaatkan air reject yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Cash Flow Pengolahan SWRO dengan Memanfaatkan Air Reject

**Menghitung nilai NPV :**

$$\begin{aligned}
 \text{NPV} &= (-7.326.095.500,00) + 5.593.807.206,85 \text{ (P/F, } 9.75\%, 1) + 5.591.558.930,02 \text{ (P/F, } 9.75\%, 2) + \\
 &+ 5.575.286.420,42 \text{ (P/F, } 9.75\%, 3) + 5.566.063.185,72 \text{ (P/F, } 9.75\%, 4) + \\
 &+ 5.557.887.718,68 \text{ (P/F, } 9.75\%, 5) + 5.541.758.496,96 \text{ (P/F, } 9.75\%, 6) + \\
 &+ 5.531.473.983,03 \text{ (P/F, } 9.75\%, 7) + 5.527.707.623,96 \text{ (P/F, } 9.75\%, 8) + \\
 &+ 5.511.107.851,30 \text{ (P/F, } 9.75\%, 9) \\
 &= \text{Rp } 25.024.360.250,24
 \end{aligned}$$

**Menghitung nilai IRR :**

$$\begin{aligned}
 \text{NPV} &= (-7.326.095.500,00) + [5.593.807.206,85 + 5.591.558.930,02 + 5.575.286.420,42 + \\
 &+ 5.566.063.185,72 + 5.557.887.718,68 + 5.541.758.496,96 + 5.531.473.983,03 + \\
 &+ 5.527.707.623,96 + 5.511.107.851,30] \text{ (P/F, } i\%, 9) \\
 0 &= (-7.326.095.500,00) + [5.593.807.206,85 + 5.591.558.930,02 + 5.575.286.420,42 + \\
 &+ 5.566.063.185,72 + 5.557.887.718,68 + 5.541.758.496,96 + 5.531.473.983,03 + \\
 &+ 5.527.707.623,96 + 5.511.107.851,30] \text{ (P/F, } i\%, 9) \\
 7.326.095.500,00 &= 49.996.651.416,94 \text{ (P/F, } i\%, 9) \\
 7.326.095.500,00 &= 49.996.651.416,94 \left[ \frac{1}{(1+i\%)^9} \right] \\
 (1+i\%)^9 &= 6,82 \\
 [(1+i\%)^9]^{1/9} &= [6,82]^{1/9} \\
 1+i\% &= 1,238 \\
 i\% &= 1,238 - 1 \\
 i\% &= 0,238 \\
 i &= 23,8\%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil interpolasi diperoleh besarnya nilai IRR adalah 23,8%. Karena nilai IRR > MARR, yaitu 23,8% > 9,75% maka investasi perencanaan pengolahan air laut dengan SWRO ini dinyatakan layak apabila air reject dimanfaatkan untuk produksi garam, air nigari, dan kolam apung ini selain untuk mendistribusikan air bersih di kawasan wisata Pantai Prigi.

**Menghitung Laba Produksi :**

Labanya produksi dari SWRO diperoleh berdasarkan keuntungan yang diperoleh dari penjualan produk. Adapun perhitungan laba pada alternatif 3 dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Total pemasukan per tahun} &= \text{Rp } 8.026.622.400,00 \\
 \text{Total pengeluaran per tahun} &= \text{Rp } 2.432.815.193,15 \\
 \text{Labanya untuk kapasitas pengolahan } 100\% & \\
 \text{Pajak} &= 30\% \text{ per tahun} \\
 \text{Labanya kotor} &= \text{total pemasukan} - \text{total pengeluaran}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \text{Rp } 8.026.622.400,00 - \text{Rp } 2.432.815.193,15 \\
 &= \text{Rp } 5.593.807.206,85 \text{ per tahun} \\
 \text{Labanya bersih} &= \text{Rp } 5.593.807.206,85 \times (1-30\%) \\
 &= \text{Rp } 3.915.665.044,80 \text{ per tahun}
 \end{aligned}$$

**Menghitung Payback Period :**

Dengan Persamaan 3.14 dapat dilakukan perhitungan payback period untuk mengetahui masa tahunan pengembalian modal investasi. Adapun perhitungan payback period pada alternatif 3 dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Investasi (P)} &= \text{modal mandiri} + \text{modal dari bank dan bunganya} \\
 &= \text{Rp } 2.564.133.425,00 + \text{Rp } 940.487.509,81 \times 10 \\
 &= \text{Rp } 11.969.008.523,13
 \end{aligned}$$

$$\text{Cash flow laba (At)} = \text{Rp } 3.915.665.044,80$$

$$\begin{aligned}
 N' &= \frac{P}{At} \\
 &= \frac{\text{Rp } 11.969.008.523,13}{\text{Rp } 3.915.665.044,80} \\
 &= 3,06 \text{ tahun}
 \end{aligned}$$

**V. KESIMPULAN/RINGKASAN**

Adapun kesimpulan yang dapat diambil dari Tugas Akhir ini adalah :

1. Sistem perencanaan pengolahan air laut menggunakan paket RO BetaQua RO-SW8-42 dengan kapasitas luaran 32,83 m<sup>3</sup>/jam dan rejection 95%-98%. Kualitas air laut sebagai air baku memiliki kandungan TDS, kesadahan total, khlorida, sulfat, dan bilangan KMnO<sub>4</sub> (zat organik) yang melebihi standar kualitas air bersih. Sehingga diperlukan pengolahan awal (*pretreatment*) sebelum air umpan masuk dalam pengolahan dengan menggunakan RO. *Pretreatment* yang digunakan diantaranya dengan Rapid sand filter dan filter carbon aktif.
2. Biaya yang dibutuhkan untuk membuat sistem pengolahan air laut dengan SWRO sebesar Rp 5.077.307.500,00. Perencanaan sistem pengolahan air laut menjadi layak jika air reject sebesar 1463,28 m<sup>3</sup>/hari dimanfaatkan menjadi wisata kolam apung, garam, dan air nigari. Dengan biaya investasi untuk kolam apung sebesar Rp 1.387.500.000,00 ; produksi garam dan air nigari sebesar Rp 861.288.000,00. Dengan analisa kelayakan secara ekonomi dengan menggunakan prinsip ekonomi teknik, pada alternatif ini diperoleh nilai NPV sebesar Rp 25.024.360.250,24 ; IRR sebesar 23,8% ; dan Payback Periode pada terjadi sebelum tahun ke 3 dengan labanya bersih yang diperoleh Rp 3.915.665.044,80 per tahun.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dinas Pemuda, Olahraga, Pariwisata, dan Budaya Kabupaten Trenggalek. 2010.
- [2] Ermawan, R. 2008. *Kajian Sumberdaya Pantai untuk Kesesuaian Ekowisata di Pantai Prigi, Kabupaten Trenggalek, Provinsi Jawa Timur*. Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB.
- [3] Handayawati, H. 2010. *Potensi Wisata Alam Pantai-Bahari*. PM PSLP PPSUB.
- [4] Arie, H. N., Nusa, I. D., dan Haryoto, I. 1996. *Studi Kelayakan Teknis dan Ekonomis Unit Pengolahan Air Sistem Reverse Osmosis Kapasitas 500 m<sup>3</sup>/hari untuk Perusahaan Minyak Lepas Pantai*. P.T Paramita Binasarana. Jakarta.
- [5] Melcalf and Eddy. 2004. *Waste Water Engineering Treatment Disposal Reuse Fourth edition*. McGraw-Hill, Inc. New York, Aucland.