

Studi Kelayakan Perencanaan Bangunan Pengolahan Air Laut Menjadi Air Bersih di Wisata Bahari Lamongan

Sukmaputri Sadewa 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: s.wahyono@enviro.its.ac.id

Abstrak—Wisata Bahari Lamongan merupakan salah satu wisata di Kabupaten Lamongan yang banyak didatangi pengunjung setiap tahunnya. Namun, di Wisata Bahari Lamongan sendiri masih memiliki kekurangan dari segi kualitas air bersih yang ada. Untuk itu direncanakan pengolahan air laut menjadi air bersih guna memperbaiki kualitas air bersih. Perencanaan pengolahan pada Tugas Akhir ini menggunakan sistem *Reverse Osmosis*. Perencanaan pengolahan menggunakan *Reverse Osmosis* didasarkan pada kebutuhan air bersih, jumlah pengunjung dan hasil kualitas air baku di Wisata Bahari Lamongan. Melalui perhitungan proyeksi menggunakan perangkat lunak Minitab 16, didapatkan total kebutuhan air setiap tahunnya sebanyak 30.200 m³/hari, dengan jumlah pengunjung yang selalu bertambah setiap tahunnya, serta didapatkan hasil kualitas air baku yaitu TDS sebesar 24.200 mg/L, kadar klorida sebesar 19.500 mg/L Cl⁻, dengan suhu 25°C. Dengan hasil tersebut, ditentukan pengolahan menggunakan SWRO Unit tipe BETAQUA RO-SW8-15 dengan besar debit air baku sebesar 29,31 m³/jam, debit air olahan sebesar 10,26 m³/jam dan debit air reject sebesar 19,05 m³/jam. Air reject hasil olahan dimanfaatkan sebagai air nigari dan pemanfaatan wahana kolam apung di Wisata Bahari Lamongan. Analisa yang dilakukan untuk perencanaan pengolahan ini adalah analisa teknis dan ekonomis. Analisa teknis pada perencanaan ini dikatakan layak karena peralatan memenuhi kebutuhan untuk pengolahan, seperti tekanan pada *Reverse Osmosis* sebesar 12 bar, kapasitas debit untuk air baku dan air bersih memenuhi syarat. Sedangkan untuk analisa ekonomis, dibagi menjadi tiga kondisi antara lain : perencanaan dengan sistem konvensional, perencanaan dengan *Reverse Osmosis* metode tiket individual, dan perencanaan dengan sistem *Reverse Osmosis* metode tiket terusan. Dari ketiga kondisi tersebut, dipilih kondisi ketiga karena memenuhi secara ekonomis, dengan nilai NPV sebesar Rp 9.710.530.215 , nilai IRR sebesar 21% dimana nilai IRR lebih besar dari nilai MARR yaitu sebesar 13,5%.

Kata Kunci—IRR, NPV, *reverse osmosis*, Wisata Bahari Lamongan.

I. PENDAHULUAN

SAAT ini sangat sulit bagi beberapa masyarakat di beberapa daerah di Indonesia dalam memenuhi kebutuhan air bersih. Sehingga salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk penyediaan air bersih adalah dengan menggunakan sumber air yang ada, salah satunya dengan air laut. Namun, dalam pemanfaatannya, dibutuhkan pengolahan terlebih dahulu [1]. Air merupakan kebutuhan dasar manusia

yang penting bagi kelangsungan dan kualitas hidup manusia. Namun, tidak semua penduduk mendapatkan air bersih yang layak untuk digunakan. Wilayah pesisir pantai dan pulau-pulau kecil di tengah-tengah lautan merupakan salah satu daerah yang miskin akan sumber air bersih, sehingga menimbulkan masalah mengenai pemenuhan kebutuhan air bersih. Umumnya, daerah-daerah tersebut sumber airnya yang secara kuantitas tidak terbatas adalah air laut, namun dalam kualitas sangat buruk karena banyak mengandung kadar garam atau TDS (*Total Dissolved Solid*) [2]

Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan, bahwa semua air bersih yang berasal dari tandon Wisata Bahari Lamongan tidak memenuhi syarat air bersih sesuai PERMENKES RI NO.416/MENKES/PER/IX/1990. Semua air minum yang berasal dari galon memenuhi syarat air bersih PERMENKES RI NO.416/MENKES/PER/IX/1990. Air kolam renang tidak memenuhi syarat air bersih PERMENKES RI NO.416/MENKES/PER/IX/1990 [3]. Air laut di Wisata Bahari Lamongan tidak memenuhi syarat. Hal ini menunjukkan bahwa sumber air yang dijadikan sebagai kebutuhan air bersih di Wisata Bahari Lamongan masih belum dikatakan layak, sehingga dibutuhkan salah satu pengolahan air laut yang diharapkan nantinya dapat dijadikan sebagai salah satu sumber air bersih di Wisata Bahari Lamongan. Salah satu teknologi saat ini yang dapat digunakan yaitu teknologi *Reverse Osmosis*. Teknologi pengolahan ini telah dipakai di beberapa negara dan berfungsi untuk memasok kebutuhan air tawar untuk kota-kota di daerah tepi pantai yang langka akan sumber air tawar, sehingga diharapkan sistem *reverse osmosis* ini nantinya dapat menjadi salah satu alternatif untuk mengatasi kurangnya sumber air tawar di daerah pesisir di Indonesia [4].

II. METODE PERENCANAAN

Studi kelayakan perencanaan bangunan pengolahan air laut menjadi air bersih dengan bantuan *reverse osmosis* ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas air bersih yang akan dijadikan sebagai air untuk kebutuhan di Wisata Bahari Lamongan. Dalam melakukan studi ini dibutuhkan metode yang dapat membantu menentukan langkah-langkah yang sistematis.. Tahap perencanaan yang dilakukan diantaranya :

1. Studi Literatur
2. Pengumpulan Data

3. Analisis
4. Perencanaan proyeksi pengunjung dan kebutuhan air
5. Analisis data kelayakan teknis dan ekonomis

III. PEMBAHASAN

A. Perhitungan Pengunjung di Wisata Bahari Lamongan

Untuk melakukan proyeksi pengunjung, dibutuhkan data-data pengunjung dari tahun 2004 agar hasil proyeksi mendekati akurat. Berikut ditampilkan mengenai data pengunjung dari tahun 2004-2012 di Wisata Bahari Lamongan (lihat Tabel 1).

B. Perhitungan Kebutuhan Air di Wisata Bahari Lamongan

Dengan mempertimbangkan jumlah pengunjung yang datang di masa depan, perhitungan proyeksi kebutuhan air juga melihat daya dukung kawasan wisata guna mengetahui kemampuan daya tampung wisatawan di setiap satuan area tertentu. Dalam menghitung daya dukung kawasan wisata, digunakan metode Daya Dukung Kawasan (DDK), Berikut perhitungan DDK untuk Wisata Bahari Lamongan.

$$DDK = K \frac{Lp \times Wt}{Lt \times Wp}$$

Dimana :

K = maksimum wisatawan per satuan unit area = 1 orang per 10 m²

Lp = luas area yang dimanfaatkan
= luas Wisata Bahari Lamongan
= 17 ha = 170.000 m²

Lt = luas area untuk kategori tertentu = 10 m²

Wt = waktu yang disediakan oleh kawasan = 8 jam

Wp = waktu yang dihabiskan oleh pengunjung = 4 jam

Sehingga DDK untuk kawasan Wisata Bahari Lamongan adalah,

$$DDK = 1 \text{ orang} \frac{170.000 \text{ m}^2 \times 8 \text{ jam}}{10 \text{ m}^2 \times 4 \text{ jam}} = 34.000 \text{ orang}$$

Dengan mempertimbangkan jumlah pengunjung yang datang di masa depan, perhitungan proyeksi kebutuhan air bagi pengunjung yang akan datang, menggunakan standar Ditjen Cipta Karya, Departemen PU Tahun 1996 dimana kebutuhan air untuk obyek wisata sebesar 0,1-0,3 l/dtk/ha. Berikut perhitungannya :

- Asumsi kebutuhan air untuk kawasan pariwisata = 0,3 liter/detik/ha
- Total luas area Wisata Bahari Lamongan = 17 ha
- Penggunaan air untuk Wisata Bahari Lamongan :
= 0,3 liter/detik/ha x 17 ha
= 5,1 liter/detik
- Kebutuhan air per orang :
= 440.640 liter/hari / 34.000 orang
= 12,96 liter/orang/hari

Setelah diketahui kebutuhan air per orang per hari, ditentukan kebutuhan air setiap tahunnya. Pada perhitungan kebutuhan air ini, pengunjung yang datang setiap tahunnya tidak selalu sama, terjadi perbedaan jumlah pengunjung. Pada perencanaan ini, diasumsikan terdapat hari maksimum dimana jumlah pengunjung bertambah 2,5 kali dari hari biasa.

- Asumsi jumlah hari maksimum dalam 1 tahun = 40 hari

Tabel 1.
Hasil Proyeksi Kebutuhan Air

Tahun	Hasil Proyeksi Pengunjung
2013	1.363.230
2014	1.375.241
2015	1.660.957
2016	1.680.634
2017	1.672.381
2018	1.995.720
2019	1.998.038
2020	1.969.520
2021	2.330.483
2022	2.315.443

Tabel 2.
Kebutuhan Air di Wisata Bahari Lamongan

Jenis Pemakaian	Kebutuhan per tahun (m ³ /tahun)	Kebutuhan per hari (m ³ /hari)	Kebutuhan Air (l/dtk)
Kebutuhan Wisata Bahari Lamongan	30.200,1	177,64 ¹⁾	2,06
Kebutuhan untuk karyawan	539,27	1,48 ²⁾	0,017
Kebutuhan kolam apung	164.250	450 ²⁾	5,21
Total	194.989,37	629,12	7,287

- Asumsi jumlah hari biasa dalam 1 tahun = 325 hari
- X = Jumlah pengunjung di hari maksimum
- Y = Jumlah pengunjung di hari biasa.
- X = 2,5Y (asumsi)
- Contoh perhitungan penentuan jumlah pengunjung di hari biasa dan maksimum :
 Sesuai proyeksi yang dilakukan, pada tahun 2013 (jumlah pengunjung = 1.363.230)
 1.363.230 = 40X + 325Y
 1.363.230 = 100Y + 325Y
 1.363.230 = 425Y
 Y = 3207,6 = 3.208 pengunjung di hari biasa
 X = 2,5*(3.208) = 8.020 pengunjung di hari maksimum
- Total kebutuhan air di hari maksimum :
 Jumlah pemakaian air per hari = 12,96 ltr/org.hari x 8.020 orang = 103.939,2 ltr/hari = 103,94 m³/hari
 Jumlah pemakaian dalam satu tahun = 103,94 m³/hari x 40 hari = 4.157,6 m³/hari
- Total kebutuhan air di hari biasa :
 Jumlah pemakaian air per hari = 12,96 ltr/org.hari x 3.208 orang = 41.575,64 ltr/hari = 41,58 m³/tahun
 Jumlah pemakaian dalam satu tahun = 41,58 m³/hari x 325 hari = 13.513,5 m³/tahun
- Total pemakaian dalam satu tahun :
 Pemakaian air di hari maksimum dalam 1 tahun + pemakaian air di hari biasa dalam 1 tahun

$$\text{Total} = (4.157,6 + 13.513,5) \text{ m}^3/\text{hari} = 17.671,1 \text{ m}^3/\text{tahun}$$

Tabel 2 adalah total kebutuhan air di Wisata Bahari Lamongan setiap tahunnya mulai tahun 2013.

C. Perencanaan Reverse Osmosis di Wisata Bahari Lamongan

Pada perencanaan ini, air baku yang digunakan yaitu air laut di Wisata Bahari Lamongan, dimana jaraknya sejauh \pm 100 meter dari bibir pantai di Wisata Bahari Lamongan. Setelah dilakukan analisa terhadap air baku tersebut, terdapat beberapa parameter yang melebihi syarat air bersih PERMENKES RI No. 416 MENKES/PER/IX/90 dimana kadar *Total Dissolve Solid (TDS)* air baku yang diharuskan tidak boleh melebihi $1500 \text{ mg}/_1$, tetapi kadar air baku di Wisata Bahari Lamongan mencapai $24.200 \text{ mg}/_1$ dan kadar klorida yang diharuskan tidak melebihi $600 \text{ mg}/_1 \text{ Cl}^-$, namun hasil analisa air baku menyatakan kadar yang dimiliki mencapai $19.500 \text{ mg}/_1 \text{ Cl}$.

1. Penentuan Reverse Osmosis

Berdasarkan hasil kualitas air baku, parameter yang ingin direduksi yaitu kadar TDS dan kadar Klor. Sehingga, Sistem *Seawater Reverse Osmosis* pada perencanaan ini menggunakan SWRO yang sudah ada produknya di pasaran, dan sudah dalam bentuk paket. Sehingga penentuan SWRO yang ada ditentukan berdasarkan kebutuhan reduksi kadar dan kapasitas air yang dihasilkan, agar sesuai dengan kebutuhan di Wisata Bahari Lamongan sendiri. Sedangkan untuk pengolahan awal sebelum menuju unit RO, disesuaikan dengan unit RO yang sudah ditentukan.

Berikut perencanaan sistem SWRO di Wisata Bahari Lamongan, yang mencakup :

Intake

Berfungsi sebagai awal masuknya air baku menuju proses pengolahan awal.

Rapid Sand Filter

Berfungsi untuk mengurangi butiran-butiran pasir atau partikel yang bersifat halus.

Anti Scalant

Berfungsi untuk mengurangi kadar mineral yang menyebabkan terjadinya pengerasan.

Anti Foulant

Berfungsi untuk mengurangi kadar penyebab terjadinya penyumbatan.

RO Unit

Merupakan alat yang berfungsi sebagai proses akhir desalinasi yang hasil outputnya menghasilkan air bersih dan air dengan kadar garam tinggi.

Tangki Penampung Air Bersih

Tangki ini berfungsi untuk menampung air bersih hasil olahan di RO, tangki tersebut disesuaikan dengan kapasitas yang dihasilkan RO setiap hari yaitu $246,24 \text{ m}^3$.

Tangki Penampung Air Reject

Tangki ini berfungsi untuk menampung air kadar garam tinggi yang merupakan sisa hasil olahan di RO, tangki tersebut disesuaikan dengan kapasitas yang dihasilkan setiap hari yaitu $457,2 \text{ m}^3$.

2. Hasil Produk Sampingan

Kolam apung merupakan salah satu hasil produk sampingan yang memiliki nilai ekonomis cukup tinggi. Karena dengan adanya kolam apung dapat membantu meningkatkan pendapatan di Wisata Bahari Lamongan serta meningkatkan daya jual dari Wisata Bahari Lamongan sendiri karena semakin banyak wisatawan yang datang untuk mencoba wahana terbaru yaitu kolam apung.

Selain pemanfaatan hasil sampingan sebagai kolam apung, hasil sampingan juga dapat diolah sebagai air nigari. Air nigari selain cukup menambah pendapatan, juga memiliki cukup manfaat dalam kehidupan sehari-hari, antara lain :

1. Banyak sekali penggunaan tofu menggunakan nigari, nigari dimanfaatkan sebagai bahan penggumpal alami untuk pembentukan tofu.
2. Nigari dapat digunakan sebagai pelembut kulit, dengan mencampurkan air dan tetesan nigari dapat menghasilkan *lotion* yang membantu melembabkan kulit.
3. Selain untuk pelembab kulit, nigari bisa digunakan sebagai pencuci muka, dengan menambahkan tetesan nigari kedalam sabun cuci muka. Sehingga dapat membantu mengangkat flek-flek pada kulit.

Dengan melihat manfaat yang ada dari air nigari, dilakukan perencanaan untuk mengolah hasil sampingan menjadi air nigari. Namun, disini pengolahan dilakukan secara sederhana dengan menggunakan kolam evaporasi sehingga hanya menghasilkan air nigari alami yang belum dilakukan pengolahan lebih lanjut.

D. Cost Analysis

Pada perencanaan ini lebih direncanakan pada biaya pemakaian air dengan penggunaan alat-alat yang telah dipilih berdasarkan kebutuhan yang sesuai dengan kualitas dan kuantitas air baku di Wisata Bahari Lamongan.. Pada perencanaan ini direncanakan adanya wahana Kolam Apung, sehingga dapat membantu peningkatan pendapatan melalui pertambahan nilai tiket masuk di Wisata Bahari Lamongan.

a. Biaya investasi

Umur proyek : 10 tahun

- Sistem menggunakan sistem SWRO tipe RO-SW8-15 dalam 1 paket yang sesuai dengan kebutuhan dengan harga = USD 300.000 (Kurs beli Indonesia 1 USD = 9.762,00) = Rp 2.928.600.000
- Pompa intake tipe Grundfos NKE 32-200/219-A BAQE sebanyak 2 unit dengan harga Rp 69.000.000
- Tangki air bersih dan air reject menggunakan produk yang sama dengan kapasitas yang sama yaitu produk Pure Water Care dengan kapasitas 40.000 liter. Total tangki yang dibutuhkan yaitu 19 tangki, dengan harga setiap tangki = Rp 69.300.000. sehingga total biaya

Tabel 3.
Biaya Perawatan sistem Reverse Osmosis

Alat Pengolahan	Biaya
Pompa Intake	Rp 69.000.000
Rapid Sand Filter	Rp 9.762.000
Carbon Filter	Rp 11.714.400
Anti Scalant	Rp 7.809.600
Anti Foulant	Rp 7.809.600
Cartridge filter	Rp 9.762.000
Membran RO	Rp4.710.000.000
kolam garam	Rp 2.500.000
Total Biaya	Rp4.828.357.600

Tabel 4.
Total Biaya Selama 10 tahun

Jenis Biaya	Biaya selama 10 tahun
Biaya Investasi	Rp 5.147.225.000
Biaya Operasional	Rp 4.770.428.800
Biaya Listrik	Rp 4.528.376.193
Total biaya	Rp 14.446.029.993

Tabel 5.
Tarif baru terusan

Jenis Tiket	Tarif Lama	Tarif baru dengan adanya wahana
Tiket terusan untuk <i>Weekday</i>	Rp 40.000,-	Rp 45.000,-
Tiket terusan untuk <i>Weekend</i>	Rp 50.000,-	Rp 55.000,-

Tabel 6.
Biaya Perawatan sistem Reverse Osmosis

Tahun	batas minimal pengunjung (35%)	Pendapatan dari per pengunjung	total pendapatan
2013	477.131	Rp 5.000	Rp2.385.652.500
2014	481.334	Rp 5.000	Rp2.406.671.750
2015	581.335	Rp 5.000	Rp2.906.674.750
2016	588.222	Rp 5.000	Rp2.941.109.500
2017	585.333	Rp 5.000	Rp2.926.666.750
2018	698.502	Rp 5.000	Rp3.492.510.000
2019	699.313	Rp 5.000	Rp3.496.566.500
2020	689.332	Rp 5.000	Rp3.446.660.000
2021	815.669	Rp 5.000	Rp4.078.345.250
2022	810.405	Rp 5.000	Rp4.052.025.250
Biaya Pemasukan			Rp32.132.882.250

untuk 19 tangki = Rp 69.300.000 x 19 tangki = Rp 1.316.700.000

- Biaya untuk membuat kolam apung = Rp 862.500.000
- Biaya untuk membuat kolam garam = Rp 5.725.000
- Total biaya yang dibutuhkan = Rp 5.666.897.500

b. Biaya operasional

Biaya operasional yang dibutuhkan untuk sistem SWRO ini dilakukan untuk perawatan dari sistem SWRO tersebut. Dimana perawatan dilakukan pada setiap bagian dari Reverse Osmosis. Pergantian unit-unit dilakukan

untuk menghindari kerusakan alat dan menjaga umur proyek agar dapat terus dipakai. Pergantian unit-unit tersebut bervariasi, bermula dari setiap kurun waktu 3-6 bulan dan 6-12 bulan.

c. Biaya listrik

Pada perencanaan ini, biaya pemakaian listrik dari setiap alat pengolahan yaitu :

• Intake

Pompa yang dipakai yaitu pompa Grundfos NKE 32-200/219-A BAQE yang memiliki daya 11kW, sehingga perhitungannya :

- Biaya selama 1 hari = 11 kW x 24 jam/hari x Rp 915 = Rp 241.560

Biaya selama 1 tahun yaitu : Rp 241.560 x 365 hari/tahun = Rp 88.169.400 /tahun (lihat Tabel 3 dan Tabel 4)

d. Pemasukan dari Kolam apung

Kolam apung yang direncanakan membutuhkan air kadar garam tinggi sebesar 450 m³/hari, dengan operasi dalam 1 hari yaitu 8 jam. Sehingga setiap jam membutuhkan sekitar 18,75m³/jam.. Dengan kolam apung, dibuat tarif tiket masuk terusan di Wisata Bahari Lamongan (lihat Tabel 5). Dengan penggunaan tarif baru di Wisata Bahari Lamongan, direncanakan pengunjung yang datang sebesar 35% dari proyeksi pengunjung di Wisata Bahari Lamongan. Maka pendapatannya, dapat dilihat pada Tabel 6.

e. Pemasukan dari Air Nigari

Air nigarin merupakan air tua atau air sisa hasil kristalisasi garam yang masih mengandung ion-ion yang dapat dimanfaatkan oleh tubuh manusia seperti kandungan magnesium yang tidak ikut menguap saat membuat produksi garam.

- Standar ketinggian kolam evaporasi garam = 30 cm
- Volume air reject yang dimanfaatkan = 7,2 m³/hari
- Jumlah kolam evaporasi = 10 kolam (sesuai kolam untuk evaporasi garam)
- Luas permukaan bak = 7,2 m³/0,3 m = 24 m²
- Ketinggian air nigarin yang dihasilkan = 10 cm dari bak kolam
- Volume air nigarin yang dihasilkan tiap bak : = 0,1 m x 24 m² = 2,4 m³/bak
- Total sekali produksi : = 2,4 m³/bak x 1 bak = 2,4 m³/bak = 2.400 l/bak
- Penghasilan air nigari sebanyak 2.400liter/10 hari hanya berlaku untuk 10 hari pengisian pertama, selanjutnya air nigari dihasilkan setiap hari.
- Harga jual air nigarin sebelum diolah = Rp 2.000,00/20 l
- Sehingga nominal yang diperoleh dari produksi air nigarin sebesar : = 2.400 l/10_{hari pertama} x Rp 2.000,00/20 l = Rp 240.000,00/10_{hari pertama}
- Selanjutnya dihasilkan air nigari setiap hari. Pada tahun pertama :

$$= 2.400 \text{ l/hari} \times \text{Rp } 2.000/20 \text{ l} \times 355 \text{ hari/tahun}$$

$$= \text{Rp } 85.200.000 \text{ /tahun}$$

$$= \text{Rp } 240.000 + \text{Rp } 85.200.000 = \text{Rp } 85.440.000/\text{tahun}$$

Pada tahun selanjutnya :

$$= 2.400 \text{ l/hari} \times \text{Rp } 2.000/20 \text{ l} \times 365 \text{ hari/tahun}$$

$$= \text{Rp } 87.600.000/\text{tahun.}$$

E. Analisis Kelayakan Teknis

Pada perencanaan ini, sistem SWRO yang direncanakan karena menggunakan sistem 1 paket dari produk BETAQUA , sehingga hasil air olahan (air bersih dan air kadar garam tinggi) sudah memenuhi kebutuhan air di Wisata Bahari Lamongan.

Untuk hasil olahan air yang berupa air tawar, jumlah air yang dibutuhkan sesuai hasil perhitungan yaitu 7,46 m³/jam (179,04 m³/hari). Sesuai dengan hasil olahan air bersih RO Unit tipe RO-SW8-15 yaitu 10,26 m³/jam atau setara dengan 246,24 m³/hari. Sehingga memenuhi kebutuhan yang ada. Hal ini juga didukung dengan adanya perhitungan tekanan dan *salt rejection* jika menggunakan alat RO tersebut

F. Analisis Kelayakan Ekonomis

- Biaya investasi awal

Biaya investasi awal pada kondisi pertama adalah biaya total. Biaya investasi awal terdiri dari biaya langsung dan tak langsung. Biaya langsung merupakan biaya untuk membeli peralatan *Reverse Osmosis*, pompa intake dan pembelian tangki penampung air bersih dan air reject dengan biaya total sebesar Rp 5.151.725.000. sedangkan biaya tak langsung merupakan biaya tak terduga, di kondisi pertama direncanakan biaya tak terduga sebesar 10% biaya langsung, yaitu sebesar Rp 515.172.500. Sehingga biaya investasi awal sebesar **Rp 5.666.897.500.**

- Peminjaman uang ke Bank

Pada perencanaan ini, dilakukan peminjaman ke salah satu bank konvensional yaitu Bank Mandiri. Bank tersebut memiliki nilai suku bunga kredit 13,5% per tahun, dimana Bank Mandiri mampu memberikan pinjaman maksimal 65% dari biaya total, sehingga dalam hal ini pihak Bank Mandiri mampu memberikan pinjaman sebesar Rp 3.683.483.375 dengan jangka waktu pembayaran selama 15 tahun. Sehingga bunga yang harus dibayar dihitung menggunakan persamaan 3.5 adalah :

- Bunga per tahun :
 - Bunga = induk modal x presentase bunga
 - Bunga = Rp 3.683.483.375 x 13,5%
 - Bunga = Rp 497.270.255,625 / tahun

Selain bunga yang harus dibayar setiap tahunnya, induk modalpun harus dibayar setiap tahunnya, untuk menentukan jumlah cicilan yang harus dibayar dapat menggunakan perhitungan (A/P) pada persamaan 3.9, yaitu :

$$(A/P) = \frac{i(1+i)^N}{(1+i)^N - 1}$$

$$A = P \left[\frac{i(1+i)^N}{(1+i)^N - 1} \right]$$

$$A = \text{Rp } 3.683.483.375 \left[\frac{13,5\% (1+13,5\%)^9}{(1+13,5\%)^9 - 1} \right]$$

$$A = \text{Rp } 3.683.483.375 * 0,1985$$

$$A = \text{Rp } 731.171.449,9375$$

Dengan perhitungan tersebut, setiap tahunnya jumlah cicilan yang harus dibayar sebesar Rp 731.171.449,9375 dengan bunga per tahun Rp 497.270.255,625 / tahun. Sehingga total yang harus dibayar yaitu sebesar Rp 1.228.441.705,5625/ tahun.

- Biaya pengeluaran

Biaya pengeluaran pada kondisi kedua diantaranya biaya operasional dan biaya perawatan alat.

- Biaya operasional

Biaya operasional pada perencanaan ini merupakan biaya listrik yang dibutuhkan untuk mengoperasikan unit RO selama 10 tahun. Biaya perawatan

Biaya perawatan merupakan biaya pergantian filter-filter yang ada pada unit RO, serta perawatan untuk kolam garam. Biaya yang dibutuhkan untuk melakukan pergantian selama 10 tahun sebesar Rp 4.828.357.600.

- Biaya pemasukan

- Kolam apung
Biaya total selama 10 tahun menghasilkan pendapatan total **Rp 32.132.882.250.**
- Air nigari
Biaya air nigari dengan total pendapatan selama 10 tahun sebesar **Rp 873.840.000**

Setelah melihat diagram aliran kas pada lampiran B di kondisi pertama, didapatkan nilai NPV dari kondisi ini dengan menggunakan bantuan rumus pada persamaan 3.6, yaitu :

$$\text{NPV} = 774.559.394 (P/F, 13,5\%, 1) + 793.400.328 (P/F, 13,5\%, 2) + 1.289.041.729 (P/F, 13,5\%, 3) + 1.319.061.164 (P/F, 13,5\%, 4) + 1.297.658.945 (P/F, 13,5\%, 5) + 1.792.498.132 (P/F, 13,5\%, 6) + 1.861.005.529 (P/F, 13,5\%, 7) + 1.806.504.434 (P/F, 13,5\%, 8) + 2.433.549.144 (P/F, 13,5\%, 9) + 2.402.542.198 (P/F, 13,5\%, 10)$$

$$\text{NPV} = \text{Rp } 7.380.834.314$$

Setelah didapat nilai NPV, dilakukan perhitungan menggunakan metode IRR dan *Payback Period* untuk kondisi ketiga, karena pada kondisi ketiga nilai NPV positif.

$$\text{NPW} = \text{PW}_R - \text{PW}_E = 0$$

$$\text{Dimana } \text{PW}_R = \text{Rp } 33.006.722.250 \text{ (Total nilai pemasukan selama 10 tahun)}$$

$$\text{PW}_E = \text{Rp } 5.666.897.500 \text{ (Biaya investasi awal), sehingga :}$$

$$\text{NPW} = \text{Rp } 33.006.722.250 (P/F, i\%, 10) - \text{Rp } 5.666.897.500$$

$$(P/F, i\%, 10) = \frac{\text{Rp } 5.666.897.500}{\text{Rp } 33.006.722.250}$$

$$(P/F, i\%, 10) = 0,1716$$

Dengan melihat nilai P/F sama dengan 0,1716, dilakukan interpolasi dengan nilai bunga terdekat, yaitu i% = 20% (0,1615) dan i% = 18% (0,1911). Dengan kedua angka tersebut, dilakukan interpolasi, yaitu :

$$\frac{18-i}{18-20} = \frac{0,1911-0,1716}{0,1911-0,1615}$$

$$\frac{20-i}{20-25} = \frac{0,0195}{0,0296}$$

$$\frac{18-i}{18-20} = 0,65$$

$$18\% - i\% = -2\% \times 0,65$$

$$i\% = 18\% + (2\% \times 0,65) = 19,3\%$$

Setelah dilakukan perhitungan, didapat nilai IRR sebesar 19,3%, ini menyimpulkan bahwa setelah dilakukan analisa IRR, alternatif ketiga layak dijalankan karena nilai IRR > MARR yaitu 19,3% > 13,5%. Lalu setelah NPV dan IRR dikatakan layak, dilakukan perhitungan *Payback Period* untuk mengetahui pada tahun seberapa proyek dengan kondisi ketiga mengalami pengembalian. Perhitungan ini menggunakan rumus sesuai pada persamaan 3.13, yaitu :

$$0 = -5.666.897.500 + 1.576.982.100 (P/A, 13,5\%, N)$$

$$5.666.897.500 = 1.576.982.100 \left[\frac{(1+13,5\%)^N - 1}{13,5\% (1+13,5\%)^N} \right]$$

$$3,5935 = \left[\frac{(1+13,5\%)^N - 1}{13,5\% (1+13,5\%)^N} \right]$$

$$N = 5,24 \approx 6 \text{ tahun}$$

Sehingga, dengan perhitungan tersebut dapat dilihat bahwa investasi mengalami pengembalian pada tahun ke-6. Berdasarkan semua analisa, dimulai dari analisa NPV, IRR, dan *payback period*, dikatakan layak untuk dijalankan.

IV. RINGKASAN

Kesimpulan dari perencanaan ini adalah :

1. Berdasarkan hasil kualitas air baku di Wisata Bahari Lamongan, perhitungan proyeksi pengunjung dan kebutuhan air di Wisata Bahari Lamongan didapatkan produk Reverse Osmosis dengan tipe SWRO BETAQUA tipe RO-SW8-15 dengan kapasitas debit air baku sebesar 29,31 m³/jam, debit air hasil olahan sebesar 10,26 m³/jam, serta debit air sisa olahan sebesar 19,05 m³/jam.
2. Air sisa hasil olahan di Reverse Osmosis dimanfaatkan sebagai kolam apung dan air nigari yang memberikan keuntungan dari segi ekonomi untuk perencanaan, dengan keuntungan kolam apung selama 10 tahun sebanyak Rp 32.132.882.250 dan keuntungan air nigari selama 10 tahun sebanyak Rp 873.840.000.
3. Perencanaan pengolahan ini dilakukan analisis secara teknis dan ekonomis. Perencanaan ini layak secara teknis dimana berdasarkan perhitungan, tekanan air yang masuk sebesar 12 bar, hal ini sesuai dengan karakteristik pada produk Reverse Osmosis dengan tekanan minimal 2 bar. Secara ekonomis perencanaan ini dikatakan layak karena nilai NPV bernilai positif sebesar Rp 7.380.834.314 dengan nilai IRR sebesar 19,3% dimana nilai IRR lebih besar dari nilai MARR dari Bank Mandiri yaitu sebesar 13,5%, dengan lama pengembalian setelah 6 tahun berdasarkan metode *payback period*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Said, N. I. 2010. *Pengolahan Payau Menjadi Air Minum dengan Teknologi Reverse Osmosis*. Jakarta.
- [2] Pujawan, IN. 2009. *Ekonomi Teknik*. Surabaya : Guna Widya.
- [3] Amaliya, RW, 2007. *Analisis Finansial Usaha Tambak Garam Di Desa Pinggirpas, Kecamatan Kalianget, Kabupaten Sumenep, Provinsi Jawa Timur*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. IPB.
- [4] Ancol. 2010. *Sensasi Laut Mati di Kolam Apung Atlantis*. <http://www.ancol.com/berita/detail/241/sensasi.laut.mati.di.kolam.apung.g.atlantis>. Diakses pada tanggal 15 Februari 2013.
- [5] Arie, H. N., Nusa, I. D., dan Haryoto, I. 1996. *Studi Kelayakan Teknis dan Ekonomis Unit Pengolahan Air Sistem Reverse Osmosis Kapasitas 500 m³/hari untuk Perusahaan Minyak Lepas Pantai*. P.T Paramita Binasarana. Jakarta.
- [6] Ariyanti, D. dan Widiasta, I. N. 2011. *Aplikasi Teknologi Reverse Osmosis untuk Pemurnian Air Skala Rumah Tangga*. TEKNIK-Vol. 32 No. Tahun 2011. ISSN 0852-1897.
- [7] Dirjen Cipta Karya PU. 2012. *Teknologi Reverse Osmosis Ubah Air Laut Jadi Air Minum*. <http://ciptakarya.pu.go.id/v3/?act=vin&nid=1159>. Diakses pada tanggal 25 Februari 2012.
- [8] Eckenfelder, W. 2000. *Industrial Water Pollution Control*. Third edition, Mc Graw-Hill. Inc. New York.
- [9] Edward, H.S., Pinem, J.A., Adha, M.H., 2009. *Kinerja Membran Reverse Osmosis Terhadap Rejeksi Sintetis*. Jurnal Sains dan Teknologi 8 (1), Maret 2009 : 1-5
- [10] EPA (U.S. Environmental Protection Agency). 1979. *National secondary drinking water regulations, final rule*. Federal Register 44 (140) : 42195-42202.
- [11] 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.
- [12] Freeze, R. A., and J.A. Cherry. 1979. *Groundwater*. Upper Saddle River, NJ : Prentice-Hall.
- [13] Handayawati, H. 2010. *Potensi Wisata Alam Pantai-Bahari*. PM PSLP PPSUB
- [14] Heitmann, G. 1990. *Saline Water Processing*. VCH Publishers, New York.
- [15] Nassa, A. dan Dwirianti D. 2004. *Pengaruh Trans Membrane Pressure dan Permeabilitas pada Rejeksi Membran Ultrafiltrasi*. Jurusan Teknik Lingkungan. FTSP-ITS.
- [16] PDAM Lamongan. 2008
- [17] Purbani, D. 2002. *Proses Pembentukan Kristalisasi Garam*. Pusat Riset Wilayah Laut dan Sumberdaya Nonhayati Badan Riset Kelautan dan Perikanan. Departemen Kelautan dan Perikanan.