	SKRIPSI BACHELOR THESIS	Dept. of Marine Engineering Faculty of Marine Technology - ITS
	Lembar Persetujuan Ujian Tugas Akhir	Rev. 00
		Juli 2020

LEMBAR PERSETUJUAN

Ujian Tugas Akhir

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Pembimbing : Sutopo Purwono Fitri, S.T., M.Eng., Ph.D.
 NIP. 197510062002121003

Dengan ini menyatakan :

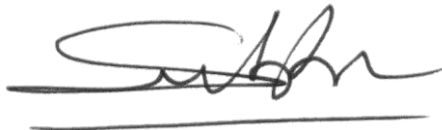
Menyetujui bahwa mahasiswa yang bersangkutan untuk mengikuti Ujian Tugas Akhir (P3).

Dari mahasiswa :

Nama : Rheza Fakhrezi Pratama
 NRP : 042116400000013
 Program Studi : S1 Teknik Sistem Perkapalan - Reguler
 Judul Skripsi : ANALISA EKONOMI DESAIN SISTEM
 DESALINASI *REVERSE OSMOSIS* (RO) DI
 WILAYAH PESISIR

Surabaya, 25 Juli 2020

Dosen Pembimbing



Sutopo Purwono Fitri, S.T., M.Eng., Ph.D.
 NIP. 197510062002121003



TUGAS AKHIR - ME184834

ANALISA EKONOMI DESAIN SISTEM DESALINASI *REVERSE OSMOSIS* (RO) DI WILAYAH PESISIR

RHEZA FAKHREZI PRATAMA
NRP 04211640000013

DOSEN PEMBIMBING
Sutopo Purwono Fitri, S.T., M.Eng., Ph.D.

DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2020



TUGAS AKHIR - ME184834

ANALISA EKONOMI DESAIN SISTEM DESALINASI *REVERSE OSMOSIS* (RO) DI WILAYAH PESISIR

RHEZA FAKHREZI PRATAMA
NRP 0421164000013

DOSEN PEMBIMBING
Sutopo Purwono Fitri, S.T., M.Eng., Ph.D.

**DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2020**

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



BACHELOR THESIS - ME184834

**ECONOMIC ANALYSIS OF REVERSE OSMOSIS (RO)
DESALINATION SYSTEM IN COASTAL AREAS**

RHEZA FAKHREZI PRATAMA
0421164000013

SUPERVISOR
Sutopo Purwono Fitri, S.T., M.Eng., Ph.D

**DEPARTMENT OF MARINE ENGINEERING
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA
2020**

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISA EKONOMI DARI DESAIN SISTEM DESALINASI *REVERSE OSMOSIS (RO)* DI WILAYAH PESISIR

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Pada

Bidang Studi *Marine Machinery Fluid and System (MMS)*

Program S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

Rheza Fakhrezi Pratama
NRP 0421164000013

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

Sutopo Purwono Fitri, S.T., M.Eng., Ph.D
NIP. 197510062002121003

()

SURABAYA
2020

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISA EKONOMI DESAIN SISTEM DESALINASI REVERSE OSMOSI (RO) DI WILAYAH PESISIR

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada

Bidang Studi *Marine Machinery Fluid and System (MMS)*
Program S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

Rheza Fakhrezi Pratama
NRP 0421164000013

Disetujui Oleh,
Kepala Departemen Teknik Sistem Perkapalan :



Beny Cahyono, ST, MT, Ph.D.
NIP 197903192008011008

SURABAYA
AGUSTUS 2020

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

ANALISA EKONOMI DARI DESAIN SISTEM DESALINASI *REVERSE OSMOSIS* (RO) DI WILAYAH PESISIR

Nama Mahasiswa : Rheza Fakhrezi Pratama
NRP : 0421164000013
Jurusan : Teknik Sistem Perkapalan
Dosen Pembimbing : Sutopo Purwono Fitri, S.T., M.Eng., PhD

Abstrak

Peningkatan jumlah kebutuhan air bersih menjadikan air laut layak digunakan untuk sumber alternatif. Namun untuk membuat air laut dapat digunakan untuk kehidupan sehari-hari membutuhkan alat yang dapat memisahkan bahan-bahan atau partikel-partikel yang terkandung pada air laut. Teknologi desalinasi menggunakan membran Reverse Osmosis (RO) mampu memisahkan kontaminan di dalam air laut yang diantaranya adalah partikel padat, kekeruhan, bakteri, virus, warna, senyawa organik dan padatan terlarut. Analisa Ekonomi dilakukan untuk mengetahui nilai ekonomis desain sistem desalinasi air laut dengan reverse osmosis (RO) untuk produksi air tawar bagi penyediaan air bersih bagi masyarakat sekitar wilayah pesisir.

Pada tugas akhir ini, sistem desalinasi Reverse Osmosis (RO) dirancang dengan kapasitas produksi air tawar sebesar 100 m³/hari untuk memenuhi konsumsi 1000 warga masyarakat pesisir. Analisa ekonomi ini menggunakan beberapa metode yaitu NPV, IRR dan Payback period. Pada perhitungan nilai NPV menggunakan suku bunga 12%-14% yang merupakan suku bunga rata-rata di Indonesia dan mendapatkan nilai positif. Untuk nilai IRR yang didapatkan pada perhitungan ini lebih besar dari suku Bunga pada deposito dan reksadana sehingga NPV dan IRR memberikan hasil bahwa instalasi ini layak untuk dibangun. Untuk laju pengembalian investasi dikembalikan dalam jangka waktu 4 tahun dengan pendapatan pertahun Rp. 45.395.871,00.

Kata Kunci: Analisa Ekonomi, Sistem Desalinasi, *Reverse Osmosis*, Air Tawar

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

ECONOMIC ANALYSIS OF REVERSE OSMOSIS (RO) DESALINATION SYSTEM IN COASTAL AREAS

Student Name : Rheza Fakhrezi Pratama
NRP : 0421164000013
Department : Teknik Sistem Perkapalan
Supervisor : Sutopo Purwono Fitri, S.T., M.Eng., PhD

Abstract

Increasing the amount of clean water needs to make seawater suitable for alternative sources. However, to make sea water can be used for daily life requires tools that can separate materials or particles contained in seawater. Desalination technology uses a Reverse Osmosis (RO) membrane capable of separating contaminants in seawater, including solid particles, turbidity, bacteria, viruses, colors, organic compounds and dissolved solids. Economic analysis is carried out to determine the economic value of the design of seawater desalination systems with reverse osmosis (RO) for the production of fresh water for the supply of clean water to communities around the coastal area.

In this final project, the Reverse Osmosis desalination system (RO) is designed with a fresh water production capacity of 100 m³/day to meet the consumption of 1000 residents of coastal communities. This economic analysis uses several methods, namely NPV, IRR and Payback period. On the calculation of the NPV value uses an interest rate of 12% -14% which is the average interest rate in Indonesia and gets a positive value. For the IRR value obtained in this calculation is greater than Interest rates on deposits and mutual funds so that the NPV and IRR give results that this installation is feasible to build. For a rate of return on investment returned within a period of 4 years with annual income of Rp. 45.395.871,00.

Keyword(s): Economic Analysis, Desalination System, Reverse Osmosis, Freshwater

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan bimbingan-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Analisa Ekonomi dari Desain Desalinasi Reverso Osmosis (RO) Di Wilayah Pesisir”. Tugas Akhir ini merupakan salah satu persyaratan yang harus diselesaikan untuk kelulusan Program Studi Sarjana Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Dalam kesempatan ini, tidak lupa penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu menyelesaikan Tugas Akhir ini. Secara khusus penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua penulis Bapak Wawan Setiawan dan Ibu Mamik Ratnawati yang selalu memberikan dukungan dari hari pertama kuliah sampai sekarang di tahap akhir perkuliahan
2. Bapak Sutopo Purwono Fitri, S.T., M.Eng., Ph.D. yang selalu mengarahkan dan membimbing penulis dengan sabar selama pengerjaan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Beny Cahyono, ST., MT., Ph.D. selaku Kepala Departemen Teknik Sistem Perkapalan.
4. Bapak Ir, Amiadji M.sc. selaku Dosen Wali yang selalu memberikan motivasi dan dukungan untuk penulis.
5. Teman – teman member laboratorium “*Marine Machinery Fluid and System Laboratory (MMS)*” selalu menemani jalannya penulisan tugas akhir ini.
6. Rheny Trie Oktania R yang selalu memberikan dukungan selama berkuliah dan menjadi tempat bertukar pikiran.
7. Teman – teman Voyage’16 yang selalu memberikan dukungan.
8. Serta semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa laporan Tugas Akhir ini belumlah sempurna, oleh karena itu saran dan kritik yang membangun dari pembaca sangat dibutuhkan untuk penyempurnaan laporan Tugas Akhir ini.

Surabaya, Juli 2020

Penulis

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xivii
DAFTAR TABEL	xivi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Manfaat.....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Desalinasi Air Laut.....	3
2.1.1 Air Tawar.....	3
2.1.2 Air Tawar.....	3
2.1.3 Jenis Desalinasi.....	3
2.1.3 Keunggulan Sistem Desalinasi dengan Membran <i>Reverse Osmosis</i> (RO).....	4
2.2 Perancangan Sistem.....	5
2.2.1 <i>Reverse Osmosis</i> (RO).....	5
2.3 Komponen-komponen pada Sistem Membran <i>Reverse Osmosis</i>	5
2.3.1 <i>Feedwater Pump</i>	5
2.3.2 <i>Feedwater Tank</i>	5
2.3.3 <i>Ultrafiltration</i>	5
2.3.4 <i>Valve</i>	6
2.3.5 Tangki Penampung Air Olahan	6
2.3.6 RO <i>Feedwater Pump</i>	6
2.3.7 Membran <i>Reverse Osmosis</i>	6
2.3.8 Pipa Instalasi	6
2.3.9 UF <i>Feedwater Pump</i>	6

2.4 Penerapan Sistem Membran <i>Reverse Osmosis</i> (RO) di Wilayah Pesisir	6
2.4.1 Wilayah Pesisir	6
2.4.2 Karakteristik Air Laut	6
2.4.3 Standar Baku Mutu Air	7
2.5 Ekonomi Teknik.....	9
2.5.1 Biaya.....	9
2.4.2 Metode Evaluasi Investasi.....	10
BAB III METODOLOGI.....	14
3.1 Diagram Alir	14
3.2 Identifikasi dan Perumusan Masalah.....	14
3.3 Studi Literatur	15
3.4 Pengumpulan Data	15
3.5 Analisa Ekonomi	15
3.6 Validasi Analisa Ekonomi Rancangan Sistem <i>Reverse Osmosis</i> (RO)	16
BAB IV ANALISA DATA.....	17
4.1 Analisa Proses Sistem Desalinasi <i>Reverse Osmosis</i>	17
4.2 Spesifikasi Teknis Peralatan Yang Digunakan.....	19
4.3 Analisa Ekonomi	19
4.3.1 Biaya Desalinasi	20
4.3.2 Perhitungan Pemasukan	21
4.3.3 <i>Payback Period</i>	23
4.3.4 <i>Net Present Value</i>	25
4.3.5 <i>Internal Rate of Return</i>	26
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	29
5.1 Kesimpulan	29
5.2 Saran	29
DAFTAR PUSTAKA.....	30
LAMPIRAN	31
BIODATA PENULIS.....	38

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema Jenis Proses Desalinasi	4
Gambar 2.2 Karakteristik Air Laut	7
Gambar 3.1 Diagram Alir	14
Gambar 4.1 Desain Sistem Desalinasi <i>Reverse Osmosis</i>	17
Gambar 4.2 Grafik Pemasukan	22
Gambar 4.3 Grafik <i>Payback Period</i>	24
Gambar 4.4 Grafik <i>Net Present Value</i>	25
Gambar 4.5 Grafik <i>Internal Rate of Return</i>	28

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Parameter Fisik dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk Media Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi	8
Tabel 2.2 Parameter Kimia dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk Media Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi	8
Tabel 2.3 Parameter Kimia dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk Media Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi	8
Tabel 4.1 Daftar Spesifikasi Peralatan	19
Tabel 4.2 Daftar Harga Komponen	20
Tabel 4.3 Perhitungan Harga Produksi Air	20
Tabel 4.4 Perhitungan Pemasukan	21
Tabel 4.5 <i>Payback Period</i>	23
Tabel 4.6 <i>Net Present Value</i>	25
Tabel 4.7 <i>Internal Rate of Returns</i>	26

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pesisir dalam pengertian secara umum merupakan kawasan peralihan antara daratan dan lautan atau daerah pertemuan antara daratan dan lautan. Wilayah pesisir terdiri dari beberapa ekosistem dengan komposisi penyusun ekosistem yang berbeda. Ekosistem yang dapat ditemukan di wilayah pesisir antara lain ekosistem mangrove, ekosistem padang lamun dan ekosistem terumbu karang. Pada tiap ekosistem disusun oleh komponen yang berbeda yang menjadikan pesisir memiliki tingkat keanekaragaman yang tinggi.

Lebih dari 60% atau sekitar 140 juta penduduk Indonesia tinggal pada radius 50 kilometer dari garis pantai (DKP, 2002). Namun sudah dalam beberapa dekade terakhir ini, ketersediaan air bersih untuk warga yang berada di wilayah pesisir semakin sulit. Hal tersebut dapat dilihat dari semakin besarnya biaya untuk konsumsi air bersih dari 10.666 desa yang tersebar di seluruh Indonesia.

Akses air bersih masyarakat pesisir semakin memburuk dari waktu ke waktu. Kebutuhan air tawar untuk warga disekitar daerah pesisir adalah hal yang sangat penting yang biasa digunakan untuk minum dan memasak. Minimnya sarana pelayanan dan buruknya kualitas lingkungan di kampung-kampung nelayan menyebabkan masyarakat pesisir harus membeli air bersih untuk memenuhi kebutuhan setiap hari. Rata rata pemakaian air untuk rumah tangga di Indonesia sebesar 144 liter per orang setiap harinya. Air bersih tersebut digunakan untuk minum, masak, mencuci pakaian, mandi, membersihkan rumah serta untuk keperluan ibadah.

Air bersih yang disediakan PDAM Jawa Timur untuk 1m³ yaitu berkisar diantara Rp. 350,00 – Rp. 1.800,00. Data statistik menjelaskan bahwa presentasi banyaknya rumah tangga dan sumber air minum yang digunakan di berbagai daerah di Indonesia sangat bervariasi tergantung dari kondisi geografisnya. Secara nasional dapat ditampilkan sebagai berikut yaitu rumah tangga yang menggunakan air leding 16,08 %, air tanah dengan memakai pompa 11,61 %, air sumur (perigi) 49,92 %, mata air (air sumber) 13,92 %, air sungai 4,91 %, air hujan 2,62 % dan lainnya 0,80 %.

Dilihat presentase diatas bahwa pemakaian air dari mata air, air tanah dan air sungai paling banyak digunakan, akan tetapi permasalahan yang timbul yaitu sering dijumpai bahwa kualitas air tanah maupun air sungai yang digunakan masyarakat masih kurang memenuhi syarat untuk dapat digunakan untuk kehidupan sehari hari dan tidak layak untuk digunakan sebagai air minum.

Oleh karena itu, dari kuantitas pelayanan air minum masih sangat terbatas dan tidak mampu untuk memenuhi kebutuhan, peningkatan jumlah kebutuhan air bersih menjadikan air laut layak digunakan untuk sumber alternatif. Namun untuk membuat air laut dapat digunakan untuk kehidupan sehari hari membutuhkan alat yang dapat memisahkan bahan bahan atau partikel partikel yang terkandung pada air laut. Teknologi desalinasi menggunakan membran *Reverse Osmosis* (RO) mampu memisahkan kontaminan di dalam air laut yang diantaranya adalah partikel padat, kekeruhan, bakteri, virus, warna, senyawa organik dan padatan terlarut.

Biaya yang dibutuhkan untuk membuat desalinasi air laut menggunakan *Reverse Osmosis* sangat dipengaruhi oleh kapasitas dan lokasi instalasi akan dibuat. Sistem desalinasi air laut dengan *Reverse Osmosis* di Indonesia terbilang masih baru sehingga masih diperlukan gambaran tentang biaya desalinasi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan nilai ekonomis desain sistem desalinasi Reverse Osmosis (RO) untuk produksi air tawar bagi penyediaan air bersih bagi masyarakat sekitar wilayah pesisir.

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana nilai ekonomi dari sistem desalinasi *Reverse Osmosis* (RO) untuk penyediaan air tawar bagi masyarakat wilayah pesisir?

1.3 Tujuan

Mengetahui nilai ekonomi dari rancangan sistem desalinasi *Reverse Osmosis* (RO) berdasarkan metode metode yang terdiri dari *Net Present Value*, *Internal Rate of Return*, dan *Payback Period*.

1.4 Batasan Masalah

- Membandingkan harga jual air tawar dari PDAM dengan air tawar yang diperoleh dari Membran *Reverse Osmosis* (RO)

1.5 Manfaat

Kegunaan dan manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Dengan adanya rancangan system ini diharapkan dapat diaplikasikan sebagai penyediaan air tawar untuk masyarakat wilayah pesisir.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Desalinasi Air Laut

Desalinasi air laut adalah suatu proses yang memisahkan kadar garam dari air tawar. Proses ini dapat dilakukan dalam beberapa cara, tapi tujuannya adalah sama, yaitu mendapatkan air bersih dari air laut atau air payau. Kualitas air ini ditentukan oleh *total dissolve solid* (TDS) yang mempunyai satuan *part per million* (ppm) yang dinyatakan dengan makin kecil ppm maka makin baik kualitas air yang dihasilkan (Nugroho, 2004).

Teknologi desalinasi dimulai di awal abad ke 19, yang ditandai dengan adanya teknologi submerge tube. Selama 40 tahun awal, perkembangannya tidak begitu menonjol. Teknologi desalinasi ini justru cepat berkembang ketika perang dunia II terjadi di awal tahun 1940. Peristiwa itu mengakibatkan tingginya kebutuhan pasokan air minum bagi prajurit yang berada di daerah terpencil.

Pada akhir tahun 1960, instalasi desalinasi jenis thermal sudah dapat menghasilkan air bersih sebanyak 8000 m³/hari atau 2 mgd. (1m³ = 4000 mgd USA). Di awal tahun 1970, teknologi membran seperti electro dyallsis dan reverse osmosis mulai berkembang dan menarik perhatian, serta dapat bersaing dengan teknologi sebelumnya. Hal ini disebabkan kemampuan dan keeluasannya dalam beroperasi untuk memenuhi kebutuhan air minum di daerah perkotaan, Industri dan pariwisata.

Pada tahun 2016, instalasi sistem desalinasi SWRO di Indonesia pada umumnya dibuat skala kecil. Pada 2016 telah dibangun instalasi di pulau Bali dengan kapasitas 150-1000 m³/hari, recovery sistem 40% dengan salinitas air laut 32.000 ppm, dan jangka waktu instalasi 10 tahun. Harga jual air desalinasi pada tahun pertama 24.300/m³ (Yoshi dan Widiasa, 2016).

2.1.1 Air Tawar

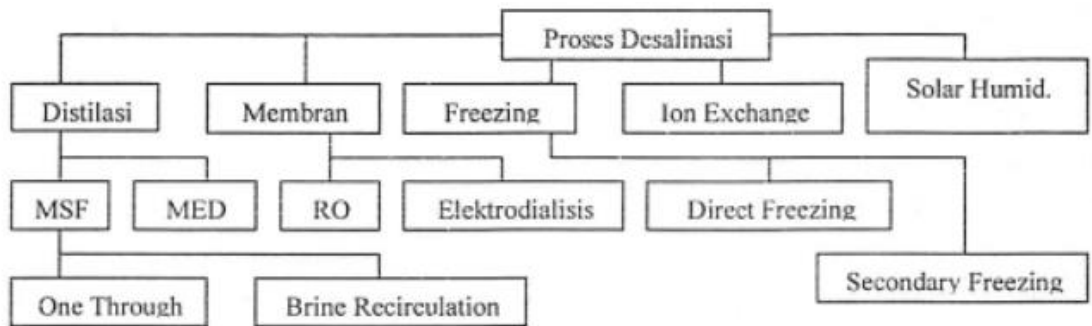
Air tawar adalah air dengan kadar garam dibawah 0,5 ppt (Nanawi, 2001). Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengadiln Kualitas Air dan Pengadiln Kualitas Pencemaran, Bab I Ketentuan Umum pasal 1, menyatakan bahwa : “Air tawar adalah semua air yang terdapat diatas dan dibawah permukaan tanah, kecuali air laut dan air fosil”, sedangkan menurut Undang-Undang RI No.7 Tahun 2004 tentang Sumber Daya Air (Bab I, Pasal I), butir 2 disebutkan bahwa “Air adalah semua air yang terdapat pada di atas ataupun dibawah permukaan tanah, termasuk dalam pengertian ini air permukaan, air tanah, air hujan, dan air laut yang berada di darat”. Butir 3 menyebutkan “Air tanah adalah air yang terdapat dalam lapisan atau batua dibawah permukaan tanah”. Karakteristik kandungan sifat fisik dari air tawar tergantung dari tempat sumber air itu berasal dan teknik pengolahan air tersebut apakah menghasilkan air yang baik dikonsumsi.

2.1.2 Jenis Desalinasi

Desalinasi air laut adalah proses memisahkan air tawar dari air laut. Proses desalinasi dapat dilakukan dengan distilasi atau *reverse osmosis*. Pemisahan air tawar dari air taut atau air payau merupakan perubahan fase air, sedangkan *reverse osmosis* memisahkan air tawar dengan menggunakan perbedaan tekanan dan semi permeable

membran. Disamping peralatan yang spesifik untuk tiap instalasi desalinasi. peralatan-peralatan lain yg umum terdapat pada suatu instalasi desalinasi adalah sistem hisapan air laut/air baku, termasuk pompa penghisap, saringan (*screen*) dan saringan (*filter*), jaringan pipa air produk desalinasi, tangki penampungan (*storage tank*), peralatan penerima dan pembagi aliran listrik (*panel distribution box*).

Secara skematis berbagai jenis teknologi distilasi dapat dilihat dari gambar dibawah ini:



Gambar 2.1 Skema Jenis Proses Desalinasi

Sumber: Ari Nugroho (2004)

Pemilihan proses teknologi desalinasi didasarkan pada beberapa faktor, antara lain:

1. Salinitas (kadar zat terlarut air masukan)
2. Kualitas air bersih yang diinginkan
3. Sumber energi yang akan digunakan untuk produksi air
4. Debit air yang diperlukan
5. Faktor ekonomi, keandalan, kemudahan operasi dan perawatannya.

2.1.3 Keunggulan Sistem Desalinasi dengan Membran *Reverse Osmosis* (RO)

Keunggulan teknologi membran *reverse osmosis* adalah kecepatannya dalam memproduksi air, karena menggunakan tenaga pompa. Kelemahannya adalah penyumbatan pada selaput membran oleh bakteri dan kerak kapur atau fosfat yang umum terdapat dalam air asin atau laut. Untuk mengatasi kelemahannya pada unit-pengolah air osmosa balik selalu dilengkapi dengan unit anti pengerakkan dan anti penyumbatan oleh bakteri. Sistem membran *reverse* yang dipakai dapat berupa membran dan mampu menurunkan kadar garam hingga 95-98%. Air hasil olahan sudah bebas dari bakteri dan dapat langsung diminum.

2.2 Perancangan Sistem

2.2.1 Reverse Osmosis (RO)

Reverse osmosis adalah kebalikan dari fenomena osmosis. Osmosis merupakan fenomena pencapaian kesetimbangan antara dua larutan yang memiliki perbedaan konsentrasi zat terlarut, dimana kedua larutan ini berada pada satu bejana dan dipisahkan oleh lapisan semipermeabel. Kesetimbangan terjadi akibat perpindahan pelarut dari larutan yang memiliki konsentrasi zat terlarut rendah ke larutan yang memiliki konsentrasi zat terlarut tinggi.

Prinsip dasar *reverse osmosis* adalah memberi tekanan hidrostatik yang melebihi tekanan osmosis 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 *reverse osmosis* ini dapat memisahkan air dari komponen-komponen yang tidak diinginkan dan dengan demikian akan didapatkan air dengan tingkat kemurnian yang tinggi

Peristiwa perpindahan dalam *reverse osmosis* dapat didekati dengan teori *solution-diffusion*, model membran berpori (*preferential sorption capillary model*), atau fenomena termodinamik irreversibel. Diantara tiga teori ini, yang banyak digunakan untuk menjelaskan bagaimana proses *reverse osmosis* dapat memisahkan antara garam dan air adalah teori *solution-diffusion* yang mengasumsikan bahwa baik zat terlarut (garam) maupun pelarut (air) terlarut secara homogen pada permukaan membran dan masing-masing akan berdifusi melewati membran. Kecepatan difusi garam dan air melalui membran RO bergantung pada gradien potensial kimia yaitu perbedaan konsentrasi dan tekanan antara dua sisi membran. Dengan demikian, perbedaan kelarutan dan diffusivitas garam dan air di fasa membran sangat menentukan laju perpindahan (fluks permeat) dan derajat pemisahan (selektivitas).

2.3 Komponen-komponen pada Sistem Reverse Osmosis

2.3.1 Feedwater Pump

Feedwater pump digunakan untuk memompa air laut ke tangki penampungan sementara. *Feedwater pump* yang digunakan adalah pompa sentrifugal dengan kapasitas yang disesuaikan dengan kapasitas dari system Reverse Osmosis (RO).

2.3.2 Feedwater tank

Feedwater tank atau yang biasa dikenal bak penampungan air baku ini berfungsi untuk menampung air laut yang akan diolah

2.3.3 Ultrafiltration

Ultrafiltration digunakan untuk proses pemisahan menggunakan membran yang bersifat selektif dan dibantu dengan tekanan. Membran yang digunakan memiliki ukuran pori-pori yang berkisar dari 1 hingga 100 nm dan biasanya digunakan untuk memproses makromolekul.

2.3.4 Valve

Valve atau katup digunakan untuk buka tutup aliran air.

2.3.5 Tangki Penampungan Air Olahan

Tangka penampungan air olahan ini digunakan untuk menampung air hasil olahan dari RO lalu akan disalurkan menuju rumah rumah warga.

2.3.6 RO Feedwater Pump

RO *Feedwater Pump* ini digunakan untuk mendorong air ke dalam membran *reverse osmosis* yang memiliki kerapatan sangat halus yaitu sampai dengan 0,00001 mikro sehingga hanya air murni saja yang dapat melaluinya, sehingga dapat menghasilkan air *Reverse Osmosis* yang betul-betul murni.

2.3.7 Membran Reverse Osmosis

Membran ini merupakan untuk menjamin bahwa air yang akan keluar dari proses *Reverse Osmosis* benar-benar memenuhi syarat air baku bagi sistem *Reverse Osmosis*. Membran ini dapat menyaring kotoran di dalam air sampai ukuran partikel 0,5 mikron.

2.3.8 Pipa Instalasi

Pipa instalasi ini merupakan jalur utama air mulai dari sebelum diproses sampai selesai diproses untuk selanjutnya didistribusikan ke rumah warga.

2.3.9 UF Feedwater Pump

UF *Feedwater Pump* ini digunakan untuk memompa air yang berasal dari bak penampungan sebelum masuk ke unit RO, air harus di pompa ke Ultrafiltrasi untuk mendapatkan penyaringan pertama.

2.4 Penerapan Sistem Membran Reverse Osmosis (RO) di Wilayah Pesisir

2.4.1 Wilayah Pesisir

Wilayah pesisir adalah wilayah pertemuan antara daratan dan laut, ke arah darat meliputi bagian daratan yang masih dipengaruhi oleh sifat-sifat laut seperti pasang surut, angin laut dan intrusi garam, sedangkan ke arah laut mencakup bagian laut yang masih dipengaruhi oleh proses alami yang ada di darat seperti sedimentasi dan aliran air tawar serta daerah yang dipengaruhi oleh kegiatan-kegiatan manusia di daratan.

Menurut Undang Undang (UU) Nomer 27 tahun 2007, wilayah pesisir adalah daerah pemeliharaan antara ekosistem darat dan laut yang dipengaruhi oleh perubahan di darat dan laut.

2.4.2 Karakteristik Air Laut

Sumber air laut yang digunakan umumnya berasal dari beach wells dan surface water (open seawater intake) TDS air dari beach wells lebih rendah dibanding dari surface water karena air beach wells diambil langsung dari air bawah tanah. Pertama kali plant RO menggunakan surface water dan mengalami masalah fouling pada membran sehingga mulai beralih ke beach wells. TDS air laut di setiap Negara mempunyai konsentrasi yang berbeda-beda sekitar 35.000 g/L dan mencapai 45.000 mg/L. Berikut adalah komposisi dari air laut (Yoshi and Widiasa, 2016).

Komponen	Simbol	Konsentrasi (mg/L)
Kalsium	Ca	410-693
Magnesium	Mg	303-1.550
Barium	Ba	0,01-0,05
Strontium	Sr	5-13
Boron	B	4-5,3
Natrium	Na	2.462-12.000
Klorida	Cl	70-23.000
Kalium	K	39-390
Besi	Fe	<0,02-0,05
Mangan	Mn	<0,01-0,05
Silika	Si	0,04-8
Sulfat	SO ₄	2.400-3.016
Bromida	Br	65
Fluorida	F	1,4-2,15
Bikarbonat	HCO ₃ ⁻	120-152
Nitrat	NO ₃	35-50
Derajat Keasaman	pH	8,1

Gambar 2.2 Karakteristik Air Laut

2.4.3 Standar Baku Mutu Air

Dalam penyediaan air bersih, selain memenuhi kuantitasnya, kualitas pun harus memenuhi standar yang berlaku. Hal ini perlu dilakukan mengingat air ini sangat berpengaruh & penting untuk kehidupan makhluk hidup. Oleh karena itu, diperlukan sebuah standar agar kualitas air bisa menjaga kehidupan makhluk hidup. (Danang, 2020)

Di Indonesia, standar mengenai kualitas air diatur dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan Dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, *Solus Per Aqua*, dan Pemandian Umum. Di dalam penelitian ini, air yang digunakan adalah air untuk keperluan higiene sanitasi. Air untuk keperluan higiene sanitasi tersebut digunakan untuk pemeliharaan kebersihan perorangan seperti mandi dan sikat gigi, serta untuk keperluan cuci bahan pangan, peralatan makan, dan pakaian. Selain itu Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi dapat digunakan sebagai air baku air minum.

Standar baku mutu air untuk keperluan higiene sanitasi yang diatur di Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 meliputi parameter fisik, biologi, dan kimia. Adapun untuk parameter – parameter tersebut disajikan dalam tabel dibawah ini.

Tabel 2.1 Parameter Fisik dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk Media Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi

No.	Parameter Wajib	Unit	Standar Baku Mutu (kadar maksimum)
1.	Kekeruhan	NTU	25
2.	Warna	TCU	50
3.	Zat padat terlarut (<i>Total Dissolved Solid</i>)	mg/l	1000
4.	Suhu	°C	suhu udara ± 3
5.	Rasa	tidak berasa	
6.	Bau	tidak berbau	

Sumber : Kemenkes RI (2017)

Tabel 2.2 Parameter Kimia dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk Media Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi

No.	Parameter Wajib	Unit	Standar Baku Mutu (kadar maksimum)
1.	Total coliform	CFU/100ml	50
2.	E. coli	CFU/100ml	0

Sumber : Kemenkes RI (2017)

Tabel 2.3. Parameter Kimia dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk Media Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi

No.	Parameter	Unit	Standar Baku Mutu (kadar maksimum)
Wajib			
1.	pH	mg/l	6,5 - 8,5
2.	Besi	mg/l	1
3.	Fluorida	mg/l	1,5
4.	Kesadahan (CaCO ₃)	mg/l	500
5.	Mangan	mg/l	0,5
6.	Nitrat, sebagai N	mg/l	10
7.	Nitrit, sebagai N	mg/l	1
8.	Sianida	mg/l	0,1
9.	Deterjen	mg/l	0,05
10.	Pestisida total	mg/l	0,1
Tambahan			
1.	Air raksa	mg/l	0,001
2.	Arsen	mg/l	0,05
3.	Kadmium	mg/l	0,005
4.	Kromium (valensi 6)	mg/l	0,05

No.	Parameter	Unit	Standar Baku Mutu (kadar maksimum)
5.	Selenium	mg/l	0,01
6.	Seng	mg/l	15
7.	Sulfat	mg/l	400
8.	Timbal	mg/l	0,05
9.	Benzene	mg/l	0,01
10.	Zat organik (KMNO ₄)	mg/l	10

Sumber : Kemenkes RI (2017)

2.5 Ekonomi Teknik

Tujuan dari analisa ekonomi adalah menganalisa efektivitas dan efisien dari nilai keuntungan. *Cash flow* adalah tata aliran uang masuk dan keluar dalam suatu periode waktu. *Cash flow* dibagi menjadi dua, pertama adalah cash in di mana didapat dari penjualan produk, kedua adalah cash out di mana didapat dari cost yang dikeluarkan.

2.5.1 Biaya

Biaya dalam suatu evaluasi ekonomi diklasifikasikan menurut:

- Waktu
- Produk
- Sifat penggunaan
- Volume

Jika ditinjau dari sifat penggunaan terdiri dari:

1. Biaya investasi, adalah biaya yang ditanamkan dalam rangka menyiapkan kebutuhan usaha untuk siap beroperasi dengan baik. Biaya investasi dikeluarkan di awal kegiatan usaha. Dalam jumlah relatif besar dan berdampak jangka panjang untuk kesinambungan usaha, disebut juga modal dasar usaha yang dibelanjakan untuk penyiapan dan pembangunan sarana prasarana fasilitas usaha.
2. Biaya operasional, adalah biaya untuk menjalankan usaha, dilakukan secara rutin dan sama.
3. Biaya maintenance, adalah biaya yang digunakan untuk menjaga performansi kerja dari peralatan agar prima

Biaya dikelompokkan menjadi biaya modal (*capital cost*) dan biaya tambahan (*annual cost*)

1. *Capital cost* adalah jumlah semua pengeluaran yang dibutuhkan mulai dari pra studi sampai suatu proyek selesai dibangun. Biaya modal atau capital cost di bagi menjadi:

- Biaya langsung (*direct cost*)

Biaya ini merupakan biaya yang diperlukan untuk pembangunan suatu proyek

- Biaya tidak langsung (*indirect cost*)
Biaya ini ada tiga komponen;

Pertama kemungkinan atau hal yang tak diduga (*contingencies*) dari biaya langsung, biasanya biaya ini merupakan suatu angka presentase dari biaya langsung, bisa 5%, 10%, 15%. Hal ini sangat tergantung dari pihak pemilik dan perencana. Semakin berpengalaman nilainya akan semakin kecil. Kedua adalah biaya teknik, adalah biaya untuk pembuatan design mulai dari studi awal (*preliminary study*), pra studi kelayakan, studi kelayakan, biaya perencanaan dan biaya pengawasan selama waktu pelaksanaan konstruksi. Ketiga adalah bunga, dari periode waktu dari ide sampai pelaksanaan fisik, bunga berpengaruh terhadap biaya langsung, biaya kemungkinan dan biaya teknik.

2. *Annual Cost*

Waktu sebuah proyek selesai dibangun merupakan waktu awal dari umur proyek sesuai dengan rekayasa teknik yang telah dibuat pada waktu detail design. Pada saat ini, pemanfaatan proyek mulai dilaksanakan. Selama pemanfaatan, proyek ini masih diperlukan biaya sampai umur proyek selesai. Annual cost terdiri dari:

- Bunga

Biaya ini menyebabkan terjadinya perubahan biaya modal karena adanya tingkat suku bunga selama umur proyek. Besarnya bisa berbeda dengan bunga selama waktu dari ide sampai pelaksanaan selesai. Bunga ini merupakan komponen terbesar yang diperhitungkan terhadap biaya modal.

- Depresiasi atau amortisasi

Depresiasi adalah turunya/penyusutan suatu harga/nilai dari suatu benda karena pemakaian dan kerusakan atau keusangan benda itu. Sedangkan amortisasi adalah pembayaran dalam suatu periode tertentu (tahunan misalnya) sehingga hutang yang ada akan terbayar lunas pada akhir periode tersebut.

- Biaya operasi pemeliharaan

Agar dapat memenuhi umur proyek sesuai yang direncanakan pada detail design, maka diperlukan biaya untuk operasi dan pemeliharaan.

2.5.2 Metode Evaluasi Investasi

Kombinasi alternatif

Alternatif yang dianalisis dapat dikelompokkan ke dalam tiga kategori berikut:

1. *Mutually exclusive* (bersifat eksklusif satu sama lain). Pada kategori ini hanya dapat dipilih satu alternatif dari sejumlah alternatif yang ada.
2. *Independent* (bersifat tidak tergantung satu sama lain). Pada kategori ini, pemilihan terhadap suatu alternatif tidak tergantung pada pemilihan alternatif lain. Dimungkinkan untuk tidak memilih alternatif, memilih satu alternatif, memilih beberapa alternatif, atau mungkin semua alternatif.
3. *Contingen* (bersifat tergantung satu sama lain). Pada kategori ini, pemilihan terhadap suatu alternatif berdasarkan terpilih atau tidaknya alternatif lain.

Oleh karena itu, semua kemungkinan kombinasi alternatif harus dipertimbangkan satu per satu. Kombinasi tersebut pada akhirnya akan bersifat eksklusif terhadap satu sama lain.

Bisa didapat dari beberapa metode

- *Net Present Value*
- *Internal Rate of Return*
- *Payback Period*

Berikut ini akan dijelaskan beberapa metode:

Metode *Net Present Value*

Perbedaan antara nilai sekarang dari arus kas yang masuk dan nilai sekarang dari arus kas keluar pada sebuah waktu periode. NPV biasanya digunakan untuk alokasi modal untuk menganalisa keuntungan dalam sebuah proyek yang akan dilaksanakan. *Net Present Value* yang positif menandakan bahwa proyeksi pendapatan yang dihasilkan oleh sebuah proyek atau investasi melebihi dari proyeksi biaya yang dikeluarkan. Pada umumnya nilai NPV yang positif akan menjadi menguntungkan dan proyek yang memiliki NPV negatif akan menghasilkan kerugian. Konsep ini merupakan dasar dari hukum *Net Present Value*, yang mengindikasikan bahwa investasi yang bagus hanya dapat dilakukan.

$$NPV = -\text{nilai investasi} + \frac{\text{kas masuk}}{(i + r)} + \frac{\text{kas masuk}}{(i + r)^2} + \dots + \frac{\text{kas masuk}}{(i + r)^n} \quad (2.1)$$

N=jumlah tahun dari penyusutan investasi

PWB = $\sum c_b t$ (FBT),

PWC = $\sum c_c t$ (FBT),

NPV = $\sum c_c f$ (FBT).

= PWB-PWC

Keterangan :

Cb = cash flow flow benefit

Cc = cash flow cost

Cf= cas flow benefit + cost

FBP = faktor bunga present

T= periode waktu

N =umur investasi

Jika NPV > 0 maka investasi menguntungkan, begitu juga sebaliknya.

Metode *Internal Rate of Return Analysis*

IRR yang merupakan indikator tingkat efisiensi dari suatu investasi. Suatu proyek/investasi dapat dilakukan apabila laju pengembaliannya (*rate of return*) lebih besar dari pada laju pengembalian apabila melakukan investasi di tempat lain (bunga deposito bank, reksadana dan lain-lain). IRR digunakan dalam menentukan apakah investasi dilaksanakan atau tidak, untuk itu biasanya digunakan acuan bahwa investasi yang dilakukan harus lebih tinggi dari *Minimum acceptable rate of*

return atau *Minimum attractive rate of return* (MARR). MARR adalah laju pengembalian minimum dari suatu investasi yang berani dilakukan oleh seorang investor.

$$IRR = i_1 + \frac{NPV_1}{(NPV_1 - NPV_2)} (i_2 - i_1) \quad (2.2)$$

PWpendapatan=PW pengeluaran
 FWpendapatanF W pengeluaran
 AWpendapatan=A Wpengeluaran

Metode yang digunakan untuk menyelesaikan persamaan adalah trial and error sampai nilai i diperoleh dengan interpolasi.

Metode *Payback Period Analysis*

Analisis *payback period* menghitung waktu yang diperlukan arus kas masuk sama dengan arus kas keluar. Analisis itu biasanya digunakan untuk mengukur tingkat resiko alternatif, berkaitan dengan seberapa cepat nilai investasi dapat dikembalikan. Alternatif dengan periode pengembalian yang lebih singkat merupakan pilihan yang lebih menarik.

Analisis tersebut dapat dilakukan dengan memperhitungkan *time value of money* (disebut *discounted payback analysis*) atau mengabaikannya ($i=0\%$) Dengan memperhitungkan *time value of money*, lamanya periode pengembalian n_p , dihitung menggunakan persamaan:

$$P = \sum_{t=1}^{t=n_p} NCF_t (P/F, i, t) \quad (2.4)$$

Jika analisis dilakukan dengan mengabaikan *time value of money*, maka lamanya periode pengembalian dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$P = \sum_{t=1}^{t=n_p} NCF_t \quad (2.5)$$

Untuk deretan arus kas yang besarnya sama, persamaan tersebut dapat langsung digunakan untuk memperoleh nilai n_p secara langsung dengan:

$$n_p = \frac{P}{NCF} \quad (2.6)$$

Di mana P =investasi awal

NCF = *Net Cash Flow*/ arus kas bersih (pendapatan- pengeluaran) dengan memperhitungkan atau mengabaikan *time value of money*.

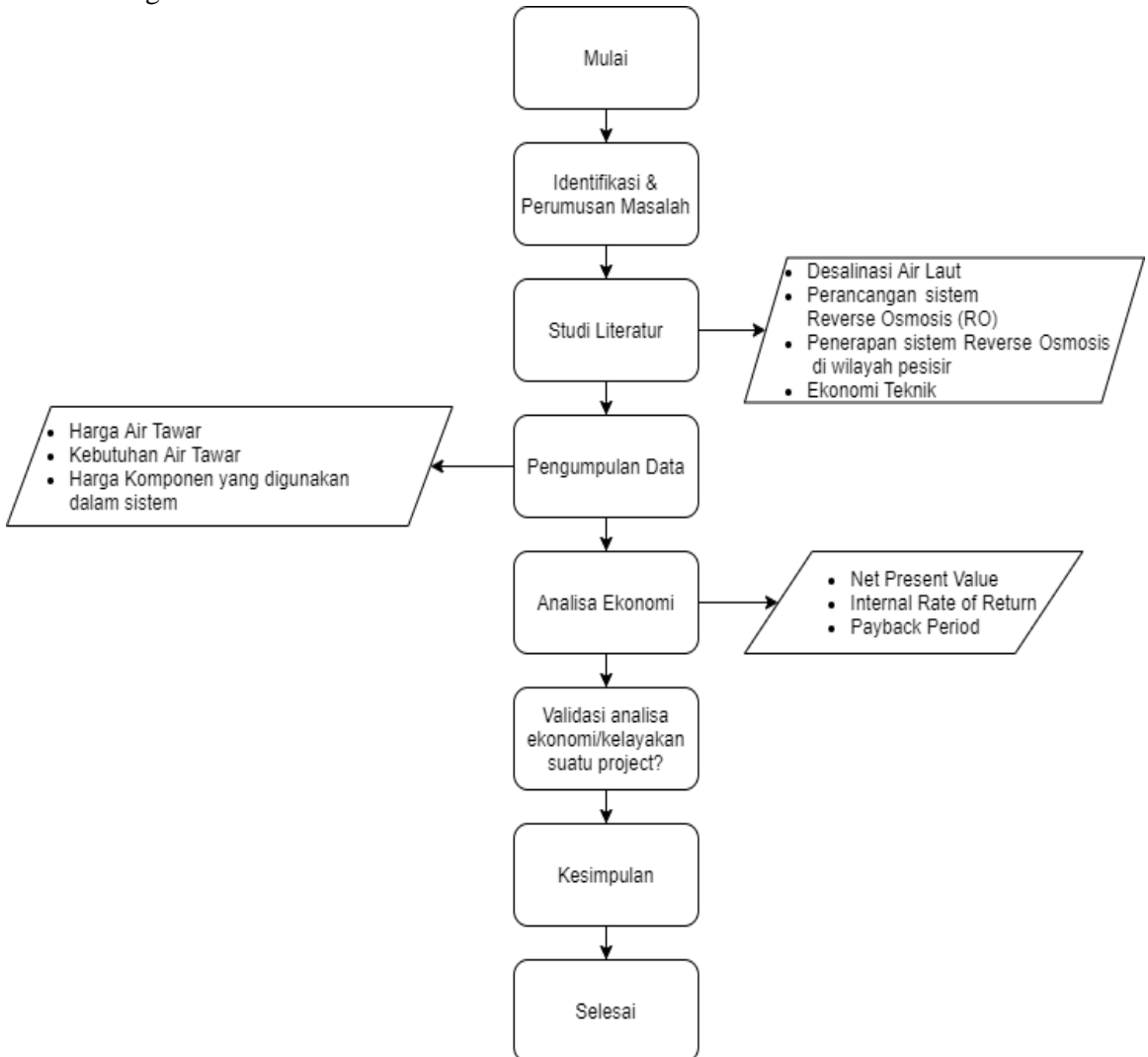
Hasil analisis *payback period* hanya menyajikan kecepatan pengembalian investasi. Penggunaan analisis tersebut hanya disarankan untuk mendapatkan informasi tambahan guna mengukur seberapa cepat pengembalian modal yang diinvestasikan.

$$\text{Payback} = \frac{\text{nilai investasi}}{\text{aliran masuk}} \times 1 \text{ tahun} \quad (2.7)$$

BAB III METODOLOGI

3.1 Diagram Alir

Metode yang digunakan adalah metode Kuantitatif karena pada pembuatannya akan menggunakan angka, tabel, grafik dan diagram untuk menghasilkan data atau informasi.



Gambar 3.1 Diagram Alir

3.2 Identifikasi dan Perumusan Masalah

Penulisan skripsi ini dimulai dengan mengidentifikasi dan merumuskan masalah mengenai pengerjaan yang akan dilakukan dan juga batasan masalahnya. Hal ini dilakukan untuk menyederhanakan masalah sehingga memudahkan pengerjaan dan penyelesaian penulisan skripsi ini.

Beberapa latar belakang yang melatarbelakangi skripsi kali ini adalah pertama, akses air bersih masyarakat pesisir semakin memburuk dari waktu ke waktu. Kebutuhan air tawar untuk warga disekitar daerah pesisir adalah hal yang sangat penting yang biasa digunakan untuk minum dan memasak.

Minimnya sarana pelayanan dan buruknya kualitas lingkungan di kampung-kampung nelayan menyebabkan masyarakat pesisir harus membeli air bersih untuk memenuhi kebutuhan setiap hari.

Atas dasar beberapa latar belakang di atas, penulis ingin mengkaji perlunya pengembangan teknologi sistem desalinasi dengan membran *Reverse Osmosis* dalam analisa ekonomis untuk melihat nilai kemanfaatan dan nilai ekonomi dari sistem desalinasi ini untuk wilayah pesisir.

3.3 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan pengumpulan bahan pustaka yang menunjang kegiatan penelitian ini. Studi literatur tersebut terdiri dari dari:

- Desalinasi Air laut
- Perancangan Sistem Reverse Osmosis (RO)
- Penerapan rancangan *Reverse Osmosis* di wilayah pesisir
- Ekonomi Teknik

3.4 Pengumpulan Data

Pengumpulan data-data yang diperlukan untuk menganalisa secara ekonomis terhadap sistem desalinasi dengan membran *Reverse Osmosis* (RO). Data-data yang dibutuhkan sebagai berikut:

- Harga Air Tawar
- Kebutuhan Air Tawar
- Harga komponen yang digunakan dalam sistem desalinasi

3.5 Analisa Ekonomi

Sistem desalinasi Reverse Osmosis (RO) ini dirancang dengan jangka waktu instalasi 10 tahun. Dengan telah adanya spesifikasi teknis dari masing-masing komponen, maka analisa ekonomi dapat dilakukan. Pada analisa ekonomi yang akan dilakukan terdapat beberapa metode yang digunakan yaitu:

- *Net Present Value*
- *Internal Rate of Return*
- *Payback Period*

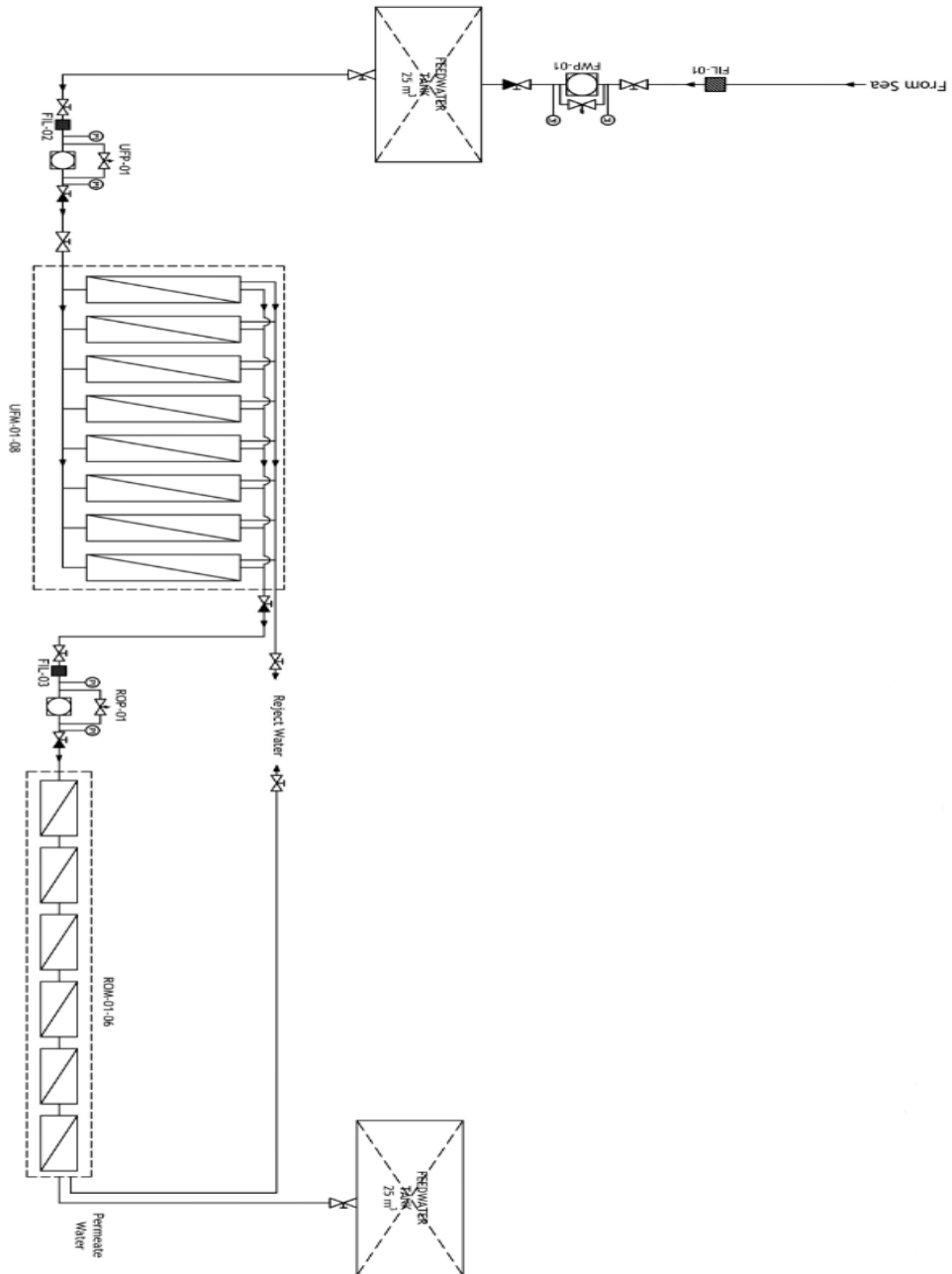
3.6 Validasi Analisa Ekonomi Rancangan Sistem Reverse Osmosis (RO)

Validasi pada rancangan desain sistem *Reverse Osmosis* (RO) dilakukan untuk mengukur tingkat kelayakan ekonomi dari rancangan desain sistem Reverse Osmosis ini. Perancangan desain system Reverse Osmosis ini dikatakan layak apabila:

- NPV atau *Net Present Value*
Apabila nilai $NPV > 0$ maka investasi menguntungkan dan proyek dapat dijalankan. NPV bernilai POSITIF.
- IRR atau *Internal Rate of Return*
IRR merupakan indikator tingkat efisiensi dari suatu investasi. Suatu proyek dapat diterima apabila laju pengembalian lebih besar dari laju pengembalian investasi dalam bentuk lain seperti bunga deposito atau reksadana.

BAB IV ANALISA DATA

4.1 Analisa Proses Sistem Desalinasi *Reverse Osmosis*



Gambar 4.1 Desain Sistem Desalinasi *Reverse Osmosis*

Berdasarkan kondisi daerah pesisir dengan jumlah penduduk yang berjumlah 884 orang maka desain yang dibuat disesuaikan dengan kebutuhan di daerah tersebut. Berdasarkan data kebutuhan satu orang perhari menggunakan air untuk kehidupan sehari-hari berkisar 100 liter per orang dalam 1 hari, sehingga kapasitas *Reverse Osmosis* yang dibuat berjumlah 88.400 L dalam sehari.

Gambar 4.1 menunjukkan Air dari laut dipompa menuju tangki penyimpanan sementara. Dari tangki penyimpanan, air laut kemudian dipompa menuju membran ultrafiltrasi untuk menyaring koloid, virus, mikroorganisme, dan bakteri. Setelah disaring di membran ultrafiltrasi, air kemudian dipompa menuju membran reverse osmosis untuk memisahkan garam dari air laut. Dari membran reverse osmosis, nantinya ada 2 aliran air, air produk dan reject water. Air produk nantinya akan dipompa menuju tangki penyimpanan untuk dialirkan menuju rumah – rumah dan reject water akan dialirkan menuju laut karena memiliki kadar TDS yang tinggi (Danang, 2020).

4.2 Spesifikasi Teknis Peralatan Yang Digunakan

Tabel 4.1 Daftar Spesifikasi Peralatan

Komponen-Komponen			
No	Nama	spesifikasi	
1	Feed Water Pump	Tipe	: Sentrifugal
		Kapasitas	: 21.6 m ³ /h
		Daya	: 750 watt
		Material	: Techno Polymer
		Head	: 16 m
2	Tangki Penampungan air laut	Tipe	: Tandon Plastik
		Kapasitas	: 25000 L
		Bahan	: Plastik
		Jumlah	: 1
3	Ultrafiltration	Tipe	: Filter FRP
		Kapasitas	: 9.3 m ³ /h
		Bahan	: stainless steel
		Jumlah	: 8
4	Valve	Tipe	: ball valve
		Bahan	: Kuningan
		Jumlah	: 2
5	UF FeedWater Pump	Tipe	: Sentrifugal
		Kapasitas	: 16 m ³ /h
		Daya	: 750 watt
		Material	: Techno Polymer
		Head	: 16 m
6	Tangki penampungan air olahan	Tipe	: Drum
		Kapasitas	: 25000 L
		Bahan	: Plastik
		Jumlah	: 1
7	Ro Feedwater Pump	Tipe	: Piston Pump
		Kapasitas	: 10.2 m ³ /jam
		Daya	: 380 v
		Material	: SUS 316
		Jumlah	: 2
8	Membran	Tipe	: filmtech SW30XHR
		Jumlah	: 6
9	Pipa Instalasi	Tipe	: PVC Rucika AW/D
		Ukuran	: 3 inch
		Bahan	: PVC Rucika AW/D
		Jumlah	: 5 meter

4.3 Analisa Ekonomi

Pada tahapan proses analisa ekonomi ini menggunakan studi kasus daerah pesisir di Jawa Timur dengan penduduk yang berjumlah 1000 orang. Biaya desalinasi dihitung dengan menjumlahkan biaya total dengan dibagi dengan jumlah hari dalam satu tahun dan dibagi dengan jumlah kebutuhan setiap orang dalam satu hari. Biaya total didapat dengan menjumlahkan seluruh biaya komponen komponen yang digunakan pada sistem desalinasi.

Tabel 4.2 Daftar Harga Komponen

Daftar Harga Komponen				
No	Description	Qty	Price/unit	Total Price
1	Feed Water Pump	1	2,450,000	2,450,000
2	Tangki Penampung air laut	1	20,000,000	20,000,000
3	UF Feedwater Pump	1	25,000,000	25,000,000
4	Ro Feedwater Pump	1	10,000,000	10,000,000
5	Ultrafiltration	8	1,300,000	10,400,000
6	Valve	12	32,000	384,000
7	Pipa	25	26,000	650,000
8	Membrane RO	3	17,435,000	52,305,000
9	Tangki Penampung Air Olahan	1	20,000,000	20,000,000
Total				141,189,000

Perhitungan analisa ekonomi menggunakan *software Microsoft Excel*. Perhitungan analisa ekonomi ini merujuk harga dilapangan agar biaya yang didapatkan lebih riil.

4.3.1 Biaya Desalinasi

Biaya Desalinasi diperoleh dari biaya total dibagi dengan jumlah hari dalam satu tahun dan dibagi dengan kebutuhan setiap orang dalam satu hari. Secara keseluruhan biaya desalinasi dapat dilihat pada table dibawah ini.

Tabel 4.3 Perhitungan Harga Produksi Air

Perhitungan Harga Produk Air													
Tahun	Kapasitas (m ³ /h)	Feed Water Pump (Rp)	Tangki Penampung air laut (Rp)	UF Feedwater Pump (Rp)	Listrik (Rp/kWh)	Tenaga (Rp/orang/bulan)	Ultrafiltration (Rp)	Valve (Rp)	Pipa (Rp)	Membrane RO (Rp)	Tangki Penampung Air Olahan (Rp)	RO Feedwater Pump (Rp)	Biaya Air Produk (Rp/m ³)
1	100	2,450,000	20,000,000	25,000,000	1,467	9,000,000	10,400,000	384,000	650,000	52,305,000	20,000,000	10,000,000	Rp4,279.40
2	100	2,450,000	20,000,000	25,000,000	1,467	9,000,000	10,608,000	384,000	650,000	53,351,100	20,000,000	10,000,000	Rp4,315.13
3	100	2,450,000	20,000,000	25,000,000	1,467	9,000,000	10,816,000	384,000	650,000	54,397,200	20,000,000	10,000,000	Rp4,350.87
4	100	2,450,000	20,000,000	25,000,000	1,467	9,000,000	11,024,000	384,000	650,000	55,443,300	20,000,000	10,000,000	Rp4,386.60
5	100	2,450,000	20,000,000	25,000,000	1,467	9,000,000	11,232,000	384,000	650,000	56,489,400	20,000,000	10,000,000	Rp4,422.33
6	100	2,450,000	20,000,000	25,000,000	1,467	9,000,000	11,440,000	384,000	650,000	57,535,500	20,000,000	10,000,000	Rp4,458.07
7	100	2,450,000	20,000,000	25,000,000	1,467	9,000,000	11,648,000	384,000	650,000	58,581,600	20,000,000	10,000,000	Rp4,493.80
8	100	2,450,000	20,000,000	25,000,000	1,467	9,000,000	11,856,000	384,000	650,000	59,627,700	20,000,000	10,000,000	Rp4,529.53
9	100	2,450,000	20,000,000	25,000,000	1,467	9,000,000	12,064,000	384,000	650,000	60,673,800	20,000,000	10,000,000	Rp4,565.27
10	100	2,450,000	20,000,000	25,000,000	1,467	9,000,000	12,272,000	384,000	650,000	61,719,900	20,000,000	10,000,000	Rp4,601.00

Pada tabel 4.3 tersebut diketahui bahwa kapasitas instalasi memberikan pengaruh terhadap biaya air produk hasil dari desalinasi. Pada perhitungan Biaya air produk terdapat kenaikan di beberapa harga komponen seperti membran RO dan Ultrafiltrasi karena setiap tahun diadakan penggantian dan setiap tahun mengalami kenaikan 2%. Dari tabel 4.3 biaya produk air mengalami kenaikan dikarenakan harga komponen yang setiap tahunnya mengalami kenaikan dan ada inflasi mata uang.

4.3.2 Perhitungan Pemasukan

Perhitungan Pemasukan dilakukan untuk mengetahui pendapatan dari penjualan produk air sistem desalinasi. Perhitungan tersebut didapatkan berdasarkan harga biaya produksi air per m³ dikalikan dengan jumlah penduduk yang ada disuatu daerah yang dijadikan studi kasus dikalikan dengan jumlah bulan dalam satu tahun dikarenakan penggunaan air dihitung berdasarkan pemakaian dalam satu bulan.

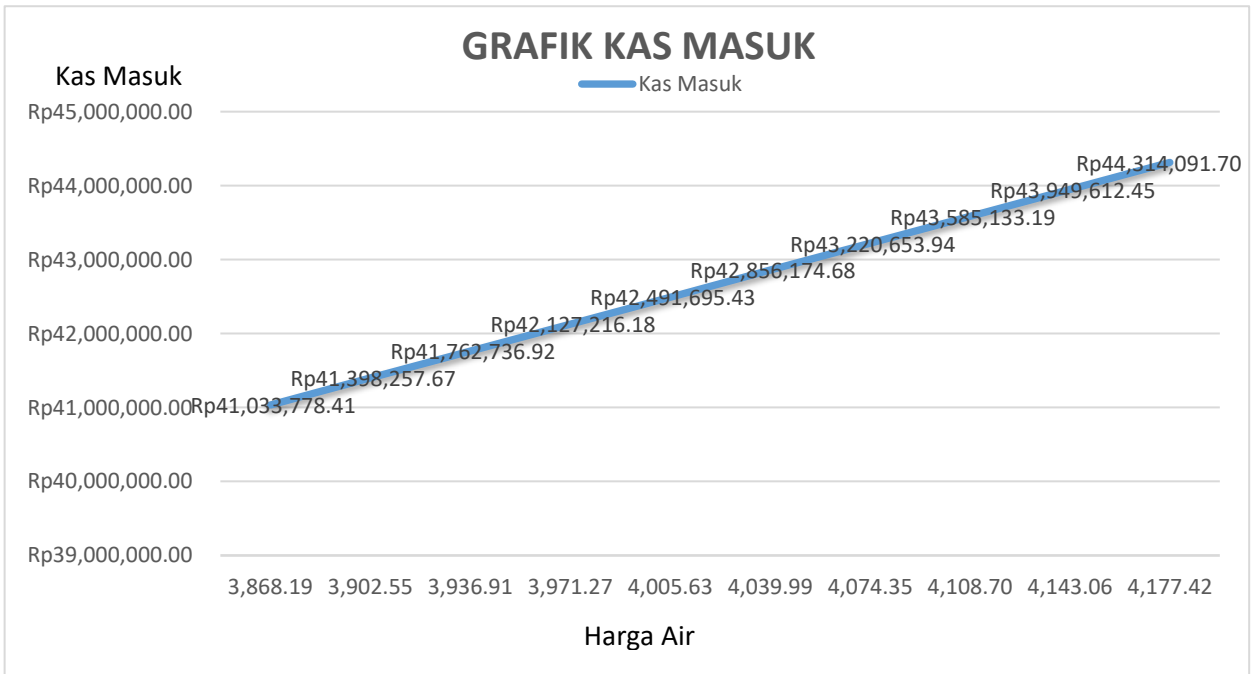
Tabel 4.4 Perhitungan Pemasukan

Tahun	Harga Air	Kas Masuk	Kas Masuk	Kas Masuk	Kas Masuk	Kas Masuk
		Januari	Februari	Maret	April	Mei
1	4,279.40	3,782,989.25	7,565,978.51	11,348,967.76	15,131,957.01	18,914,946.27
2	4,315.13	3,814,577.46	7,629,154.91	11,443,732.37	15,258,309.82	19,072,887.28
3	4,350.87	3,846,165.66	7,692,331.31	11,538,496.97	15,384,662.63	19,230,828.29
4	4,386.60	3,877,753.86	7,755,507.72	11,633,261.58	15,511,015.44	19,388,769.30
5	4,422.33	3,909,342.06	7,818,684.12	11,728,026.18	15,637,368.25	19,546,710.31
6	4,458.07	3,940,930.26	7,881,860.53	11,822,790.79	15,763,721.05	19,704,651.32
7	4,493.80	3,972,518.47	7,945,036.93	11,917,555.40	15,890,073.86	19,862,592.33
8	4,529.53	4,004,106.67	8,008,213.34	12,012,320.00	16,016,426.67	20,020,533.34
9	4,565.27	4,035,694.87	8,071,389.74	12,107,084.61	16,142,779.48	20,178,474.35
10	4,601.00	4,067,283.07	8,134,566.14	12,201,849.22	16,269,132.29	20,336,415.36

Tahun	Harga Air	Kas Masuk	Kas Masuk	Kas Masuk	Kas Masuk	Kas Masuk
		Juni	Juli	Agustus	September	Oktober
1	4,279.40	22,697,935.52	26,480,924.77	30,263,914.03	34,046,903.28	37,829,892.53
2	4,315.13	22,887,464.73	26,702,042.19	30,516,619.64	34,331,197.10	38,145,774.55
3	4,350.87	23,076,993.94	26,923,159.60	30,769,325.26	34,615,490.92	38,461,656.57
4	4,386.60	23,266,523.16	27,144,277.02	31,022,030.88	34,899,784.73	38,777,538.59
5	4,422.33	23,456,052.37	27,365,394.43	31,274,736.49	35,184,078.55	39,093,420.62
6	4,458.07	23,645,581.58	27,586,511.85	31,527,442.11	35,468,372.37	39,409,302.64
7	4,493.80	23,835,110.79	27,807,629.26	31,780,147.73	35,752,666.19	39,725,184.66
8	4,529.53	24,024,640.01	28,028,746.67	32,032,853.34	36,036,960.01	40,041,066.68
9	4,565.27	24,214,169.22	28,249,864.09	32,285,558.96	36,321,253.83	40,356,948.70
10	4,601.00	24,403,698.43	28,470,981.50	32,538,264.58	36,605,547.65	40,672,830.72

Pada tabel 4.4 terdapat kenaikan pemasukan di setiap tahun dikarenakan terdapat kenaikan harga biaya produksi air di setiap tahunnya. Kenaikan pendapatan tiap tahunnya sebesar Rp. 364.749,00.

Tahun	Harga Air	Kas Masuk	Kas Masuk
		November	Desember
1	4,279.40	41,612,881.78	45,395,871.04
2	4,315.13	41,960,352.01	45,774,929.46
3	4,350.87	42,307,822.23	46,153,987.89
4	4,386.60	42,655,292.45	46,533,046.31
5	4,422.33	43,002,762.68	46,912,104.74
6	4,458.07	43,350,232.90	47,291,163.16
7	4,493.80	43,697,703.12	47,670,221.59
8	4,529.53	44,045,173.35	48,049,280.01
9	4,565.27	44,392,643.57	48,428,338.44
10	4,601.00	44,740,113.79	48,807,396.86



Gambar 4.2 Grafik Pemasukan

Pada grafik diatas dapat dilihat bahwa setiap tahunnya pendapat dari penjualan air produksi hasil dari sistem desalinasi mengalami peningkatan, peningkatan ini terjadi seiring dengan peningkatan harga jual air setiap tahunnya yang dipengaruhi oleh kenaikan harga komponen setiap tahunnya.

4.3.3 Payback Period

Payback period adalah pengembalian suatu modal investasi yang sudah diberikan melalui keuntungan dalam kisaran waktu tertentu. *Payback period* didapatkan dengan mengurangi pemasukan dengan modal awal, terlihat pada tabel 4.5

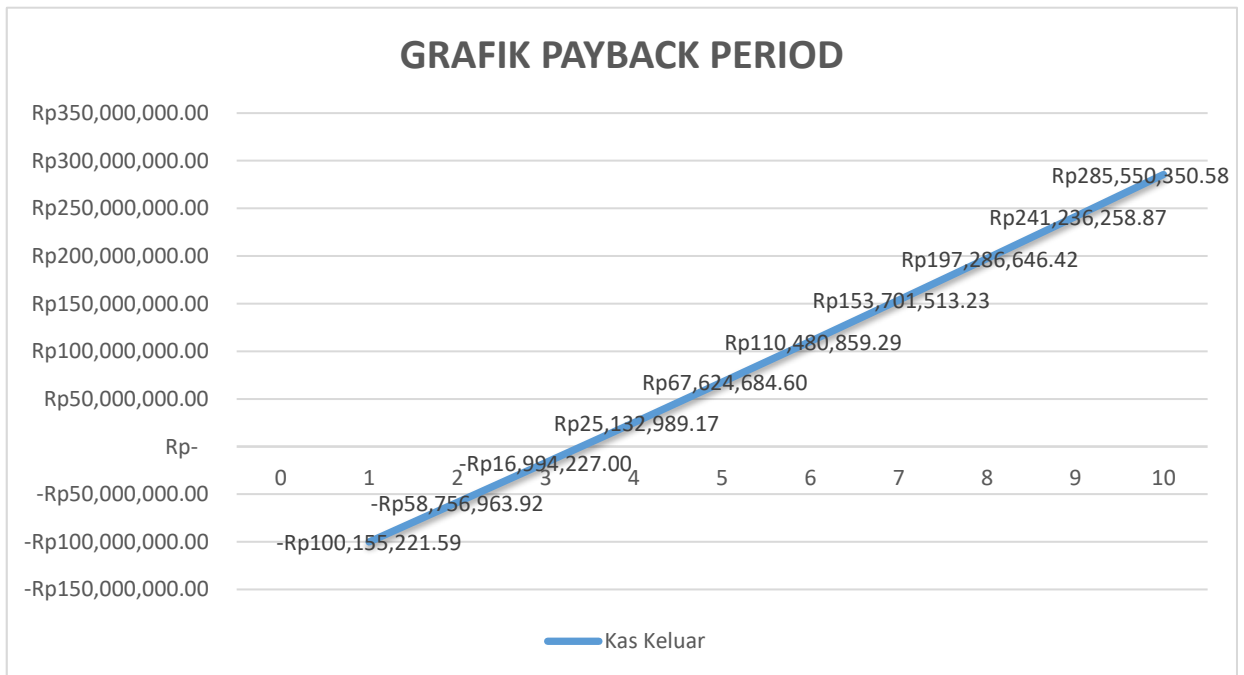
pada tahun pertama sampai tahun ke ketiga masih mengalami minus. Pada tahun ke 4 pada bulan mei dapat dilihat bahwa nilai sudah berubah menjadi positif yang berarti balik modal sudah mulai terjadi.

Tabel 4.5 *Payback Period*

Tahun	Harga Air	Kas Keluar	Kas Masuk	Kas Masuk	Kas Masuk	Kas Masuk
			Januari	Februari	Maret	April
0		141,189,000.00				
1	4,279.40	-	-Rp 137,406,010.75	-Rp 133,623,021.49	-Rp 129,840,032.24	-Rp 126,057,042.99
2	4,315.13	-	-Rp 91,978,551.51	-Rp 88,163,974.05	-Rp 84,349,396.60	-Rp 80,534,819.14
3	4,350.87	-	-Rp 46,172,033.84	-Rp 42,325,868.18	-Rp 38,479,702.53	-Rp 34,633,536.87
4	4,386.60	-	Rp 13,542.25	Rp 3,891,296.11	Rp 7,769,049.97	Rp 11,646,803.83
5	4,422.33	-	Rp 46,578,176.76	Rp 50,487,518.83	Rp 54,396,860.89	Rp 58,306,202.95
6	4,458.07	-	Rp 93,521,869.70	Rp 97,462,799.97	Rp 101,403,730.23	Rp 105,344,660.50
7	4,493.80	-	Rp 140,844,621.07	Rp 144,817,139.54	Rp 148,789,658.00	Rp 152,762,176.47
8	4,529.53	-	Rp 188,546,430.86	Rp 192,550,537.53	Rp 196,554,644.20	Rp 200,558,750.86
9	4,565.27	-	Rp 236,627,299.07	Rp 240,662,993.94	Rp 244,698,688.81	Rp 248,734,383.68
10	4,601.00	-	Rp 285,087,225.72	Rp 289,154,508.79	Rp 293,221,791.86	Rp 297,289,074.93

Tahun	Harga Air	Kas Keluar	Kas Masuk	Kas Masuk	Kas Masuk	Kas Masuk
			Mei	Juni	Juli	Agustus
0		141,189,000.00				
1	4,279.40	-	-Rp 122,274,053.73	-Rp 118,491,064.48	-Rp 114,708,075.23	-Rp 110,925,085.97
2	4,315.13	-	-Rp 76,720,241.69	-Rp 72,905,664.23	-Rp 69,091,086.77	-Rp 65,276,509.32
3	4,350.87	-	-Rp 30,787,371.21	-Rp 26,941,205.55	-Rp 23,095,039.90	-Rp 19,248,874.24
4	4,386.60	-	Rp 15,524,557.69	Rp 19,402,311.55	Rp 23,280,065.41	Rp 27,157,819.26
5	4,422.33	-	Rp 62,215,545.01	Rp 66,124,887.07	Rp 70,034,229.13	Rp 73,943,571.19
6	4,458.07	-	Rp 109,285,590.76	Rp 113,226,521.02	Rp 117,167,451.29	Rp 121,108,381.55
7	4,493.80	-	Rp 156,734,694.93	Rp 160,707,213.40	Rp 164,679,731.86	Rp 168,652,250.33
8	4,529.53	-	Rp 204,562,857.53	Rp 208,566,964.20	Rp 212,571,070.87	Rp 216,575,177.53
9	4,565.27	-	Rp 252,770,078.55	Rp 256,805,773.42	Rp 260,841,468.29	Rp 264,877,163.16
10	4,601.00	-	Rp 301,356,358.00	Rp 305,423,641.07	Rp 309,490,924.15	Rp 313,558,207.22

Tahun	Harga Air	Kas Keluar	Kas Masuk			
			September	Oktober	November	Desember
0		141,189,000.00				
1	4,279.40	-	-Rp 107,142,096.72	-Rp 103,359,107.47	-Rp 99,576,118.22	-Rp 95,793,128.96
2	4,315.13	-	-Rp 61,461,931.86	-Rp 57,647,354.41	-Rp 53,832,776.95	-Rp 50,018,199.50
3	4,350.87	-	-Rp 15,402,708.58	-Rp 11,556,542.93	-Rp 7,710,377.27	-Rp 3,864,211.61
4	4,386.60	-	Rp 31,035,573.12	Rp 34,913,326.98	Rp 38,791,080.84	Rp 42,668,834.70
5	4,422.33	-	Rp 77,852,913.26	Rp 81,762,255.32	Rp 85,671,597.38	Rp 89,580,939.44
6	4,458.07	-	Rp 125,049,311.81	Rp 128,990,242.08	Rp 132,931,172.34	Rp 136,872,102.60
7	4,493.80	-	Rp 172,624,768.79	Rp 176,597,287.26	Rp 180,569,805.73	Rp 184,542,324.19
8	4,529.53	-	Rp 220,579,284.20	Rp 224,583,390.87	Rp 228,587,497.54	Rp 232,591,604.21
9	4,565.27	-	Rp 268,912,858.03	Rp 272,948,552.90	Rp 276,984,247.77	Rp 281,019,942.64
10	4,601.00	-	Rp 317,625,490.29	Rp 321,692,773.36	Rp 325,760,056.43	Rp 329,827,339.51



Gambar 4.3 Grafik *Payback Period*

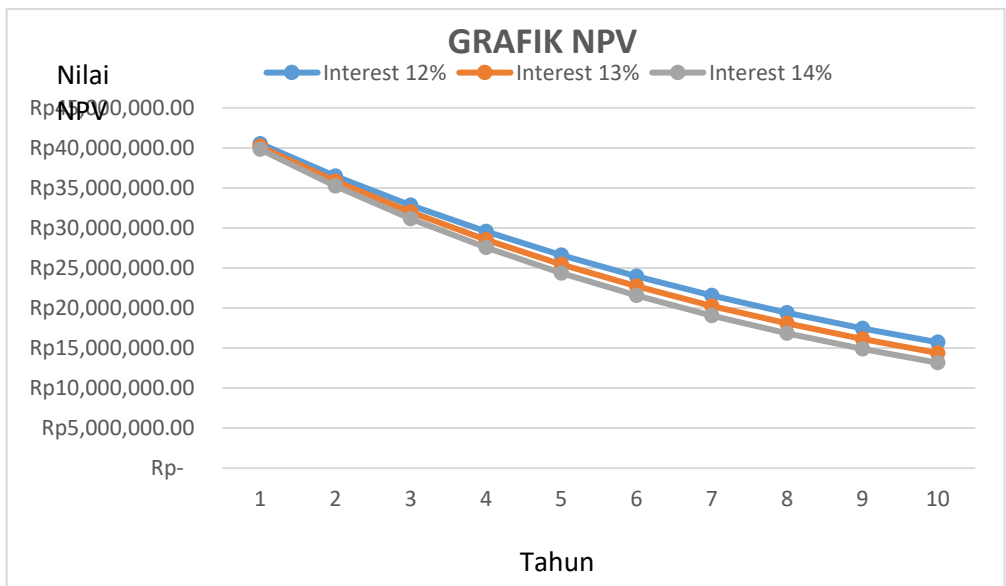
Pada grafik diatas dapat dilihat bahwa pada tahun pertama nilai yang didapatkan masih bernilai minus dan pada tahun ke empat nilai sudah berubah menjadi positif atau sudah mengalami balik modal.

4.3.4 Net Present Value

Net Present Value adalah selisih antar pengeluaran (investasi awal) dan pemasukan (pendapatan) yang telah dijumlahkan dengan nilai diskon menggunakan *social opportunity cost of capital* sebagai diskon faktor. Untuk menghitung NPV diperlukan data pemasukan, biaya investasi awal dan nilai diskon faktor. Pada perhitungan ini menggunakan nilai rata rata suku bunga bank di Indonesia yang berkisar 12%-14% dan biaya investasi sebesar Rp. 141,189,000.00.

Tabel 4.6 Net Present Value

Net Present Value					
Tahun	Biaya Air Produksi m3	Kas Masuk	Present Value 12%	Present Value 13%	Present Value 14%
1	4,279.40	45,395,871.04	Rp 40,532,027.71	Rp 40,173,337.20	Rp 39,820,939.51
2	4,315.13	45,774,929.46	Rp 36,491,493.51	Rp 35,848,484.19	Rp 35,222,321.84
3	4,350.87	46,153,987.89	Rp 32,851,496.94	Rp 31,987,028.80	Rp 31,152,627.18
4	4,386.60	46,533,046.31	Rp 29,572,592.18	Rp 28,539,588.76	Rp 27,551,298.97
5	4,422.33	46,912,104.74	Rp 26,619,188.09	Rp 25,462,010.97	Rp 24,364,677.18
6	4,458.07	47,291,163.16	Rp 23,959,175.02	Rp 22,714,821.85	Rp 21,545,217.76
7	4,493.80	47,670,221.59	Rp 21,563,587.33	Rp 20,262,735.08	Rp 19,050,799.72
8	4,529.53	48,049,280.01	Rp 19,406,298.31	Rp 18,074,210.53	Rp 16,844,110.19
9	4,565.27	48,428,338.44	Rp 17,463,744.33	Rp 16,121,059.37	Rp 14,892,098.73
10	4,601.00	48,807,396.86	Rp 15,714,675.54	Rp 14,378,090.42	Rp 13,165,493.16
		NVP	Rp 122,985,278.96	Rp 112,372,367.16	Rp 102,420,584.24



Gambar 4.4 Grafik Net Present Value

Pada grafik diatas dapat dilihat bahwa nilai NPV dari system desalinasi ini bernilai positif di 3 suku bunga yang digunakan 12%-14%. Pada NPV dengan suku Bunga 12% memperoleh nilai Rp. 122,985,278.86, lalu untuk NPV 13% memperoleh nilai sebesar Rp. 112,372,367.16 dan dengan NPV 14% nilai yang didapatkan Rp. 102,420,584.24. Ketiga suku bunga yang digunakan menghasilkan nilai positif yang menandakan investasi layak diadakan.

4.3.5 Internal Rate of Return

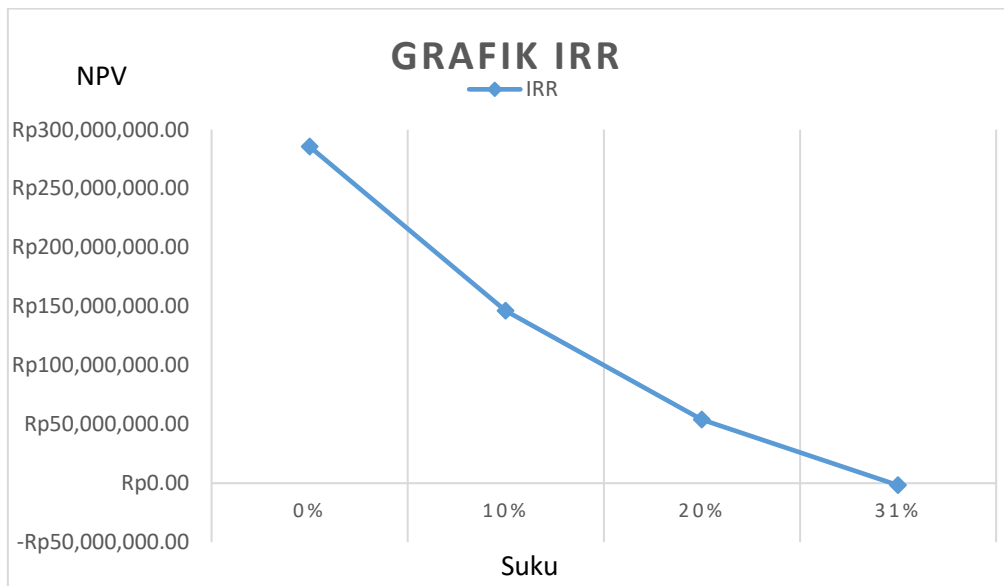
Internal Rate of Return atau IRR dapat dihitung dengan cara mencari tingkat diskonto yang menyamakan nilai sekarang dari arus kas yang berhasil masuk ke dalam proyek yang diharapkan dengan suatu yang memiliki nilai sekarang biaya proyek atau sama dengan tingkat diskonto yang sudah membuat NPV sama dengan nol. IRR bisa dijadikan sebuah indikator dari tingkat efisiensi dari suatu investasi, sebuah proyek maupun investasi bisa dilakukan jika ada sebuah laju pengembaliannya atau biasa disebut dengan rate of return yakni lebih besar dari laju pengembaliannya jika melakukan suatu investasi yang lainnya atau bunga deposito bank, reksadana dan lain sebagainya.

Tabel 4.7 *Internal Rate of Return*

Tahun	Harga air	Kas Masuk	present value 10%	present value 11%	present value 12%	present value 13%	present value 14%
1	4,279.40	45,395,871.04	Rp 41,268,973.67	Rp 40,897,181.12	Rp 40,532,027.71	Rp 40,173,337.20	Rp 39,820,939.51
2	4,315.13	45,774,929.46	Rp 37,830,520.22	Rp 37,151,959.63	Rp 36,491,493.51	Rp 35,848,484.19	Rp 35,222,321.84
3	4,350.87	46,153,987.89	Rp 34,676,174.22	Rp 33,747,398.16	Rp 32,851,496.94	Rp 31,987,028.80	Rp 31,152,627.18
4	4,386.60	46,533,046.31	Rp 31,782,696.75	Rp 30,652,758.93	Rp 29,572,592.18	Rp 28,539,588.76	Rp 27,551,298.97
5	4,422.33	46,912,104.74	Rp 29,128,726.14	Rp 27,840,050.86	Rp 26,619,188.09	Rp 25,462,010.97	Rp 24,364,677.18
6	4,458.07	47,291,163.16	Rp 26,694,628.73	Rp 25,283,787.01	Rp 23,959,175.02	Rp 22,714,821.85	Rp 21,545,217.76
7	4,493.80	47,670,221.59	Rp 24,462,361.21	Rp 22,960,763.18	Rp 21,563,587.33	Rp 20,262,735.08	Rp 19,050,799.72
8	4,529.53	48,049,280.01	Rp 22,415,343.74	Rp 20,849,855.73	Rp 19,406,298.31	Rp 18,074,210.53	Rp 16,844,110.19
9	4,565.27	48,428,338.44	Rp 20,538,342.99	Rp 18,931,837.14	Rp 17,463,744.33	Rp 16,121,059.37	Rp 14,892,098.73
10	4,601.00	48,807,396.86	Rp 18,817,364.34	Rp 17,189,207.62	Rp 15,714,675.54	Rp 14,378,090.42	Rp 13,165,493.16
		NPV	Rp 146,426,132.00	Rp 134,315,799.37	Rp 122,985,278.96	Rp 112,372,367.16	Rp 102,420,584.24

Tahun	Harga air	Kas Masuk	present value 15%	present value 16%	present value 17%	present value 18%	present value 19%
1	4,279.40	45,395,871.04	Rp 39,474,670.47	Rp 39,134,371.58	Rp 38,799,889.78	Rp 38,471,077.15	Rp 38,147,790.79
2	4,315.13	45,774,929.46	Rp 34,612,423.03	Rp 34,018,229.39	Rp 33,439,206.27	Rp 32,874,841.61	Rp 32,324,644.77
3	4,350.87	46,153,987.89	Rp 30,346,996.23	Rp 29,568,906.51	Rp 28,817,191.10	Rp 28,090,741.93	Rp 27,388,506.30
4	4,386.60	46,533,046.31	Rp 26,605,420.26	Rp 25,699,787.24	Rp 24,832,362.41	Rp 24,001,227.62	Rp 23,204,576.10
5	4,422.33	46,912,104.74	Rp 23,323,607.08	Rp 22,335,463.65	Rp 21,397,134.15	Rp 20,505,713.33	Rp 19,658,487.98
6	4,458.07	47,291,163.16	Rp 20,445,274.88	Rp 19,410,291.63	Rp 18,435,920.45	Rp 17,518,138.36	Rp 16,653,220.31
7	4,493.80	47,670,221.59	Rp 17,921,002.00	Rp 16,867,132.09	Rp 15,883,497.48	Rp 14,964,875.89	Rp 14,106,472.97
8	4,529.53	48,049,280.01	Rp 15,707,394.87	Rp 14,656,253.58	Rp 13,683,588.03	Rp 12,782,942.22	Rp 11,948,439.62
9	4,565.27	48,428,338.44	Rp 13,766,356.30	Rp 12,734,375.91	Rp 11,787,638.62	Rp 10,918,462.91	Rp 10,119,916.20
10	4,601.00	48,807,396.86	Rp 12,064,442.05	Rp 11,063,836.60	Rp 10,153,763.13	Rp 9,325,359.26	Rp 8,570,694.82
	NPV		Rp 93,078,587.16	Rp 84,299,648.18	Rp 76,041,191.42	Rp 68,264,380.29	Rp 60,933,749.87
Tahun	Harga air	Kas Masuk	present value 20%	present value 21%	present value 22%	present value 23%	present value 24%
1	4,279.40	45,395,871.04	Rp 37,829,892.53	Rp 37,517,248.79	Rp 37,209,730.36	Rp 36,907,212.23	Rp 36,609,573.42
2	4,315.13	45,774,929.46	Rp 31,788,145.46	Rp 31,264,892.74	Rp 30,754,454.09	Rp 30,256,414.48	Rp 29,770,375.56
3	4,350.87	46,153,987.89	Rp 26,709,483.73	Rp 26,052,722.93	Rp 25,417,319.01	Rp 24,802,410.86	Rp 24,207,178.70
4	4,386.60	46,533,046.31	Rp 22,440,705.21	Rp 21,708,009.53	Rp 21,004,974.67	Rp 20,330,171.35	Rp 19,682,250.01
5	4,422.33	46,912,104.74	Rp 18,852,922.75	Rp 18,086,647.17	Rp 17,357,443.68	Rp 16,663,236.61	Rp 16,002,082.03
6	4,458.07	47,291,163.16	Rp 15,837,714.86	Rp 15,068,421.99	Rp 14,342,372.97	Rp 13,656,811.89	Rp 13,009,178.87
7	4,493.80	47,670,221.59	Rp 13,303,883.96	Rp 12,553,059.24	Rp 11,850,273.01	Rp 11,192,095.07	Rp 10,575,365.22
8	4,529.53	48,049,280.01	Rp 11,174,726.85	Rp 10,456,923.28	Rp 9,790,575.91	Rp 9,171,618.74	Rp 8,596,336.42
9	4,565.27	48,428,338.44	Rp 9,385,736.43	Rp 8,710,262.35	Rp 8,088,371.55	Rp 7,515,425.36	Rp 6,987,219.75
10	4,601.00	48,807,396.86	Rp 7,882,667.08	Rp 7,254,908.54	Rp 6,681,705.63	Rp 6,157,926.92	Rp 5,678,959.79
	NPV		Rp 54,016,878.86	Rp 47,484,096.58	Rp 41,308,220.87	Rp 35,464,323.50	Rp 29,929,519.77
Tahun	Harga air	Kas Masuk	present value 25%	present value 26%	present value 27%	present value 28%	present value 29%
1	4,279.40	45,395,871.04	Rp 36,316,696.83	Rp 36,028,469.08	Rp 35,744,780.35	Rp 35,465,524.25	Rp 35,190,597.70
2	4,315.13	45,774,929.46	Rp 29,295,954.86	Rp 28,832,785.00	Rp 28,380,513.03	Rp 27,938,799.72	Rp 27,507,318.95
3	4,350.87	46,153,987.89	Rp 23,630,841.80	Rp 23,072,656.28	Rp 22,531,913.17	Rp 22,007,936.42	Rp 21,500,081.24
4	4,386.60	46,533,046.31	Rp 19,059,935.77	Rp 18,462,023.71	Rp 17,887,374.55	Rp 17,334,910.60	Rp 16,803,611.95
5	4,422.33	46,912,104.74	Rp 15,372,158.48	Rp 14,771,758.29	Rp 14,199,279.68	Rp 13,653,219.43	Rp 13,132,166.09
6	4,458.07	47,291,163.16	Rp 12,397,094.68	Rp 11,818,346.67	Rp 11,270,875.96	Rp 10,752,765.58	Rp 10,262,229.77
7	4,493.80	47,670,221.59	Rp 9,997,170.05	Rp 9,454,821.95	Rp 8,945,839.95	Rp 8,467,932.42	Rp 8,018,981.26
8	4,529.53	48,049,280.01	Rp 8,061,331.49	Rp 7,563,494.99	Rp 7,099,979.86	Rp 6,668,177.12	Rp 6,265,694.30
9	4,565.27	48,428,338.44	Rp 6,499,941.56	Rp 6,050,129.39	Rp 5,634,638.78	Rp 5,250,610.97	Rp 4,895,445.00
10	4,601.00	48,807,396.86	Rp 5,240,654.33	Rp 4,839,273.79	Rp 4,471,450.59	Rp 4,134,147.32	Rp 3,824,622.21
	NPV		Rp 24,682,779.85	Rp 19,704,759.16	Rp 14,977,645.91	Rp 10,485,023.84	Rp 6,211,748.46

Tahun	Harga air	Kas Masuk	present value 30%	present value 31%
1	4,279.40	45,395,871.04	Rp 34,919,900.80	Rp 34,653,336.67
2	4,315.13	45,774,929.46	Rp 27,085,757.08	Rp 26,673,812.40
3	4,350.87	46,153,987.89	Rp 21,007,732.31	Rp 20,530,302.33
4	4,386.60	46,533,046.31	Rp 16,292,512.98	Rp 15,800,699.08
5	4,422.33	46,912,104.74	Rp 12,634,793.74	Rp 12,159,856.22
6	4,458.07	47,291,163.16	Rp 9,797,604.00	Rp 9,357,335.95
7	4,493.80	47,670,221.59	Rp 7,597,027.61	Rp 7,200,258.71
8	4,529.53	48,049,280.01	Rp 5,890,335.96	Rp 5,540,086.16
9	4,565.27	48,428,338.44	Rp 4,566,772.72	Rp 4,262,436.36
10	4,601.00	48,807,396.86	Rp 3,540,398.29	Rp 3,279,236.12
		NPV	Rp 2,143,835.49	-Rp 1,731,639.99



Gambar 4.5 Grafik *Internal Rate of Return*

Pada grafik diatas dapat dilihat bahwa system desalinasi ini mendapatkan nilai IRR 30%, nilai tersebut lebih besar dari suku bunga pinjaman atau investasi bentuk lain seperti pada reksadana nilai suku bunga di Indonesia sebesar 7,43% untuk deposito suku bunga di Indonesia sebesar 5,75%.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Pada penelitian yang telah dilakukan yaitu Analisa Ekonomi dari Desain Sistem Desalinasi *Reverse Osmosis* (RO) Di Wilayah Pesisir dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Biaya penjualan air Desalinasi *Reverse Osmosis* pada tahun pertama sebesar Rp. 4.279,40 dan mengalami kenaikan seiring dengan kenaikan beberapa harga komponen setiap tahunnya.
2. Pada perhitungan yang dilakukan nilai investasi diawal yang digunakan sebesar Rp. 141.189.000,00 dapat dikembalikan dalam jangka waktu 4 tahun dengan pendapatan pertahun Rp. 45.395.871,00.
3. Pada perhitungan nilai NPV menggunakan suku bunga 12%-14% yang merupakan suku bunga rata rata di Indonesia dan mendapatkan nilai positif.
4. Nilai IRR yang didapatkan pada perhitungan ini lebih besar dari suku Bunga pada deposito dan reksadana.
5. Biaya desalinasi dievaluasi berdasarkan NPV dan IRR memberikan hasil bahwa instalasi ini layak untuk dibangun.

5.2 Saran

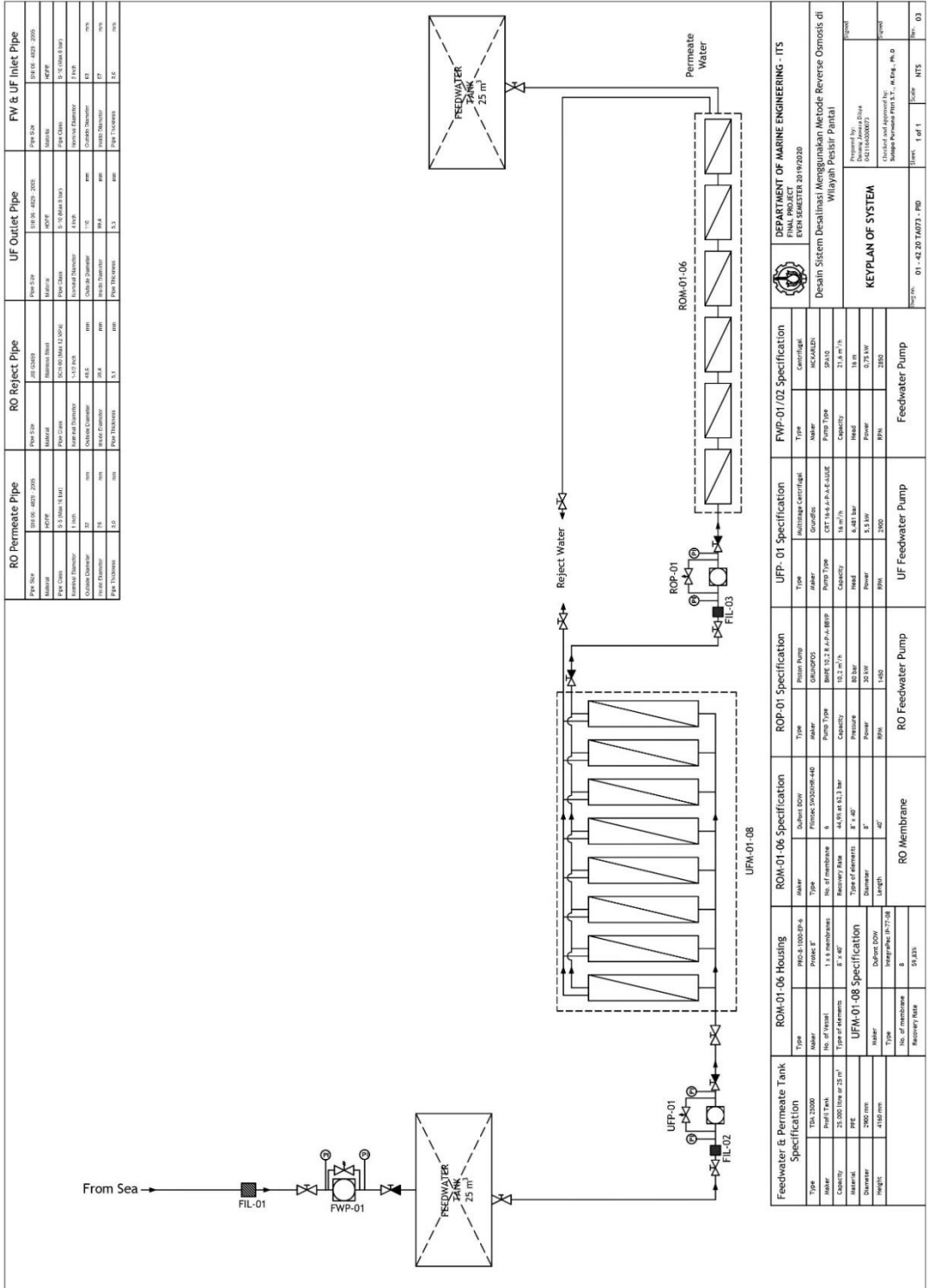
Pada penelitian yang telah dilakukan yaitu Analisa Ekonomi Desain Sistem Desalinasi *Reverse Osmosis* (RO) Di Wilayah Pesisir penulis memiliki saran untuk mengembangkan tugas akhir sebagai berikut:

1. Pada penelitian selanjutnya penulis menyarankan untuk menggunakan metode metode analisa ekonomi yang lebih banyak sesuai dengan feasibility study.
2. Pada peneltian selanjutnya dapat menggunakan data data yang lebih akurat karena pada saat pengerjaan tugas akhir ini terdapat banyak kendala yang membuat data data didapat dari internet.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariyanti, D., & Widiassa, I. N. 2011. Aplikasi Teknologi Reverse Osmosis untuk Pemurnian Air Skala Rumah Tangga. *Teknik*. 32(3) : 193 - 197.
- Fatomy, M. 2004. Analisa Teknis, Ekonomis Penyediaan Air Tawar Dengan Metode Electrodialysis Di Kapal. Doctoral Dissertation. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Mochammad, Y. 2012. Analisa Ekonomis Sistem Konversi Pneumatis Energi Gelombang Laut Untuk Pembangkit Listrik. Thesis. Program Studi Teknik Sistem Perkapalan. Fakultas Teknologi Kelautan. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Nugroho, A. 2004. Uraian Umum Tentang Teknologi Desalinasi. *Jurnal Pengembangan Energi Nuklir*, 6 (2).
- Said, N. I. 2003. Aplikasi Teknologi Osmosis Balik untuk Memenuhi Kebutuhan Air Minum di Kawasan Pesisir Atau Pulau Terpencil. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. 4 (2) : 15 – 34.
- Yoshi, L. A., & Widiassa, I. N. 2016. Studi Tekno Ekonomi Desalinasi Air Laut Skala Kecil Dengan Sistem Reverse Osmosis. *Reaktor*. 16 (4) : 218 - 224.
- Zainul, I. 2017. Strategi Peningkatan Kinerja Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Kabupaten Trenggalek. Doctoral Dissertation. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya
- Danang, J. 2020. Desain Sistem Desalinasi Menggunakan Metode Reverse Osmosis di Wilayah Pesisir Pantai.

LAMPIRAN



RO Permeate Pipe		RO Reject Pipe		UF Outlet Pipe		FW & UF Inlet Pipe	
PIP-020	01/10/ 4023 2005	PIP-020	01/10/ 4023 2005	PIP-020	01/10/ 4023 2005	PIP-020	01/10/ 4023 2005
Material	HDPE	Material	HDPE	Material	HDPE	Material	HDPE
Standards	AS/NZS 1570	Standards	AS/NZS 1570	Standards	AS/NZS 1570	Standards	AS/NZS 1570
Pressure	1.5 MPa	Pressure	1.5 MPa	Pressure	1.5 MPa	Pressure	1.5 MPa
Temperature	30 °C	Temperature	30 °C	Temperature	30 °C	Temperature	30 °C
Flow Rate	10 L/min	Flow Rate	10 L/min	Flow Rate	10 L/min	Flow Rate	10 L/min
Length	10 m	Length	10 m	Length	10 m	Length	10 m
Weight	10 kg	Weight	10 kg	Weight	10 kg	Weight	10 kg
Notes		Notes		Notes		Notes	

Feedwater & Permeate Tank Specification		ROM-01-06 Housing		ROM-01-06 Specification		ROP-01 Specification		UFP-01 Specification		FWP-01/02 Specification	
Type	25000	Type	25000	Type	25000	Type	25000	Type	25000	Type	25000
Capacity	25,000 liter @ 25 m³	No. of elements	1 x 6	No. of membrane	6	Capacity	10.2 m³/h	Capacity	10.2 m³/h	Capacity	10.2 m³/h
Material	FRP	Type of elements	UFM-01-08	Recovery Rate	48.6% @ 0.2 bar	Power	30 kW	Power	30 kW	Power	30 kW
Diameter	2900 mm	Material	Duracore P-77-08	Stroke	8"	Flow	100 L/min	Flow	100 L/min	Flow	100 L/min
Height	4100 mm	Recovery Rate	59.82%	Length	40"	Flow	100 L/min	Flow	100 L/min	Flow	100 L/min

DEPARTMENT OF MARINE ENGINEERING - ITS

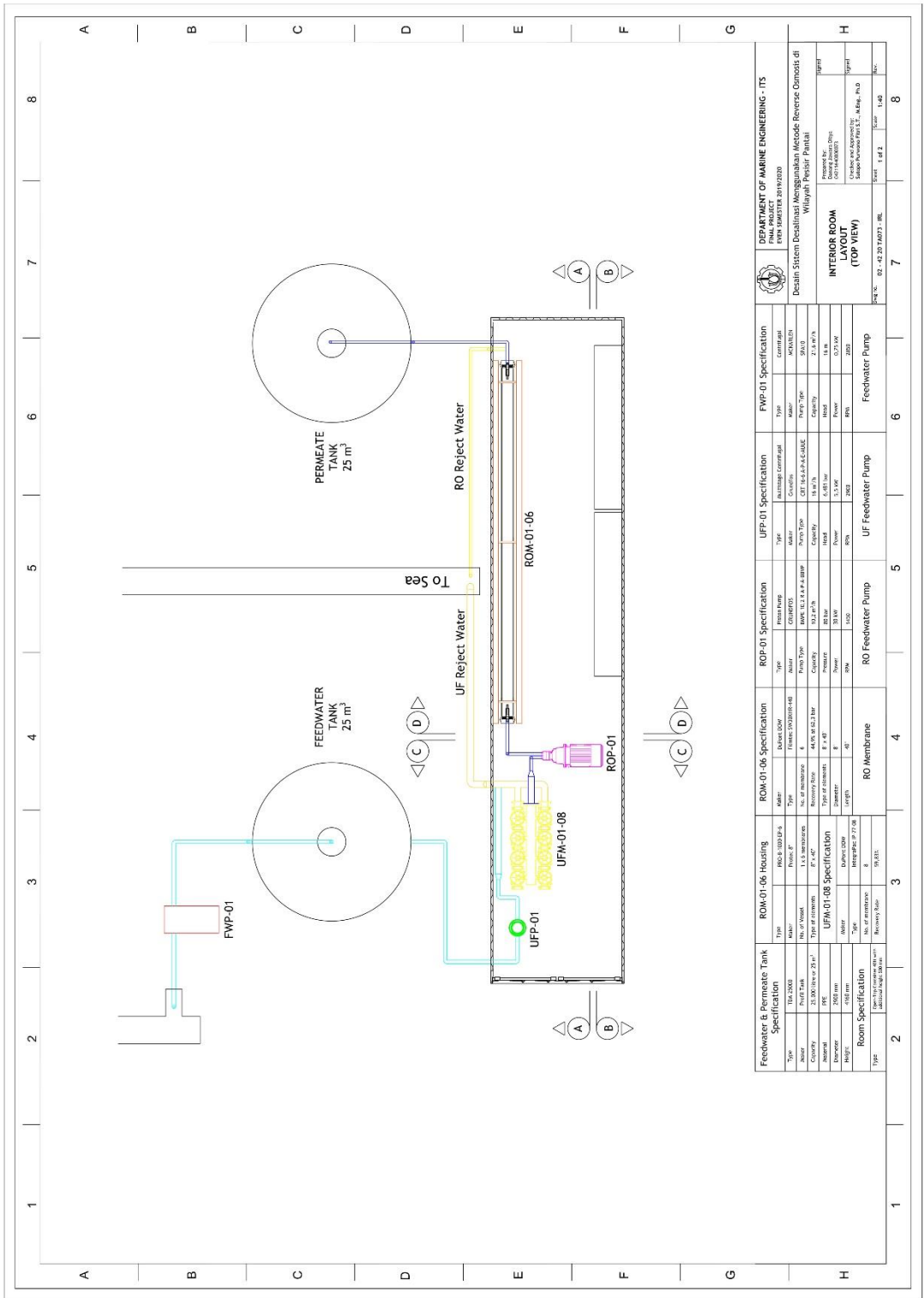
FINAL PROJECT
EVEN SEMESTER 2019/2020

Desain Sistem Desalinasi Menggunakan Metode Reverse Osmosis di Wilayah Pesisir Pantai

Prepared by:
Muhammad Fauzan Fauzan
Muhammad Fauzan Fauzan
Muhammad Fauzan Fauzan

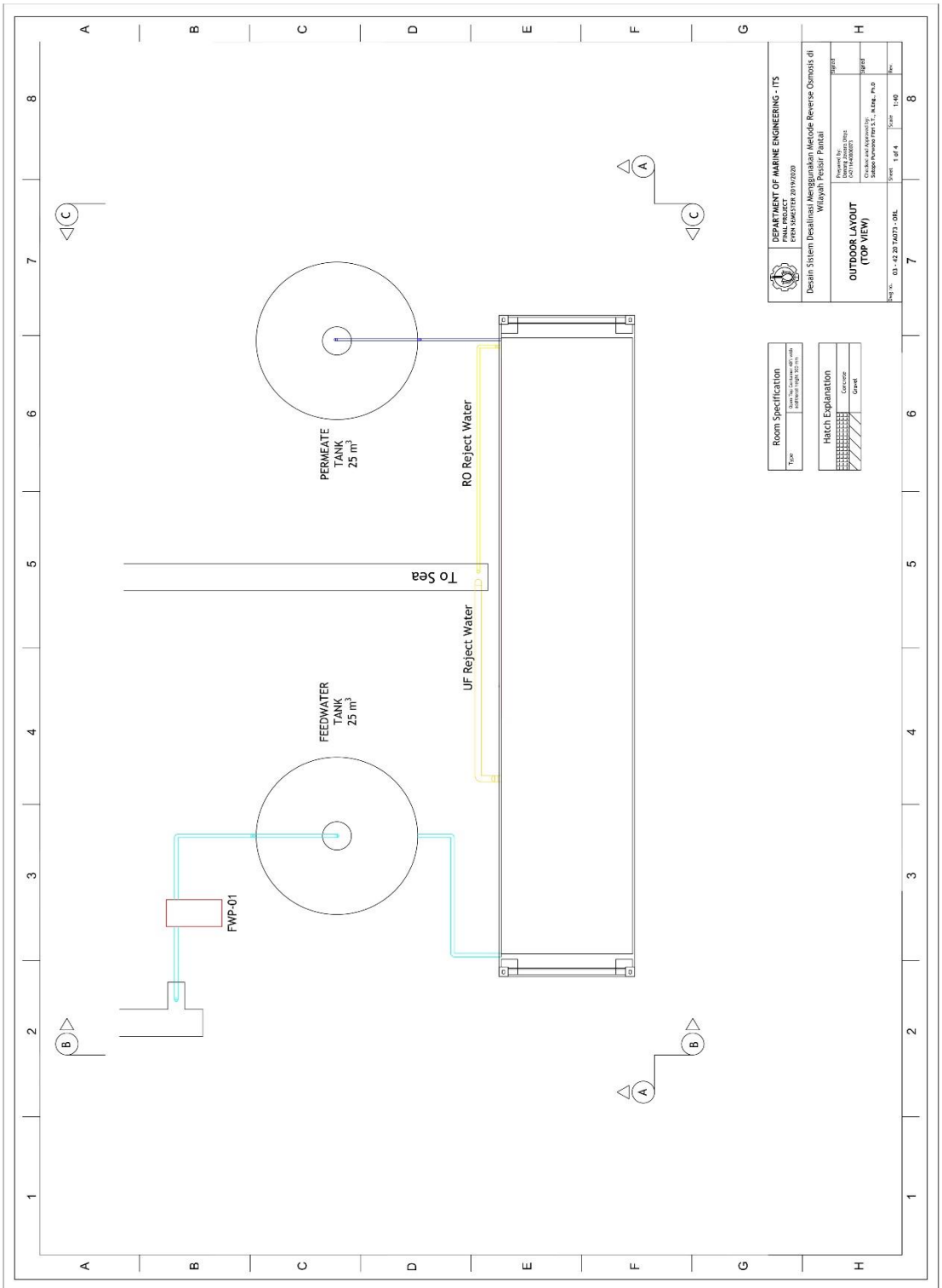
KEYPLAN OF SYSTEM

Sheet: 1 of 1 Scale: NTS Rev: 01



Feedwater & Permeate Tank Specification		ROM-01-06 Housing		ROM-01-06 Specification		ROP-01 Specification		UFP-01 Specification		UFP-01 Specification		FWP-01 Specification	
Type	110x200x8	Type	FRP 8" 1000 LPA-8	Type	RO Membrane	Type	Reverse Pump	Type	UF Membrane	Type	UF Membrane	Type	Feedwater Pump
Material	FRP	Material	FRP	Material	FRP	Material	FRP	Material	FRP	Material	FRP	Material	FRP
Capacity	25,000 L	Capacity	1000 L	Capacity	1000 L	Capacity	1000 L	Capacity	1000 L	Capacity	1000 L	Capacity	1000 L
Pressure	1.5 MPa	Pressure	1.5 MPa	Pressure	1.5 MPa	Pressure	1.5 MPa	Pressure	1.5 MPa	Pressure	1.5 MPa	Pressure	1.5 MPa
Height	400 mm	Height	400 mm	Height	400 mm	Height	400 mm	Height	400 mm	Height	400 mm	Height	400 mm
Room Specification		ROM-01-06 Specification		ROM-01-06 Specification		ROP-01 Specification		UFP-01 Specification		UFP-01 Specification		FWP-01 Specification	
Type	Interior Room	Type	RO Membrane	Type	RO Membrane	Type	RO Membrane	Type	UF Membrane	Type	UF Membrane	Type	Feedwater Pump
Area	10 m²	Area	10 m²	Area	10 m²	Area	10 m²	Area	10 m²	Area	10 m²	Area	10 m²
Volume	10 m³	Volume	10 m³	Volume	10 m³	Volume	10 m³	Volume	10 m³	Volume	10 m³	Volume	10 m³
Height	2.5 m	Height	2.5 m	Height	2.5 m	Height	2.5 m	Height	2.5 m	Height	2.5 m	Height	2.5 m

DEPARTMENT OF MARINE ENGINEERING - ITS
 E-VENTURA 2020
 Desain Sistem Desalinasi Menggunakan Metode Reverse Osmosis di
 Wilayah Pesisir Pantai
 Prepared by:
 Oki Maulana Pratomo
 001190000011
 Checked and Approved by:
 Saiful Huda
 001190000012
 Date: 14/12/2020



DEPARTMENT OF MARINE ENGINEERING - ITS
 FINAL PROJECT
 140215001001000000
 Desain Sistem Desalinasi menggunakan Metode Reverse Osmosis di
 Kapal Pesiar

ROOM SPECIFICATION
 Type: Deck, Deckhouse, Deck
 Deckhouse, Deck

HATCH EXPLANATION
 Concrete
 Green

OUTDOOR LAYOUT
 (TOP VIEW)
 Sheet: 1 of 4
 Date: 14/08/2020

A-A Sectional View

From Dwg No. 03 - 42 20 TA073 - ORL



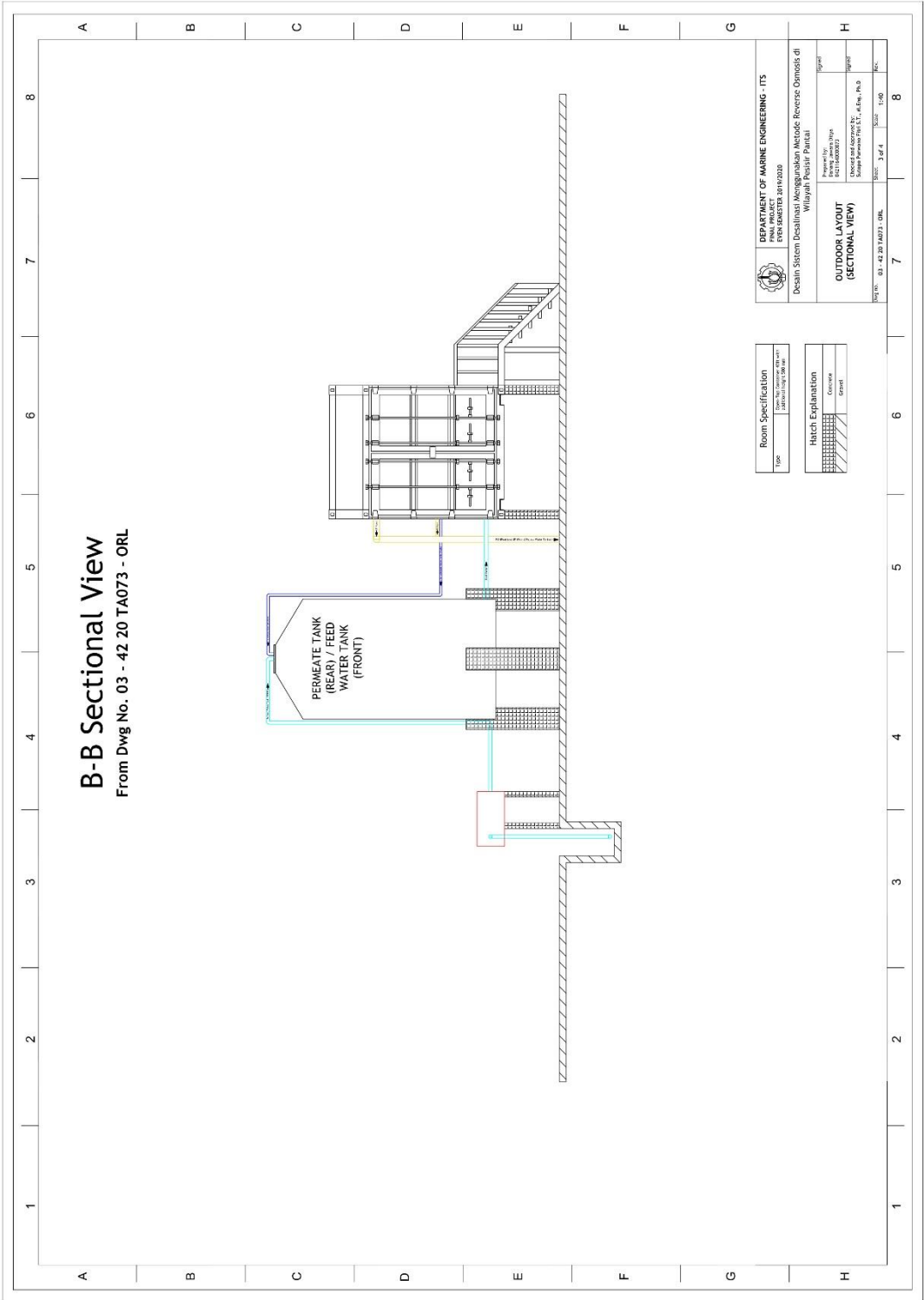
Room Specification	
Room No.	03 - 42 20 TA073 - ORL
Room Name	PERMEATE TANK
Room Type	PERMEATE TANK


Hatch Explanation	
	Concrete
	Steel



	DEPARTMENT OF MARINE ENGINEERING - ITS INSTITUT TEKNIK SEPuluhRARAH SURABAYA 60115
	Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Jalan Sepuluh April No. 1, Surabaya 60115
Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Jalan Sepuluh April No. 1, Surabaya 60115	Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Jalan Sepuluh April No. 1, Surabaya 60115
Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Jalan Sepuluh April No. 1, Surabaya 60115	Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Jalan Sepuluh April No. 1, Surabaya 60115
Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Jalan Sepuluh April No. 1, Surabaya 60115	Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Jalan Sepuluh April No. 1, Surabaya 60115

B-B Sectional View

From Dwg No. 03 - 42 20 TA073 - ORL

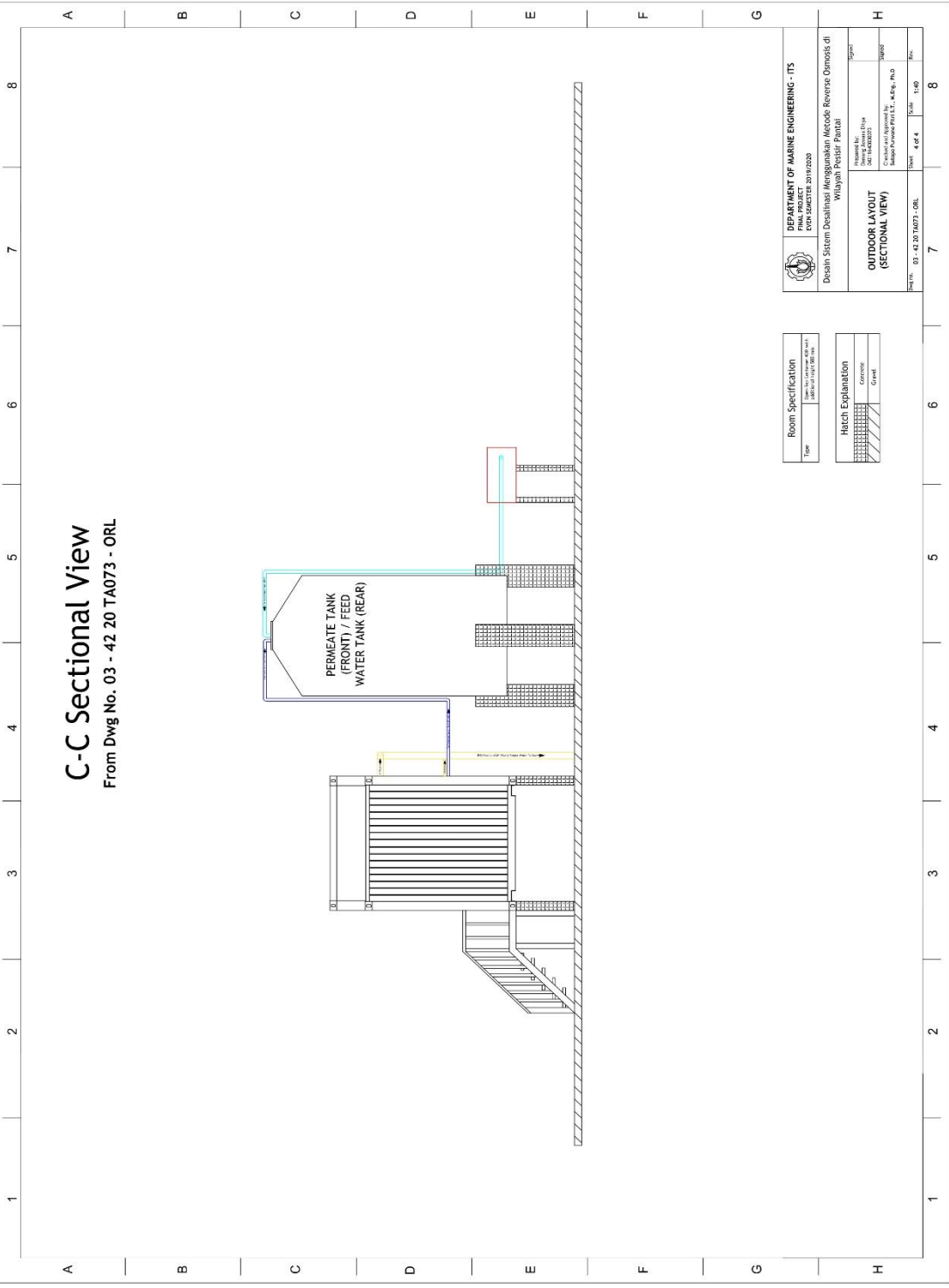


 DEPARTMENT OF MARINE ENGINEERING - ITS PNM PROJECT ERA SEMESTER 2019/2020 Widyaisya Pustair Parial	
Desain Sistem Desalinasi Menggunakan Metode Reverse Osmosis di Wilayah Pesisir Pantai	
Perancang Nama : NIM : 15115400072	Signat
Disain dan Gambar Nama : NIM : 15115400072	Signat
Log No. 03 - 42 20 TA073 - ORL.	
Lembar 3 of 4	Skala 1:40
1 2 3 4 5 6 7 8	1 2 3 4 5 6 7 8

Room Specification	
Type	Room Name
Hatch Explanation	
	Concrete
	Gravel

C-C Sectional View

From Dwg No. 03 - 42 20 TA073 - ORL



	DEPARTMENT OF MARINE ENGINEERING - ITS DIVISI TEKNIK PERALATAN LAUT Desain Sistem Desalinasi (Menggunakan Metode Reverse Osmosis di Wilayah Pesisir Pantai)
	Disain For: Nama & Alamat: ... No. & Alamat: ... Nama & Alamat: ... Nama & Alamat: ...
OUTDOOR LAYOUT (SECTIONAL VIEW)	
No. Dwg.: 03 - 42 20 TA073 - ORL	No. 4 of 4
Date: 11/01/2020	Page: 8

Room Specification	
Type	Room Specification

Hatch Explanation	
Symbol	Explanation
	Concrete
	Ground

BIODATA PENULIS



Penulis bernama Rheza Fakhrezi Pratama, Lahir di Jakarta pada tanggal 27 Januari 1998. Penulis merupakan anak ketiga dari pasangan Wawan Setiawan dan Mamik Ratnawati. Penulis telah menyelesaikan jenjang pendidikan mulai dari jenjang pendidikan formal dasar di SD Swasta Alodia (2004-2010), jenjang pendidikan menengah pertama di SMP Negeri 193 Jakarta (2010-2013), jenjang pendidikan menengah atas di SMA Negeri 77 Jakarta (2013-2016), dan melanjutkan ke jenjang perguruan tinggi di Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya. Selama masa studi di kampus, penulis aktif di berbagai kegiatan dan organisasi. Diantaranya penulis menjadi Staff

Departemen PSDM HIMASISKAL, Elemen Pengkader pada Character Building HIMASISKAL FTK ITS 2018/2019, Staff Divisi Marine Diessel Assembly Marine icon 2017, Staff Divisi Waterbike Marine icon 2018, Staff Divisi Marine Diessel Assembly Marine icon 2019 dan menjadi anggota dari Marine Machinery Fluid and Sistem Laboratory Departemen Teknik Sistem Perkapalan FTK – ITS. Penulis pernah melaksanakan on job training di beberapa perusahaan yaitu PT. Daya Radar Utama unit Lamongan dan PT. Nusantara Regas. Selain itu, penulis mengikuti kegiatan pengembangan softskill seperti Latihan Keterampilan Manajemen Mahasiswa Pra Tingkat Dasar dan Tingkat Dasar. Penulis dapat dihubungi melalui alamat email rhzfakh48@gmail.com.