

BAB 2

KAJIAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu merupakan kajian pustaka yang memuat uraian sistematis tentang penelitian oleh peneliti terdahulu yang ada hubungan/kemiripan dengan penelitian yang penulis lakukan. Memperbandingkan antara penelitian yang penulis lakukan sehingga menunjukkan orisinalitas atau keaslian tulisan dan bukan karya plagiat. Creswell (2010 ; 36) menyebutkan bahwa tinjauan pustaka penelitian terdahulu ini membantu peneliti untuk menentukan apakah topik tersebut layak diteliti atau tidak. Disamping itu, juga akan memberikan pengetahuan bagi peneliti dalam membatasi ruang lingkup penelitiannya.

Sebagai dasar penelitian ini perlu dilakukan kajian pustaka beberapa penelitian terdahulu yang menjadi referensi penulis, adalah sebagai berikut :

Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu

No	Nama, Tahun, Judul Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian	Perbedaan Penelitian ini
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1	Lokajaya,I Nyoman, 2016; <i>Kelayakan Investasi Instalasi Sea Water Reverse Osmosis (Swro) Di Kawasan Wisata Pantai Kenjeran Surabaya.</i>	Menganalisa investasi menurut aspek finansial.	Dengan nilai investasi sebesar Rp.5,5 milyar dan tingkat IRR 19,38% yang jauh lebih tinggi dari bunga bank (10%). Break Even Point investasi	Penelitian kami, meneliti investasi pengolahan air laut menjadi air dari aspek pemasaran,

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
			terjadi pada tahun ke-7. Sehingga secara finansial, investasi tersebut dikatakan layak.	aspek teknis dan aspek finansial.
2	Simarmata, Farins Apul, 2015; <i>STUDI KELAYAKAN INVESTASI PENGADAAN PERALATAN PT PELABUHAN INDONESIA (PERSERO) DI MAKASAR.</i>	Menganalisa investasi menurut (1) aspek pasar atau pemasaran, (2) aspek operasional atau teknik, dan (3) aspek finansial.	(1) Dari aspek pasar diperoleh jumlah permintaan 19.872 dan penambahan permintaan tiap tahun sebesar 3.998, maka investasi dikatakan layak. (2) Dari aspek operasional atau teknik, dikatakan layak karena dapat mempercepat dan mempersingkat waktu pelayakan proses <i>receiving- delivery</i> . (3) Dari aspek finansial , dari hasil sensitivitas hanya dalam sekenario optimis yang menunjukkan investasi tersebut dikatakan layak.	Penelitian kami, meneliti investasi pengolahan air laut menjadi air dari apsek pemasaran, aspek teknis dan aspek finansial.

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
3	Dwijayani, Agista Ayuningtyas Puspitasari, 2014; <i>STUDI KELAYAKAN PENGLOLAHAN AIR LAUT MENJADI AIR BERSIH DIKAWASAN WISATA DAN PELABUHAN PERIKANAN NUSANTARA (PPN) PANTAI PRIGI, TRENGGALEK.</i>	Menganalisa investasi menurut aspek finansial.	Investasi dikatakan layak dengan nilai NPV sebesar 25 milyar dan tingkat IRR 23,7% .Break Even Point investasi terjadi pada tahun ke-3	Penelitian kami, meneliti investasi pengolahan air laut menjadi air dari aspek pemasaran, aspek teknis dan aspek finansial.
4	Sadewa & Hadi, 2013 ; <i>STUDI KELAYAKAN PERENCANAAN BANGUNAN PENGOLAHAN AIR LAUT MENJADI AIR BERSIH DI WISATA BAHARI LAMONGAN.</i>	Menganalisa investasi menurut aspek teknis dan aspek finansial.	(a) Analisa teknis dikatakan layak, Pengolahan SWRO tipe Betaqua dengan debit air baku sebesar 10,26 m ³ /jam. Mampu memenuhi kebutuhan air bersih 7,46 m ³ /jam. (b) investasi dikatakan layak, NPV sebesar 9 milyar dan tingkat IRR 21% .Break Even Point investasi terjadi pada tahun ke-6	Penelitian kami, meneliti investasi pengolahan air laut menjadi air dari aspek pemasaran, aspek teknis dan aspek finansial.

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
5	Purwadi, Soekarto dan Sailah 2006 ; <i>ANALISIS KELAYAKAN TEKNIK DAN FINANSIAL USAHA AIR MINUM DEPOT ISI ULANG DENGAN SISTEM REVERSE OSMOSIS (STUDI KASUS : CV.CANDRABALI, TANGERANG)</i>	Menganalisa investasi menurut aspek teknis dan aspek finansial.	(a) Analisa teknis dikatakan layak, dengan sistem RO memiliki tingkat keamanan yang tinggi dalam memproduksi air minum sehat. (b) investasi dikatakan layak, PBP 2,42 tahun, BEP 38.330 galon, NPV sebesar 46.669.358 , BCR 1,16 dan tingkat IRR 27,26% .	Penelitian kami, meneliti investasi pengolahan air laut menjadi air dari aspek pemasaran, aspek teknis dan aspek finansial.

Mencermati tabel 2.1. tersebut diatas, maka terlihat keunikan dari penelitian ini sehingga membedakan dengan penelitian-penelitian terdahulu. Adapun keunikan atau yang membedakan penelitian ini dengan penelitian terdahulu adalah sebagai berikut :

1. Dari sisi objek material atau sasaran materi kajian lebih spesifik, yaitu :
 - a. Kelayakan investasi pengolahan air laut menjadi air tawar untuk keperluan industri.
 - b. Sistem yang digunakan yaitu seawater reverse osmosis (SWRO).

Dalam khasanah kajian investasi bisnis atau proyek, objek material kajian tersebut masih belum banyak mendapatkan porsi perhatian. Berkaitan dengan hal tersebut penelitian ini merupakan suatu kajian yang aktual dalam rangka

pengembangan studi kelayakan bisnis/proyek, juga untuk ikut mengisi ruang yang masih sepi dan sekaligus merupakan tindak lanjut dari penelitian selanjutnya.

2. Dari sisi objek formal atau dari sudut pandang studi/kajian, difokuskan pada 3 (tiga) aspek kelayakan bisnis/proyek, yaitu :
 - a. Aspek pasar, yaitu kebutuhan air bersih di kawasan industri.
 - b. Aspek teknis, yaitu kapasitas produksi.
 - c. Aspek finansial.

2.1.Dasar Teori

2.2.1. Studi Kelayakan

2.2.1.1. Pengertian Studi Kelayakan

Secara etimologi bahwa analisis/studi kelayakan merupakan gabungan dari kata analisis dan kelayakan. Istilah analisis sering ditukar alihkan dengan istilah studi. Dalam kamus umum Bahasa Indonesia susunan W.J.S. Poerna Darminta (1991:39,572&965) analisis mempunyai arti menyelidiki sesuatu peristiwa/perbuatan untuk mengetahui sebab-sebabnya, bagaimana duduk perkaranya. Istilah studi mempunyai arti penggunaan waktu dan pikiran untuk memperoleh ilmu pengetahuan atau penyelidikan. Sedangkan istilah kelayakan berasal dari kata layak yang berarti patut atau pantas. Sehubungan dengan itu secara harfiah pengertian analisis kelayakan dapat diartikan secara sederhana sebagai aktifitas yang mempelajari, menyelidiki, mengkaji sesuatu objek untuk menetapkan objek tersebut secara tepat atau layak untuk dilakukan.

Menurut pendapat Kamaluddin (2004:1-2) pengertian studi kelayakan bisnis adalah suatu penelitian tentang tidaknya suatu bisnis dilaksanakan dengan pertimbangan akan mendapatkan manfaat ekonomis suatu bisnis. Pengertian tersebut mempunyai tendensi bagi pelaku bisnis yang profit. Artinya, jika hasil penelitian dari bisnis yang dilakukan memberikan tambahan kekayaan bagi pelaku bisnis maka bisnis dianggap menguntungkan, dengan demikian ia akan mengambil bisnis tersebut. Sebaliknya, jika hasil penelitian cenderung menunjukkan pengurangan kekayaan bagi pelaku bisnis. Menurut Subagyo (2008:6) studi kelayakan bisnis adalah studi kelayakan yang dilakukan untuk menilai kelayakan dalam pengembangan usaha. Menurut Kashmir dan Jakfar (2010:9) studi kelayakan bisnis adalah suatu kegiatan yang mempelajari secara mendalam tentang suatu kegiatan atau usaha yang dijalankan, untuk menentukan layak atau tidaknya suatu bisnis dijalankan.

Berdasarkan beberapa definisi tentang studi kelayakan bisnis maka dapat disimpulkan bahwa, studi kelayakan bisnis adalah sebuah penelitian bisnis yang menganalisis layak tidaknya suatu bisnis dan juga apakah bisnis tersebut dapat memberikan keuntungan kepada pemilik bisnis dalam jangka waktu tertentu.

2.2.1.2. Tujuan Studi Kelayakan Bisnis

Menurut Kasmir dan Jakfar (2010:12-13), paling tidak ada lima tujuan mengapa sebelum suatu bisnis atau proyek dijalankan perlu adanya dilakukan studi kelayakan, yaitu:

1. Menghindari resiko kerugian, yaitu untuk menghindari resiko kerugian di masa yang akan datang, karena dimasa yang akan datang ada situasi ketidakpastian.

Kondisi ini yang dapat diramalkan akan terjadi atau memang dengan sendirinya terjadi tanpa dapat diramalkan.

2. Memudahkan pelaksanaan pekerjaan, yaitu dengan adanya berbagai rencana yang sudah disusun akan sangat memudahkan pelaksanaan bisnis. Para pelaksana yang mengerjakan bisnis tersebut telah memiliki pedoman yang dapat dikerjakan. Kemudian pengerjaan usaha dapat dilakukan secara sistematis sehingga tepat sasaran dan sesuai dengan rencana yang sudah disusun.
3. Memudahkan perencanaan, yaitu jika kita dapat meramalkan apa yang akan terjadi dimasa yang akan datang, maka akan mempermudah kita dalam melakukan perencanaan dan hal-hal apa saja yang perlu direncanakan. Perencanaan meliputi beberapa jumlah dana yang diperlukan, kapan usaha atau proyek akan dijalankan, dimana lokasi proyek akan dibangun, siapa-siapa yang akan melaksanakannya, bagaimana cara menjalankan, berapa besar keuntungan yang diperoleh, serta bagaimana mengawasinya jika terjadi penyimpangan.
4. Memudahkan pengawasan, yaitu dengan telah dilaksanakannya suatu usaha atau proyek sesuai dengan rencana yang disusun, maka akan memudahkan perusahaan untuk melakukan pengawasan terhadap jalannya usaha.
5. Memudahkan pengendalian, yaitu pengawasan dan pengendalian dalam operasi sebuah perusahaan besar perlu dilakukan secara berkesinambungan. Proses yang salah dari keduanya akan memberikan dampak buruk baik untuk kesehatan lingkungan maupun masalah sosial lainnya. Adanya studi kelayakan bisnis akan lebih memudahkan bagi pihak yang berwenang atau perusahaan terkait untuk melakukan pengawasan serta pengendalian.

2.2.1.3. Manfaat Studi Kelayakan Bisnis

Menurut Kamaluddin (2004:2) manfaat yang ditimbulkan dari adanya studi kelayakan bisnis adalah:

1. Manfaat finansial artinya bisnis tersebut akan menguntungkan bagi pelaku bisnis sendiri apabila bisnis dibandingkan dengan resiko yang ditanggung.
2. Manfaat ekonomi nasional artinya bisnis tersebut jika dijalankan mampu menunjukkan manfaat yang lebih luas bagi Negara, misalnya semakin tenaga kerja yang terserap, pendapatan masyarakat meningkat, dsb.
3. Manfaat sosial artinya masyarakat sekitar lokasi bisnis tersebut memperoleh manfaat atas bisnis yang dilakukan tersebut secara langsung maupun tidak.

2.2.1.4. Tahapan Studi Kelayakan Bisnis

Tahap-tahap studi kelayakan bisnis menurut Umar, Husein (2005:21) sebagai berikut:

1. Tahap penemuan ide , yaitu tahap dimana ide usaha yang kemudian di rumuskan dan diidentifikasi. Ide yang akan dijalankan mempunyai potensi yang menguntungkan.
2. Tahap penelitian yaitu penelitian yang lebih mendalam dengan memakai metode ilmiah. Dimulai dengan menugumpulkan data, mengolah data berdasarkan teori yang relevan, menganalisis dan menginterpretasikan hasil pengolahan data dengan alat-alat analisis yang sesuai, menyimpulkan hasil sampai pada pekerjaan membuat laporan hasil penelitian tersebut.

3. Tahap evaluasi, yaitu tahap dimana evaluasi terhadap usulan bisnis untuk perkiraan saat dibangun dan saat dioperasikan secara rutin. Hal yang dibandingkan dalam evaluasi bisnis adalah seluruh biaya yang akan ditimbulkan oleh usulan tersebut serta manfaat yang diperkirakan akan diperoleh.
4. Tahap pengurutan usulan yang layak, yaitu tahap dimana melakukan penelitian rencana bisnis yang dianggap paling penting direalisasikan. Kemudian menentukan rencana yang diprioritaskan, dimana rencana tersebut memiliki skor tertinggi.
5. Tahap rencana pelaksanaan, yaitu tahap untuk membuat rencana kerja pelaksanaan pembangunan proyek. Mulai dari menentukan jenis pekerjaan, waktu pengerjaan, jumlah dan kualifikasi tenaga pelaksanaan, ketersediaan dana, kesiapan manajemen dan lain-lain.
6. Tahap pelaksanaan, yaitu tahap merealisasikan pembangunan proyek kemudian melaksanakan operasional bisnis secara rutin yang berupa fungsi keuangan, pemasaran, produksi atau operasi, SDM dan manajemen agar selalu bekerja efektif dan efisien dalam rangka meningkatkan laba perusahaan.

2.2.1.5. Aspek Studi Kelayakan Yang Diteliti

Secara umum beberapa aspek yang perlu diteliti dalam studi kelayakan, yaitu:

- (a) aspek pasar/permintaan, (b) aspek teknik/operasional, (c) aspek finansial/keuangan, (d) aspek manajemen, (e) aspek hukum/legal, (f) aspek sosial ekonomi/ekonomi negara. (Husnan, Suad & Suwarsono Muhammad; 2014:17-18) serta (Purwana, Dedi & Nurdin Hidayat; 2016:18-19). Sesuai dengan batasan masalah

dimuka, maka dalam kajian teori ini dibatasi pada tiga aspek, yaitu aspek pemasaran, aspek teknis dan aspek finansial.

2.2.1.5.1. Aspek Pasar

Analisis aspek pasar merupakan tahap penting setelah mengidentifikasi peluang usaha dan merupakan tahap awal studi kelayakan, sehingga dimungkinkan untuk memulai studi kelayakan yang lebih rinci pada aspek finansial. Tahap analisis aspek pasar merupakan analisis tahap pertama, karena menjadi dasar ilmiah pembena-ran pendirian usaha.

Pengertian permintaan pasar suatu produk menurut Kotler & Keller (2009) adalah jumlah keseluruhan yang akan dibeli oleh sekelompok konsumen tertentu dalam suatu daerah tertentu dalam waktu tertentu dalam lingkungan pemasaran tertentu dan dalam suatu program pemasaran tertentu. Tujuan dilakukannya analisis pasar adalah untuk mengetahui seberapa luas pasar produk yang bersangkutan, bagaimana pertumbuhan permintaannya dan berapa besar yang dapat dipenuhi oleh konsumen perusahaan. Prosedur analisis pasar secara umum, adalah sebagai berikut:

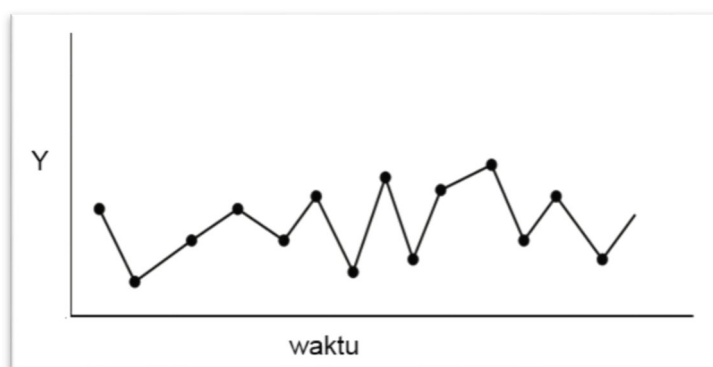
1. Menentukan tujuan studi, yaitu mengukur dan memperkirakan permintaan untuk menilai ketepatan waktu dan harga dari proyek dalam memproduksi produk.
2. Studi pasar informal, yaitu wawancara dengan pihak-pihak yang berhubungan langsung dengan produk yang ada di pasar.
3. Studi pasar formal, yaitu meliputi deskripsi metode dan tugas yang akan dilakukan untuk mendapatkan informasi yang dimaksudkan, meliputi rencana penelitian yang menyeluruh meliputi skedul kerja, waktu yang dibutuhkan dan biaya yang dibutuhkan untuk melaksanakan studi/penelitian.

4. Karakteristik permintaan saat ini meliputi luas pasar, pangsa pasar, pola pertumbuhan pasar, saluran pemasaran dan karakteristik lainnya.

Menurut (Makridakis,dkk, 1999) Jenis peramalan tergantung pada jangka waktu peramalan, faktor-faktor yang menentukan hasil yang sebenarnya, tipe pola data dan berbagai aspek lainnya. Peramalan kuantitatif adalah peramalan yang didasarkan atas data kuantitatif masa lalu. Teknik peramalan kuantitatif sangat beragam yang dikembangkan dari berbagai jenis dan untuk berbagai maksud. Setiap teknik mempunyai sifat dan ketepatan dan biaya tersendiri yang harus dipertimbangkan dalam memilih metode tertentu. Salah satu dasar pemilihan metode peramalan adalah dengan memperhatikan pola data. Ada empat jenis pola data mendasar yang terdapat dalam suatu data deret berkala (*time series*), yakni :

1. Pola data horisontal(H)

Terjadi apabila data berfluktuasi (bergerak) di sekitar nilai rata-rata yang konstan. Deret seperti ini adalah stasioner terhadap nilai rata-ratanya. Pada grafik 2.1 menunjukkan suatu pola khas dari data horisontal atau pola stasioner.

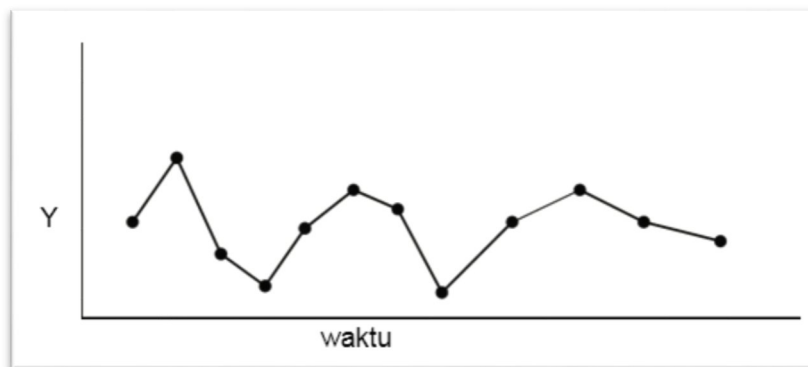


Sumber : Makridakis,dkk, 1999, *Metode Dan Aplikasi Peramalan*.

Grafik 2.1. Grafik Pola Data Horizontal (H)

2. Pola data musiman (S)

Terjadi apabila suatu deret waktu dipengaruhi oleh faktor musiman yang terjadi secara berulang, misalnya harian, mingguan, bulanan, atau kuartalan). Untuk pola musiman kuartalan, datanya seperti ditunjukkan oleh grafik 2.2 .

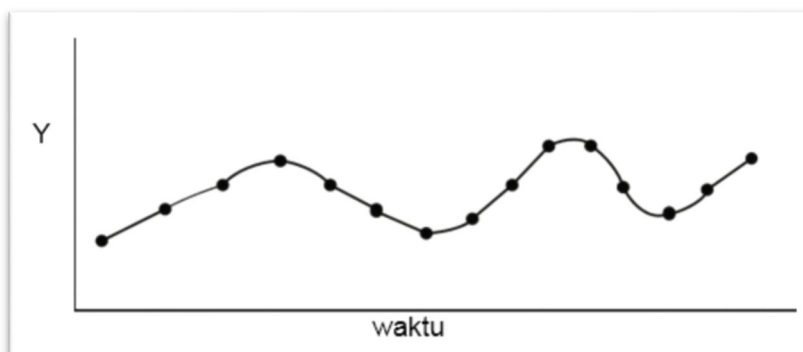


Sumber : Makridakis,dkk, 1999, *Metode Dan Aplikasi Peramalan*.

Grafik 2.2. Grafik Pola Musiman (S)

3. Pola data Siklis (C)

Terjadi Bilamana datanya dipengaruhi oleh fluktuasi ekonomi jangka panjang, seperti yang berhubungan dengan siklus bisnis. Grafik 2.3 menunjukkan pola siklis.

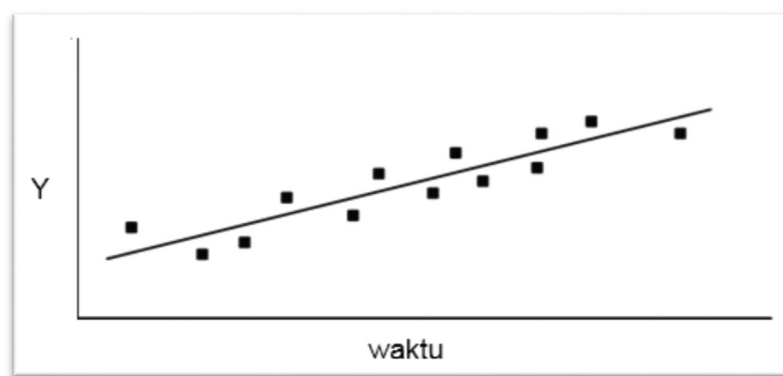


Sumber : Makridakis,dkk, 1999, *Metode Dan Aplikasi Peramalan*.

Grafik 2.3. Grafik Pola Data Siklis

4. Pola data trend.

Terjadi apabila terjadi kecenderungan (menaik atau menurun) dalam jangka panjang dalam data. Penjualan banyak perusahaan, produk bruto nasional (GNP) dan berbagai indikator bisnis ekonomi lainnya mengikuti suatu pola trend selama perubahannya sepanjang waktu. Grafik 2.4 menunjukkan salah satu pola trend.



Sumber : Makridakis,dkk, 1999, *Metode Dan Aplikasi Peramalan*.

Grafik 2.4. Grafik pola trend

Menurut (Makridakis,dkk, 1999) metode peramalan adalah cara memperkirakan secara kuantitatif apa yang akan terjadi dimasa yang akan datang berdasarkan data – data dimasa yang lalu. Metode peramalan sangat berguna, karena akan membantu dalam mengadakan pendekatan analisa terhadap tingkah laku atau pola dari data dimasa lampau. Pada dasarnya metode peramalan kuantitatif dapat dibedakan atas:

1. Metode *Averaging*

Dipakai untuk kondisi dimana setiap data pada waktu yang berbeda mempunyai bobot yang sama sehingga fluktuasi random data dapat direndam dengan rata-

ratanya, biasanya dipakai untuk peramalan jangka pendek. Adapun metode-
metode yang termasuk dalam metode averaging, yaitu :

a. *Simple Average*

Rumus yang digunakan :

$$F_{T+n} = \bar{X} = \sum_{i=n}^{T+(n-1)} \frac{X_i}{T} \quad (\text{Rumus 2.1.})$$

dimana: $X = F$ = Hasil ramalan
 T = Periode
 X_i = *Demand* pada periode t

b. *Single Moving Average*

Apabila diperoleh data yang stasioner, metode ini cukup baik untuk
meramalkan keadaan. Rumus yang digunakan:

$$F_{T+n} = \bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{T} \quad (\text{Rumus 2.2.})$$

dimana: $X = F$ = Hasil ramalan
 T = Periode
 X_i = *Demand* pada periode t

c. *Double Moving Average*

Jika data tidak stasioner serta mengandung pole *trend*, maka dilakukan *moving average* terhadap hasil *single moving average*. Rumus yang digunakan:

$$S'_t = \frac{X_t + X_{t-1} + \dots + X_{t-1}}{N} \quad (\text{Rumus 2.3.})$$

$$S_t'' = \frac{S_t' + S_{t-1}' + \dots + S_{t-1}'}{N} \quad (\text{Rumus 2.4.})$$

$$a_t = 2S_t' - S_t'' \quad (\text{Rumus 2.5.})$$

$$F_{t+m} = a_t + b_t m \quad (\text{Rumus 2.6.})$$

2. Metode *Smoothing* (Pemulusan)

Dipakai pada kondisi dimana bobot data pada periode yang satu berbeda dengan data pada periode sebelumnya dan membentuk fungsi *Exponential* yang biasa disebut *Exponential smoothing*. Adapun metode-metode yang termasuk dalam metode *Smoothing*, yaitu :

a. *Single Exponential Smoothing*

Metode ini banyak mengurangi masalah penyimpangan data karena tidak perlu lagi menyimpan data historis. Pengaruh besar kecilnya α berlawanan arah dengan pengaruh memasukan jumlah pengamatan. Metode ini selalu mengikuti setiap *trend* dalam data sebenarnya karena yang dapat dilakukannya tidak lebih dari mengatur ramalan mendatang dengan suatu persentase dari kesalahan terakhir. Untuk menentukan “ α ” mendekati optimal memerlukan beberapa kali percobaan. Rumus yang digunakan:

$$F_{t+1} = F_t + \alpha \times (X_t - F_t) \quad (\text{Rumus 2.7.})$$

Dimana: F_{t+1} = Hasil peramalan untuk periode $t + 1$

α = Konstanta pemulusan

X_t = Data *demand* pada periode t

F_t = Periode sebelumnya

b. *Double Exponential Smoothing* satu parameter dari Browns

Dasar pemikiran dari pemulusan eksponensial linier dari Browns adalah serupa dengan rata-rata bergerak linier, karena kedua nilai pemulusan tunggal dan ganda ketinggalan dari data yang sebenarnya bilamana terdapat unsur *trend*. Rumus yang digunakan:

$$S'_t = aX_t + (1-a)S'_{t-1} \quad (\text{Rumus 2.8.})$$

$$S''_t = aS' + (1-a)S''_{t-1} \quad (\text{Rumus 2.9.})$$

$$a_t = S' + (S'_t - S''_t) = 2S'_t - S''_t \quad (\text{Rumus 2.10.})$$

$$b_t = \frac{\alpha}{1-\alpha} (S'_t - S''_t) \quad (\text{Rumus 2.11.})$$

$$F_{t+m} = a_t + b_t m \quad (\text{Rumus 2.12.})$$

dimana: X_t = Data *demand* pada periode t
 S'_t = Nilai pemulusan I periode t
 S''_t = Nilai pemulusan II periode t
 S'_{t-1} = Nilai pemulusan pertama sebelumnya (t-1)
 S''_{t-1} = Nilai pemulusan kedua sebelumnya (t-1)
 a = Konstanta pemulusan
 a_t = Intersepsi pada periode t
 b_t = Nilai trend periode t
 F_{t+1} = Hasil peramalan untuk periode t+1
 m = Jumlah periode waktu kedelapan yang diramalkan

c. *Double Exponential Smoothing* Dua Parameter dari Holt

Metode pemulusan eksponensial linier dari Holt pada prinsipnya serupa dengan Browns kecuali bahwa Holt tidak menggunakan rumus pemulusan berganda secara langsung. Sebagai gantinya, Holt memutuskan nilai *trend*

dengan parameter yang berbeda dari dua parameter yang digunakan pada deret yang asli. Ramalan dari pemulusan eksponensial linier Holt didapat dengan menggunakan dua konstanta pemulusan dan tiga persamaan, yaitu:

$$S_t = aX_t + (1-a)(S_{t-1} + b_{t-1}) \quad (\text{Rumus 2.13.})$$

$$b = \beta(S_t - S_{t-1}) + (1-\beta)b_{t-1} \quad (\text{Rumus 2.14.})$$

$$F_{t+m} = S_t + b_{t+m} \quad (\text{Rumus 2.15.})$$

d. Regresi Linier

Regresi linier digunakan untuk peramalan apabila set data yang ada linier, artinya hubungan antara variabel waktu dan permintaan berbentuk garis (linier). Metode regresi linier didasarkan atas perhitungan *least square error*, yaitu dengan memperhitungkan jarak terkecil kesuatu titik pada data untuk ditarik garis. Adapun untuk persamaan peramalan regresi linier dipakai tiga konstanta, yaitu a, b dan Y. Dengan masing-masing formulasinya adalah sebagai berikut:

$$b = \frac{n \sum X_i Y_i - \sum X_i \sum Y_i}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2} \quad (\text{Rumus 2.16.})$$

$$a = \frac{\sum Y_i}{n} - \frac{b \sum X_i}{n} \quad (\text{Rumus 2.17.})$$

$$y = a + b(t) \quad (\text{Rumus 2.18.})$$

Dimana: y = Variabel yang diprediksi

a,b = Parameter peramalan ; t = Variabel independen

Menurut (Makridakis,dkk, 1999) jika X_i merupakan data aktual untuk periode i dan F merupakan ramalan (atau nilai kecocokan/*fitted value*) untuk periode yang sama, maka kesalahan didefinisikan sebagai:

$$e_i = X_i - F_i \quad (\text{Rumus 2.19.})$$

Dimana: E_i : kesalahan pada periode ke i

X_i : data aktual periode ke i

F_i : nilai peramalan periode ke i

Jika terdapat nilai pengamatan dan ramalan untuk n periode waktu, maka akan terdapat n buah kesalahan. Dalam menentukan ukuran kesalahan secara statistik ada 4 (empat) cara, yaitu:

a. *Mean Error* (ME)

$$ME = \frac{\sum_{t=1}^n e_t}{n} \quad (\text{Rumus 2.20.})$$

b. *Mean Absolute Deviation* (MAD)

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^n |e_t|}{n} \quad (\text{Rumus 2.21.})$$

c. *Mean Squared Error* (MSE)

MSE memperkuat pengaruh angka-angka kesalahan besar, tetapi memperkecil angka kesalahan peramalan yang lebih kecil dari satu unit. Adapun rumus yang digunakan yaitu sebagai berikut:

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n e_t^2}{n} \quad (\text{Rumus 2.22.})$$

d. *Standard Deviation Error* (SDE)

$$SDE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n e_t^2}{n-1}} \quad (\text{Rumus 2.23.})$$

Sedangkan dalam menentukan kesalahan secara relatif ada 3 (tiga) macam cara, yaitu :

a. *Percentage Error* (PE)

$$PE_t = \left[\frac{X_t - F_t}{X_t} \right] \cdot 100 \quad (\text{Rumus 2.24.})$$

b. *Mean Percentage Error* (MPE)

$$MPE = \frac{\sum_{t=1}^n PE_t}{n} \quad (\text{Rumus 2.25.})$$

c. *Mean Absolute Percentage error* (MAPE)

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n |PE_t|}{n} \quad (\text{Rumus 2.26.})$$

2.2.1.5.2. Aspek Teknis

Husnan & Muhammad, (2014; 110-111) menyebutkan bahwa aspek teknis merupakan suatu aspek yang berkenaan dengan proses pembangunan proyek bisnis secara teknis dan pengoperasiannya setelah proyek bisnis tersebut selesai dibangun. Berdasarkan analisa ini pula dapat diketahui rancangan awal penaksiran biaya investasi termasuk biaya eksploitasinya.

Beberapa pertanyaan utama yang perlu mendapatkan jawaban dari aspek teknis ini adalah:

1. Lokasi proyek bisnis, yakni di mana suatu proyek bisnis akan didirikan baik untuk pertimbangan lokasi dan lahan pabrik maupun lokasi bukan pabrik.
2. Seberapa besar skala operasi/ luas produksi ditetapkan untuk mencapai suatu tingkatan skala ekonomis.
3. Kriteria pemilihan mesin dan *equipment* utama serta alat pembantu.
4. Bagaimana proses produksi dilakukan dan *layout* pabrik yang dipilih, termasuk juga *layout* bangunan dan fasilitas lain.
5. Apakah jenis teknologi yang diusulkan cukup tepat, termasuk didalamnya pertimbangan variabel sosial.

Menurut Husnan dan Muhammad, (2014;111-113) Lokasi proyek bisnis untuk perusahaan industri mencakup dua pengertian yakni lokasi dan lahan pabrik serta lokasi untuk bukan pabrik. Variabel-variabel utama tersebut antara lain (a) Ketersediaan Bahan Mentah, (b) Letak Pasar yang Dituju, (c) Tenaga Listrik, (d) *Supply* Tenaga Kerja, (e) Fasilitas Transportasi.

Husnan dan Muhammad, (2014;114) Luas produksi adalah jumlah produk yang seharusnya diproduksi untuk mencapai keuntungan yang optimal. Pengertian ini berbeda dengan pengertian luas perusahaan, yakni luas produksi hanyalah salah satu alat ukur dari luas perusahaan. Pengertian kata “seharusnya” dan “keuntungan yang optimal” mengandung maksud untuk mengkombinasikan faktor eksternal perusahaan dan faktor internal perusahaan. Faktor eksternal di sini adalah *market share* yang mungkin diraih dan faktor internal adalah usaha-usaha pemasaran yang

akan dilakukan serta variabel-variabel teknik yang berkaitan langsung dengan “proses produksi”.

Beberapa faktor yang perlu diperhatikan dalam penentuan luas produksi ini adalah:

1. Batasan permintaan, yang telah diketahui terlebih dahulu dalam perhitungan *market share* (pangsa pasar).
2. Tersedianya kapasitas mesin-mesin yang dalam hal ini dibatasi oleh kapasitas teknis atau kapasitas ekonomis.
3. Jumlah dan kemampuan tenaga kerja pengelola proses produksi.
4. Kemampuan finansial dan manajemen.
5. Kemungkinan adanya perubahan teknologi produksi di masa yang akan datang.

Husnan dan Muhammad, (2014;115) *Layout* merupakan keseluruhan proses penentuan “bentuk” dan penempatan fasilitas-fasilitas yang dimiliki suatu perusahaan. Dengan demikian pengertian *layout* mencakup *layout site* (*layout lahanlokasi proyek bisnis*), *layout pabrik*, *layout bangunan bukan pabrik* dan fasilitas-fasilitasnya.

Kriteria yang dapat digunakan untuk evaluasi *layout* pabrik antara lain:

1. Adanya konsistensi dengan teknologi produksi.
2. Adanya arus produksi dalam proses satu ke proses yang lain.
3. Penggunaan ruangan yang optimal.
4. Terdapat kemungkinan untuk dengan mudah melakukan penyesuaian maupun untuk ekspansi.

5. Meminimisasi biaya produksi dan memberikan jaminan yang cukup untuk keselamatan tenaga kerja.

Menurut Gaspersz (2007), tiga pendekatan dapat dilakukan dalam mengevaluasi performansi perencanaan barang, yaitu analisis penjualan aktual (*sell-through analysis*), analisis ABC, dan metode multi-atribut. menyebutkan bahwa klasifikasi ABC atau analisis ABC merupakan klasifikasi suatu kelompok item (atau aktivitas) dalam susunan menurun berdasarkan biaya penggunaan item per periode waktu. Klasifikasi ABC mengikuti prinsip 80-20, atau hukum Pareto, yaitu sekitar 80% dari nilai total item dipresentasikan oleh 20% item itu.

2.2.1.5.3. Aspek Finansial

Tingkat Bunga *Minimum Attractive Rate of Return* (MARR) yaitu nilai minimal pengembalian yang dapat diterima oleh investor. Perhitungan MARR dapat diperoleh dengan persamaan berikut:

Dengan :
$$ic = ir + if + (ir)(if) \quad (\text{Rumus 2.27})$$

Ic adalah tingkat bunga yang telah memperhatikan efek inflasi

ir adalah tingkat bunga per tahun yg berlaku

i adalah tingkat inflasi

Pajak Berdasarkan keberadaannya, subjek pajak dapat dibedakan menjadi subjek pajak dalam negeri dan luar negeri. Subjek pajak dalam negeri dibedakan lagi menjadi orang pribadi, badan, dan warisan. Subjek pajak orang pribadi menjadi Wajib Pajak (WP) apabila telah memenuhi kewajiban subjektif maupun objektif. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 46 Tahun 2013 Tentang Pajak Penghasilan atas Penghasilan dari Usaha yang Diterima atau Diperoleh Wajib Pajak

yang Memiliki Peredaran Bruto Tertentu menyebutkan bahwa WP dikenai tarif pajak penghasilan final sebesar 1%. Tarif ini berlaku untuk WP yang memiliki peredaran bruto dalam satu bulan tidak lebih dari Rp 4.800.000.000.

Depresiasi Pujawan (2009) menyebutkan bahwa, depresiasi pada dasarnya adalah penurunan nilai suatu properti atau aset karena waktu dan pemakaian. Depresiasi pada suatu properti atau aset bisaanya disebabkan karena satu atau lebih faktor-faktor berikut:

1. Kerusakan fisik akibat pemakaian dari satu alat atau properti tersebut.
2. Kebutuhan produksi atau jasa yang lebih baru dan lebih besar.
3. Penurunan kebutuhan produksi atau jasa.
4. Properti atau aset tersebut menjadi usang karena adanya perkembangan teknologi.
5. Penemuan fasilitas-fasilitas yang bisa menghasilkan produk yang lebih baik dengan ongkos yang lebih rendah dan tingkat keselamatan yang lebih memadai.

Ada beberapa syarat yang harus dipenuhi agar suatu aset atau suatu properti bisa didepresiasi, antara lain:

1. Harus digunakan untuk keperluan bisnis atau memperoleh penghasilan.
2. Umur ekonomisnya bisa dihitung.
3. Umur ekonomisnya lebih dari 1 tahun.
4. Harus merupakan sesuatu yang digunakan, sesuatu yang menjadi usang atau sesuatu yang nilainya menurun akibat sebab-sebab yang alamiah.

Menurut Giatman (2006) secara teoritis ada berbagai metode perhitungan depresiasi, yaitu:

1. *Straight of Line Depreciation* (SLD) Metode depresiasi garis lurus (SLD) adalah metode paling sederhana dan paling sering dipakai dalam perhitungan depresiasi aset, karena metode ini relative sederhana. Metode ini pada dasarnya memberikan hasil perhitungan depresiasi yang sama setiap tahun selama umur perhitungan aset. Maka nilai buku aset setiap akhir tahun jika dibuatkan grafiknya akan membentuk garis lurus

Parameter-parameter yang diperlukan Parameter-parameter yang diperlukan dalam perhitungan ini adalah nilai investasi, umur produktif aset/ lamanya aset dikenakan depresiasi, nilai aset pada akhir umur produktif aset.

Rumus: $Dt = (I - S) / N$ (Rumus 2.28)

Dimana : Dt adalah Jumlah depresiasi per periode

I adalah Investasi (nilai aset awal)

S adalah Nilai sisa aset akhir umur produktif

N adalah Lamanya aset akan didepresiasi

2. *Sum of Years Digits Depreciation* (SOYD)
3. *Declining Balance Depreciation* (DBD)
4. *Double Declining Balance Depreciation* (DDBD)
5. *Declining Balance Depreciation to Conversion Depreciation*
6. *Unit Production of Depreciation*

Metode Ekuivalensi Giatman (2006) menyebutkan bahwa metode ekuivalen merupakan metode yang digunakan dalam menghitung kesamaan nilai uang dari suatu waktu ke waktu yang lain. Nilai uang F masa datang menjadi ekuivalen P saat ini pada suku bunga i , dengan demikian:

$$(F = P (1+i)^n) \quad (\text{Rumus 2.29})$$

Faktor pengali $(1+i)^n$ disebut faktor pembungaan majemuk tunggal (*Single Payment Compound Amount Factor*).

Analisis Investasi Suatu investasi merupakan kegiatan menanamkan modal uang jangka panjang, di mana selain investasi tersebut perlu pula disadari dari awal bahwa investasi akan diikuti oleh sejumlah pengeluaran lain yang secara periodik perlu disiapkan. Pengeluaran tersebut terdiri dari biaya operasional, biaya perawatan, dan biaya-biaya lainnya yang tidak dapat dihindarkan. Di samping pengeluaran, investasi akan menghasilkan sejumlah keuntungan atau manfaat, mungkin dalam bentuk penjualan-penjualan produk benda atau jasa

Giatman (2006) menyatakan bahwa terdapat berbagai metode dalam mengevaluasi kelayakan investasi dan umum dipakai, yaitu:

1. Metode *Net Present Value* (NPV) Giatman (2006) menyatakan bahwa NPV adalah metode menghitung nilai bersih (netto) pada waktu sekarang (*present*). Metode NPV mengkonversikan semua aliran kas menjadi nilai sekarang (P) dan dijumlahkan sehingga P yang diperoleh mencerminkan nilai netto dari keseluruhan aliran kas yang terjadi selama horizon perencanaan (Pujawan, 2003). Perhitungan NPV memerlukan data tentang perkiraan biaya investasi, biaya

operasi, dan pemeliharaan serta perkiraan manfaat dari proyek yang direncanakan (Afriyeni, 2008). Tingkat bunga yang dipakai untuk melakukan konversi adalah MARR. Secara matematis nilai sekarang dari suatu aliran kas dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$P(i) = \sum_{t=0}^N \frac{A_t}{(1+i)^t} \quad (\text{Rumus 2.30})$$

Dimana:

$P(i)$ = nilai sekarang dari keseluruhan aliran kas pada tingkat bunga i %

A_t = aliran kas pada akhir periode t

i = MARR

N = horizon perencanaan (periode)

Untuk mengetahui apakah rencana suatu investasi tersebut layak ekonomis atau tidak, diperlukan suatu ukuran/kriteria tertentu dalam metode NPV, yaitu jika: $NPV > 0$ artinya investasi akan menguntungkan/layak. $NPV < 0$ artinya investasi tidak menguntungkan

2. Metode *Annual Equivalent* (AE)

3. Metode *Internal Rate of Return* (IRR)

Pujawan (2009) menyebutkan bahwa terdapat beberapa ROR yang dikenal dalam ekonomi teknik antara lain *Internal Rate of Return* (IRR), *External Rate of Return* (ERR), dan *Explicit Reinvestment Rate of Return* (ERRR). IRR mengasumsikan bahwa setiap hasil yang diperoleh langsung diinvestasikan kembali dengan tingkat ROR yang sama. Menurut Giatman (2006), metode IRR mencari suku bunga di saat NPV sama dengan nol. Jadi, pada metode IRR ini informasi yang dihasilkan berkaitan dengan tingkat kemampuan cash flow

dalam mengembalikan investasi yang dijelaskan dalam bentuk % per periode waktu. Logika sederhana IRR menjelaskan seberapa kemampuan cash flow dalam mengembalikan modalnya, sedangkan MARR menjelaskan seberapa besar kewajiban yang harus dipenuhi. Dengan demikian, suatu rencana investasi akan dikatakan layak atau menguntungkan jika : $IRR = MARR$.

4. Metode *Benefit Cost Ratio* (BCR)

5. *Payback Period* (PP) *Payback Period* merupakan jangka waktu dari awal usaha hingga kembalinya modal atau hingga pendapatan dengan pengeluaran impas setelah diperhitungkan pajak. Giatman (2006) menyebutkan bahwa lamanya periode pengembalian saat kondisi impas (BEP), jika komponen alian kasnya bersifat *annual*, dapat dihitung dengan:

$$PP = (Investasi / Annual Benefit) \times Periode waktu \quad (\text{Rumus 2.31})$$

Untuk mengetahui kelayakan investasi, diperlukan suatu kriteria tertentu. Metode *Payback Periode* menunjukkan rencana investasi akan dikatakan layak apabila:

$PP = n$ dan sebaliknya.

Dimana:

PP = periode pengembalian ; n = umur investasi

Menurut Ross,dkk. (2009), *Profitability index* (PI) atau *benefit-cost ratio* adalah rasio antara arus kas bersih. Metode ini menyarankan apabila angka PI lebih besar dari satu, maka rencana investasi proyek yang bersangkutan cukup sehat. Jika dibandingkan dengan NPV, PI mengukur kenaikan kekayaan pemilik perusahaan secara relatif. Sedangkan NPV mengukur kenaikan kekayaan pemilik perusahaan secara *absolute*. Rumus dari *Profitability index* (PI) yaitu:

$$= \frac{\sum C_t}{(1+K)^t} \quad (\text{Rumus 2.32})$$

Dimana: C_t = Arus kas tahunan yang dihasilkan oleh proyek

K = *Required rate of return*

N = Umur proyek investasi

IO = *Initial Outlay*/ modal yang dikeluarkan

Decision rule dari PI adalah jika $PI > 1$, maka proyek layak untuk diterima sedangkan jika $PI < 1$ maka proyek tidak layak untuk diterima.

Menurut Keown (2011), indeks profitabilitas dapat menghasilkan keputusan menerima maupun menolak suatu proyek yang sama seperti NPV, kedua metode ini memiliki keunggulan yang sama dibandingkan dengan kriteria lainnya.

Keduanya menghitung arus kas, mengenal pemilihan waktu arus kas (*time value*), dan konsisten dengan tujuannya yaitu memaksimalkan kekayaan pemilik saham. Kelemahan dari kriteria ini yaitu membutuhkan perincian perkiraan arus kas bebas selama masa hidup proyek.

Analisis sensitivitas merupakan suatu pendekatan untuk menganalisis bagaimana sensitivitas perhitungan *NPV* yang dapat berubah-ubah dengan adanya perubahan dalam asumsi-asumsi yang mendasari perhitungan *NPV* tersebut. Analisis sensitivitas ini dapat dikombinasikan melalui 3 (tiga) bentuk kemungkinan, yaitu : *base*, *optimistic*, dan *pessimistic*. Menurut Karanivic et al.(2010) *analytical technique* dapat digunakan untuk memilih *optimal project* jika dikombinasikan dengan benar, dan dalam menyeleksi proyek yang paling optimal dapat dicapai jika menggunakan paling sedikit dua kombinasi pada penerapan *analytical technique*

Analisis sensitivitas dapat memberikan pandangan ke dalam bauran biaya variabel dan biaya tetap dari suatu proyek (*operating leverage*) (Emery & Finnerty, 1997), dimana resiko dari suatu proyek bergantung pada hal ini. Yang dimaksud dengan *operating leverage* adalah bagaimana perubahan dalam penjualan akan berpengaruh terhadap profit perusahaan.

Operating leverage yang tinggi memberikan gambaran bahwa adanya perubahan yang relatif kecil dari tingkat penjualan akan menyebabkan perubahan yang relatif besar dalam profit, demikian pula sebaliknya. Sehingga salah satu cara bagaimana seharusnya *operating leverage* diterapkan yaitu dengan cara menganalisa sensitivitas *NPV* proyek investasi terhadap variasi dalam tingkat penjualannya.

2.2.2. Analisis Sensitivitas

Dalam suatu studi kelayakan yang baik, selain menggunakan indikator utama, yakni *Internal Rate of Return (IRR)*, *Net Present Value (NPV)*, *Payback Period (PP)*, maka suatu hal yang perlu disiapkan adalah analisis sensitivitas. Analisis sensitivitas menjelaskan seberapa sensitif elemen-elemen dalam asumsi tersebut, jika elemen tersebut berubah/berbeda dari yang diperhitungkan dalam proyeksi keuangannya, yaitu laba/rugi dan *cash flow*. Analisis sensitivitas atau sering pula disebut sebagai analisis kepekaan, sebenarnya bukanlah teknik untuk mengukur resiko, tetapi suatu teknik untuk menilai dampak berbagai perubahan dari masing-masing variabel penting terhadap hasil yang mungkin terjadi (*possible outcomes*). Analisis sensitivitas ini tidak lain adalah analisis simulasi dalam mana nilai variabel-variabel penyebab diubah-ubah untuk mengetahui bagaimana dampaknya

terhadap hasil yang diharapkan dalam hubungan ini adalah aliran kas. (Hidayat, Puspitasari dan Tantina, 2011)

Menurut Gittinger (1986), Analisis sensitivitas adalah merupakan suatu analisis untuk dapat melihat pengaruh-pengaruh yang akan terjadi akibat keadaan yang berubah-ubah. Sementara yang lain menurut Afifuddin (2009) analisis sensitivitas adalah suatu metode dimana kita mengetahui seberapa besar pengaruh asumsi-asumsi yang dipertimbangkan terhadap kelayakan suatu proyek. Dengan mengambil sampel dari asumsi yang sangat sensitif terhadap nilai NPV maka kita dapat membuat analisis skenario melalui tiga kemungkinan yaitu *optimistic*, *base*, dan *pesimistic*. Dengan cara ini maka dapat dilihat pengaruhnya terhadap pembuatan keputusan akhir, serta dapat memberikan pertimbangan tambahan bagi pembuat keputusan (Kasim, 1998;88).

Sedangkan tujuan Analisis Sensitivitas adalah :

1. Menilai apa yang akan terjadi dengan hasil analisis kelayakan suatu kegiatan investasi atau bisnis apabila terjadi perubahan di dalam perhitungan biaya atau manfaat.
2. Analisis kelayakan suatu usaha ataupun bisnis perhitungan umumnya didasarkan pada proyeksi-proyeksi yang mengandung ketidakpastian tentang apa yg akan terjadi di waktu yang akan datang.
3. Analisis pasca kriteria investasi yang digunakan untuk melihat apa yang akan terjadi dengan kondisi ekonomi dan hasil analisa bisnis jika terjadi perubahan atau ketidaktepatan dalam perhitungan biaya atau manfaat.

Bisnis sangat sensitif /peka terhadap perubahan akibat beberapa hal, yaitu :

1. Harga Perubahan harga (terutama harga *output*) dapat disebabkan karena adanya penawaran (*supply*) yang bertambah dengan adanya bisnis skala besar atau adanya beberapa bisnis baru dengan umur ekonomi yang panjang
2. Keterlambatan pelaksanaan Terlambat dalam pemesanan/penerimaan alat baru Masalah administrasi yang tidak terhindarkan khusus pada usaha di sektor pertanian, karena adanya teknik bercocok tanam baru, sehingga petani perlu adaptasi dengan teknik tersebut.
3. Kenaikan biaya ("*cast over run*"). Terjadi karena adanya kenaikan dalam biaya konstruksi, misalnya pada saat pelaksanaan ada kenaikan pada : (a) Harga peralatan, (b) Harga bahan bangunan.
4. Ketidaktepatan dan perkiraan hasil (produksi).
 - a. Terutama bila cara produksi baru yang sedang diusulkan yang dipakai sebagai ukuran atau informasi agronomis terutama didasarkan pada hasil penelitian.
 - b. Analisis sensitivitas dilihat terhadap kelayakan bisnis terhadap perbedaan dari perkiraan hasil bisnis dengan hasil yang betul-betul dihasilkan di lokasi bisnis.
 - c. Teknik analisis sensitivitas harus diperhatikan oleh analis yang menilai kelayakan suatu bisnis akibat dari perubahan-perubahan yang mempengaruhi kelayakan bisnis tersebut

2.2.3. Investasi

Pada hakekatnya investasi adalah merupakan penempatan sejumlah dana pada saat ini dengan harapan untuk memperoleh keuntungan di masa mendatang. (Halim, 2005:4). Dalam Bahasa Indonesia istilah investasi dipadankan dengan penanaman modal. Berdasarkan Undang-Undang No.24 Tahun 2007 Tentang Penanaman Modal, bahwayang dimaksud dengan penanaman modal adalah segala bentuk kegiatan menanam modal, baik oleh penanam modal dalam negeri maupun penanaman modal asing untuk melakukan usaha di Negara Republik Indonesia.

Menurut Martono dan Harjito (2010), dalam Manajemen Keuangan mempunyai 3 (tiga) fungsi utama, yaitu:

1. Keputusan Investasi (*Investment Decision*) Investasi diartikan sebagai penanaman modal perusahaan. Penanaman modal dapat dilakukan pada aktiva riil ataupun aktiva finansial. Aktiva riil merupakan aktiva yang bersifat fisik atau dapat dilihat jelas secara fisik, misalnya persediaan barang, gedung, tanah, dan bangunan. Sedangkan aktiva finansial merupakan aktiva berupa surat-surat berharga seperti saham dan obligasi.
2. Keputusan Pendanaan (*Financing Decision*)
Keputusan pendanaan menyangkut beberapa hal, antara lain :
 - a. Keputusan mengenai penetapan sumber dana yang diperlukan untuk membiayai investasi. Sumber dana yang akan digunakan untuk membiayai investasi tersebut dapat berupa hutang jangka pendek, hutang jangka panjang dan modal sendiri.

b. Penetapan tentang perimbangan pembelanjaan yang terbaik atau sering disebut struktur modal yang optimum. Struktur modal optimum merupakan perimbangan hutang jangka panjang dan modal sendiri dengan biaya modal rata-rata minimum.

3. Keputusan Pengelolaan Aktiva (*Assets Management Decision*)

Apabila aset telah diperoleh dengan pendanaan yang tepat, maka aset-aset tersebut memerlukan pengelolaan secara efisien. Dalam suatu investasi jangka panjang, manajemen keuangan sering dikaitkan dengan penganggaran modal atau *capital budgeting*. Pengertian *capital* terkait dengan barang modal yaitu aktiva tetap yang digunakan dalam proses produksi sedangkan pengertian *budget* adalah suatu rencana atau proyeksialiran kas dalam kurun waktu tertentu.

Menurut Sjahrial (2010), Penganggaran Modal (*Capital Budgeting*) mempunyai arti yang sangat penting bagi perusahaan:

1. Dana yang dikeluarkan untuk penganggaran modal akan terkait untuk jangka waktu lama dan secara berangsur-angsur melalui penyusutan/depresiasi dapat dicairkan sesuai jangka waktu penyusutan aktiva tetap tersebut.
2. Investasi dalam aktiva tetap menyangkut harapan terhadap peningkatan produksi dan penjualan dimasa datang.
3. Pengeluaran investasi untuk pembelian: tanah, bangunan, mesin-mesin produksi, alat pembangkit tenaga listrik, alat transport merupakan pengeluaran yang cukup besar.
4. Kesalahan dalam pengambilan keputusan mengenai pengeluaran pembelian barang modal tersebut akan mempunyai akibat yang panjang dan berat.

Menurut Sjahrial (2010), Investasi adalah penanaman dana yang dilakukan oleh suatu perusahaan ke dalam suatu aset (aktiva) dengan harapan memperoleh pendapatan di masa yang akan datang. Dilihat dari jangka waktunya, investasi dibedakan menjadi 3 macam yaitu investasi jangka pendek, investasi jangka menengah dan investasi jangka panjang.

Keputusan investasi yang dilakukan perusahaan sangat penting artinya bagi kelangsungan hidup perusahaan yang bersangkutan. Hal ini karena keputusan investasi menyangkut dana yang digunakan untuk investasi, jenis investasi yang akan dilakukan, pengambilan investasi dan resiko investasi yang mungkin akan ada.

Kamus Besar Bahasa Indonesia mendefinisikan bahwa Investasi adalah penanaman uang atau modal dalam suatu perusahaan atau proyek untuk tujuan memperoleh keuntungan. Investasi dapat diartikan sebagai penanaman modal dalam suatu kegiatan yang memiliki jangka waktu relatif panjang dalam berbagai bidang usaha (Kasmir,2003).

Investasi adalah menempatkan uang atau dana dengan harapan untuk memperoleh tambahan atau keuntungan tertentu atas uang atau dana tersebut (Kamaruddin, 2004). Selanjutnya investasi yaitu setiap pengeluaran modal atau dana yang ditanamkan ke berbagai aktiva dengan harapan dana tersebut akan diterima kembali baik dalam jangka pendek maupun jangka panjang. Perusahaan yang mengadakan investasi dalam investasi aktiva tetap tentunya mempunyai harapan bahwa perusahaan tersebut akan memperoleh kembali dana yang diinvestasikan seperti halnya dalam aktiva lancar. Perbedaan antara aktiva lancar dan aktiva tetap terletak pada waktu dan cara perputaran dana yang tertanam. Investasi dalam aktiva lancar diharapkan dapat

diterima kembali dalam waktu yang relatif singkat atau kurang dari satu tahun. Sebaliknya, investasi dalam aktiva tetap akan diterima secara keseluruhan dalam beberapa tahun secara berangsur-angsur melalui depresiasi.

Dalam melakukan investasi akan memerlukan dana yang cukup besar jumlahnya dan dana tersebut akan terikat untuk jangka waktu panjang jadi setiap keputusan untuk melakukan investasi pada aktiva tetap memerlukan perencanaan yang baik agar semua yang direncanakan sesuai dengan tujuan perusahaan. Menurut Martono dan Harjito (2005), Investasi adalah penanaman dana yang dilakukan oleh suatu perusahaan kedalam suatu aset (aktiva) dengan harapan memperoleh pendapatan dimasa yang akan datang.

Kegiatan investasi merupakan kegiatan penting yang memerlukan biaya besar dan berdampak jangka panjang terhadap kelanjutan usaha (Giatman, 2006). Oleh karena itu, analisis sistematis dan rasional sangat dibutuhkan sebelum kegiatan itu direalisasikan. Suatu investasi merupakan kegiatan menanamkan modal jangka panjang, dimana selain investasi tersebut perlu disadari juga dari awal bahwa investasi akan diikuti sejumlah pengeluaran lain yang secara periodik perlu disiapkan. Pengeluaran tersebut terdiri dari biaya operasional (*operation cost*), biaya perawatan (*maintenance cost*), dan biaya-biaya lainnya.

Dalam investasi jangka panjang, pengembangan fasilitas dan usaha perlu dilakukan agar nilai perusahaan tersebut dapat semakin tinggi. Berdasarkan pemahaman ini maka sebuah investasi yang dilakukan oleh perusahaan merupakan sesuatu hal yang penting dalam rangka memaksimalkan kekayaan dari para pemegang saham perusahaan (Alexandri,2008).

Investasi dari jenis aktivitya dapat dibedakan ke dalam investasi aktiva riil atau nyata (*real investment*) dan investasi non-riil atau sering disebut investasi finansial (*financial investment*).

1. Investasi nyata (*real investment*)

Investasi nyata merupakan investasi yang dibuat dalam harta tetap (*fixed asset*) seperti tanah, bangunan, peralatan atau mesin-mesin.

2. Investasi finansial (*financial investment*)

Investasi finansial merupakan investasi dalam bentuk kontrak kerja, pembelian saham, obligasi atau surat berharga seperti sertifikat deposito (Husnan, 2004).

Menurut Sjahrial (2008), investasi jangka panjang dapat dikelompokkan menjadi empat macam, yaitu:

1. Investasi Penggantian (*Replacements*), yaitu merupakan penggantian aset yang sudah usang atau sudah tidak layak digunakan dalam operasional atau karena adanya teknologi yang terbaru.
2. Investasi Perluasan (*Expansion*), yaitu berupa penambahan kapasitas produksi karena adanya kesempatan usaha yang lebih baik.
3. Investasi Pertumbuhan (*Growth*), yaitu menyangkut penambahan produk baru atau diversifikasi.
4. Investasi Lain-lain (*Others*), yaitu investasi yang tidak termasuk ke dalam ketiga kategori diatas meliputi peralatan pengendalian polusi dan investasi peningkatan keselamatan kerja.

Dalam mengambil keputusan investasi, diperlukan langkah-langkah yang harus diikuti dengan cermat mengingat keputusan yang telah diambil sulit untuk diperbaiki. Misalnya: dalam investasi aktiva tetap apabila kurang tepat dalam mengambil keputusan maka aktiva tersebut kurang bermanfaat.

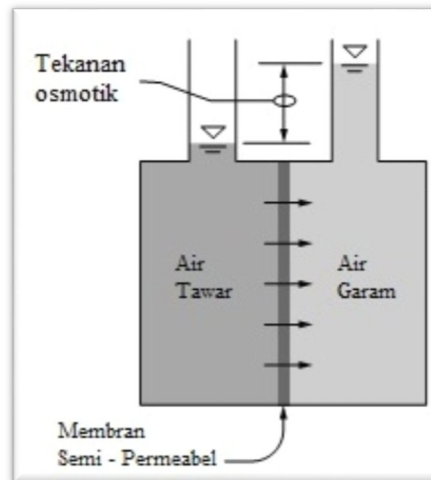
Menurut Haming dan Basalamah (2003), besarnya dana yang diperlukan untuk membiayai suatu rencana investasi sangat tergantung pada jenis proyek dan skala proyek. Proyek berskala besar memerlukan dana yang besar pula, sedangkan proyek berskala kecil hanya memerlukan dana investasi yang relatif kecil jumlahnya. Pengadaan peralatan dan pengoperasian suatu proyek dapat dibiayai dengan dua sumber pembiayaan utama yaitu dengan Dana sendiri (*equity investment*) dan Pinjaman dari pihak ketiga (*project financing*). Kebutuhan dana investasi dapat dipenuhi melalui tiga sumber, yaitu dana sendiri dari pengusaha (*investor, self financing*), dana sendiri dan dana pinjaman investasi (*leverage financing*), atau dana sendiri dan dana pinjaman atau kerjasama asing (*joint venture*). Pada umumnya permodalan dipenuhi dengan cara yang kedua, yaitu *leverage financing*. Kebijakan pendanaan ini membawa konsekuensi terhadap struktur modal proyek atau perusahaan, dan selanjutnya berdampak pada biaya modal dan nilai perusahaan. Selanjutnya dinyatakan bahwa menurut analisis optimalisasi struktur modal, *debt ratio* yang lebih besar akan menghasilkan kondisi yang lebih layak, baik dilihat dari sisi prospek pendapatan investasi maupun dari sisi biaya modal investasi, namun manajemen masih perlu melihatnya dari sisi arus kas. Struktur modal dengan *debt ratio* yang lebih besar memiliki dampak pada lebih besarnya bunga dan cicilan pengembalian utang yang harus ditanggung di masa mendatang.

Dalam investasi selalu membutuhkan penerimaan dan akan adanya pengeluaran tertentu juga. Penerimaan dan pengeluaran tersebut biasa disebut dengan arus kas atau *cash flow* dimana pengertian paling tepat adalah arus masuk dan arus keluar kas. Arus kas keluar adalah pengeluaran uang atau pengeluaran lain yang mempunyai nilai uang tertentu. Arus kas keluar ini digunakan untuk mengadakan investasi baru. Sedangkan arus kas masuk adalah penerimaan uang atau bentuk penerimaan lain yang mempunyai nilai tertentu. Arus kas masuk ini merupakan hasil dari investasi yang ditanamkan. Informasi keuangan mengenai keuangan yang dilaporkan kurang tepat jika digunakan sebagai penilaian usulan investasi. Akan tetapi lebih tepat jika didasarkan pada arus kas, karena keuntungan yang dilaporkan dalam laporan rugi laba belum tentu dalam bentuk kas. Oleh karena itu perusahaan bisa memiliki kas lebih besar atau lebih kecil dan dilaporkan dalam laba rugi (Lukman, 2005).

2.2.4. Sea Water Reverse Osmosis (SWRO)

2.2.4.1. Pengertian Reverse Osmosis.

Menurut Voutckov, (2013;43) apabila perpindahan air melalui semipermeabel dari bagian yang lebih cair menuju bagian yang lebih pekat. Maka proses alami yang terjadi dari sisi salinitas rendah menuju membran sisi salinitas tinggi pada kedua sisi akan mencapai konsentrasi yang sama. Proses transfer alami tersebut sesuai gambar 2.1, dikenal sebagai proses osmosis.

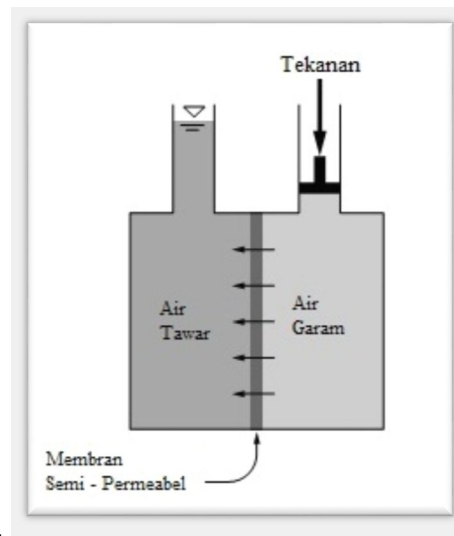


Sumber : Voutchkov, 2013, *Desalination Engineering Planning and Design*, hal:44.

Gambar 2.1. Gambar Proses *Osmosis*

Pada proses tekanan hidrolik terjadi, transfer air dari sisi salinitas rendah membran menuju sisi salinitas tinggi yang disebut sebagai *tekanan osmotik*. Tekanan osmotik adalah kekuatan alam yang menyerupai dengan gravitasi dan sebanding dengan perbedaan konsentrasi *total padatan terlarut* (TDS) di kedua sisi membran, suhu air sumber, dan jenis ion yang membentuk isi TDS dari air sumber . Tekanan ini tidak bergantung pada jenis membran itu sendiri.

Untuk menghasilkan air tawar (salinitas rendah) dari air sumber salinitas tinggi yang menggunakan pemisahan membran, gerakan air yang didorong oleh osmosis alami harus dibalik, yaitu air tawar harus dipindahkan dari sisi salinitas tinggi dari membran ke sisi salinitas rendah. Untuk pembalikan arah alami aliran air tawar ini terjadi, air sumber salinitas tinggi harus bertekanan pada tingkat yang lebih tinggi daripada tekanan osmotik alami sesuai gambar 2.2.

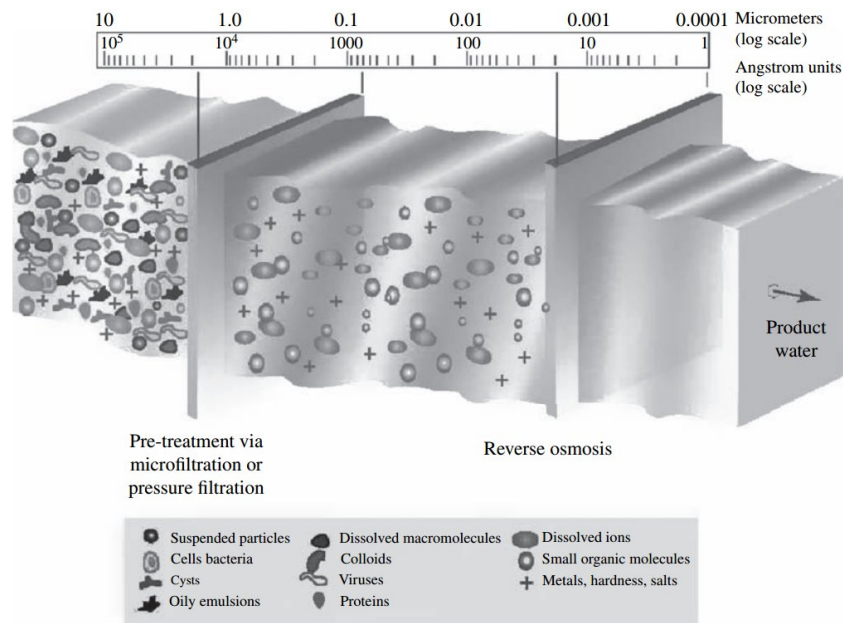


Sumber : Voutchkov, 2013, *Desalination Engineering Planning and Design*, hal:44.

Gambar 2.2. Gambar Proses *Reverse Osmosis*

Menurut Voutchkov, (2013;44), jika terjadi tekanan secara terus menerus pada sumber air garam yang melewati membran, mengakibatkan proses penolakan garam. sehingga terjadi pengumpulan di satu sisi membran yang menghasilkan produksi air tawar di sisi lain. Proses ini memaksa gerakan air melalui membran dalam arah yang berlawanan dengan gaya osmotik, didorong oleh gradien salinitas yang dikenal sebagai *reverse osmosis* (RO).

Reverse osmosis (RO) adalah proses dimana air yang mengandung garam anorganik (mineral), padatan tersuspensi, organik terlarut dan tidak larut, mikroorganisme akuatik, dan dilarutkan gas (yang secara kolektif disebut sumber air penyusun atau kontaminan) dipaksa di bawah tekanan melalui membran semipermeabel. Semipermeabel mengacu pada membran yang selektif memungkinkan air melewatinya pada tingkat yang jauh lebih tinggi dari pada kecepatan transfer setiap konstituen yang terkandung di dalam air.

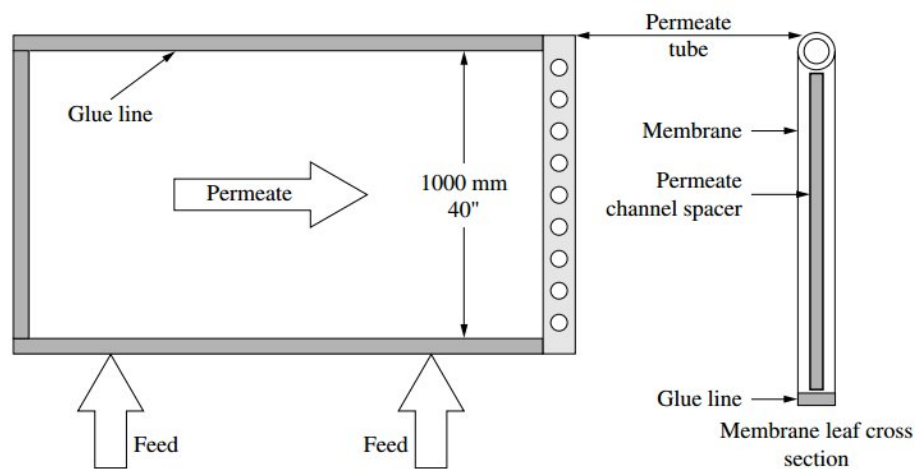


Sumber : Voutchkov, 2013, *Desalination Engineering Planning and Design*, hal:11.

Gambar 2.3. Gambar Ilustrasi Padatan Dilepaskan Oleh Membran RO

Menurut Voutchkov, (2013;11), bergantung pada ukuran dan muatan listriknya, sebagian besar konstituen air dipertahankan (ditolak) pada sisi umpan membran *reverse osmosis* sedangkan air yang dimurnikan (merembes) melewati membran. Pada gambar 2.3 mengilustrasikan ukuran dan jenis padatan yang dilepas dengan membran *reverse osmosis* dibandingkan dengan teknologi filtrasi lainnya yang umum digunakan. Membran reverse osmosis dapat menolak partikulat dan padatan terlarut dari berbagai ukuran. Namun, mereka tidak menolak gas yang baik, karena ukuran molekulnya yang kecil. Biasanya membran reverse osmosis mengeluarkan lebih dari 90 persen senyawa. Dari segi ukuran fisik, membran reverse osmosis bisa ditolak dengan baik padatan lebih besar dari 1 (Angstrom) Å. Ini berarti bahwa mereka dapat menghapus hampir semua ditangguhkan padatan, protozoa (yaitu giardia dan cryptosporidium), bakteri, virus, dan lainnya.

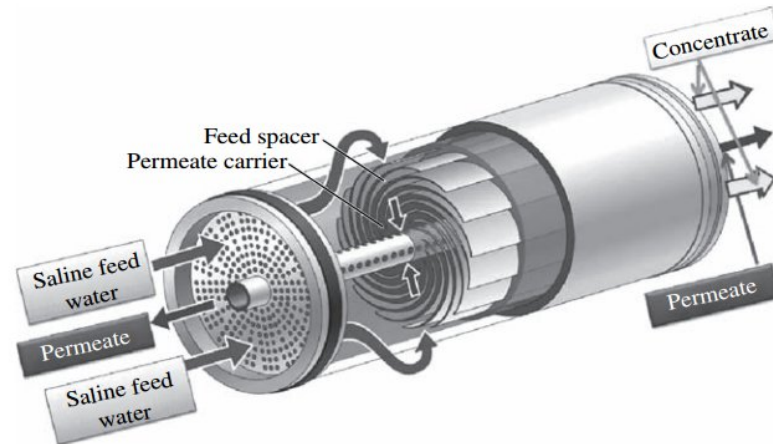
Dalam proses reverse osmosis, peran membran sangatlah penting untuk pemisahan padatan terlarut. Salah satu unsur membran yaitu modul spiral terbuat dari membran datar yang memiliki struktur tiga lapis yaitu lapisan ultrathin, lapisan CA atau PA serta lapisan polimer mikropor. Elemen membran RO mekanis spiral-8, berukuran 40 sampai 42 lembar membrane yang dapat dilihat pada gambar 2.4.



Sumber : Voutchkov, 2013, *Desalination Engineering Planning and Design*, hal:50.

Gambar 2.4. Gambar Membran Lembar Datar

Lembaran datar dirakit menjadi 20 sampai 21 lapisan membran, masing-masing terdiri dari dua lembar yang dipisahkan oleh jaring plastik tipis (sebagai ruang resapan) untuk membentuk saluran yang memungkinkan evakuasi dari resapan yang dipisahkan dari sumber air garam dengan lembaran datar (*permeate carrier*). Tiga dari empat sisi lapisan lembaran dua membran disegel dengan lem dan sisi keempat dibiarkan terbuka. Pada gambar 2.5 lapisan membran dipisahkan oleh ruang / *spacer* dengan tebal 0,7 atau 0,9 mm, yang membentuk saluran dan memudahkan pencampuran dan pengangkutan aliran konsentrat sepanjang elemen membran.

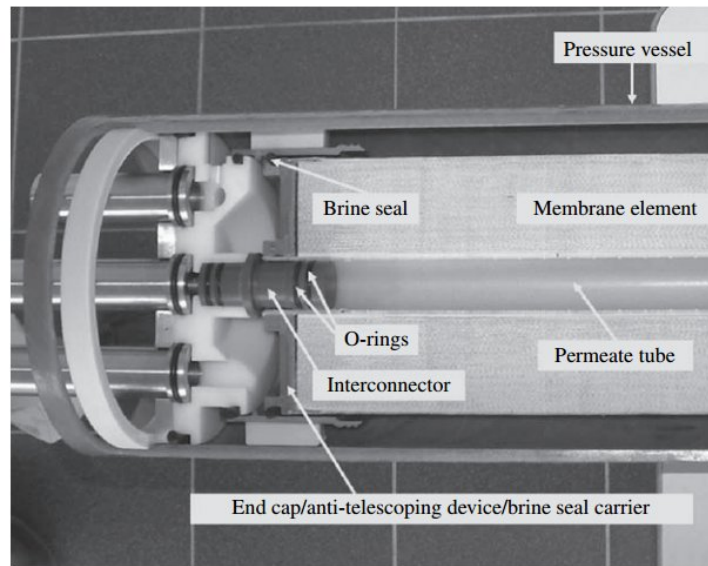


Sumber : Voutchkov, 2013, *Desalination Engineering Planning and Design*, hal:51.

Gambar 2.5. Gambar Unsur Membran Spiral

Untuk mengakomodasi jarak yang lebih lebar, lembar membran yang lebih sedikit dipasang di dalam membran RO dengan modul yang sama. Kemudian air garam bertekanan diterapkan pada permukaan luar. Perembesan dikumpulkan dalam ruang dalam yang memiliki dua lembar, kemudian diarahkan menuju empat tepi celah, yang terhubung ke pusat tabung kolektor. Tabung kolektor ini menerima air desalinasi (*permeate*) dari semua lembar membran datar yang terdapat pada elemen membran. Kemudian mengevakuasinya keluar dari elemen membran datar dan memisahkan ruang di sekitar tabung kolektor perforasi.

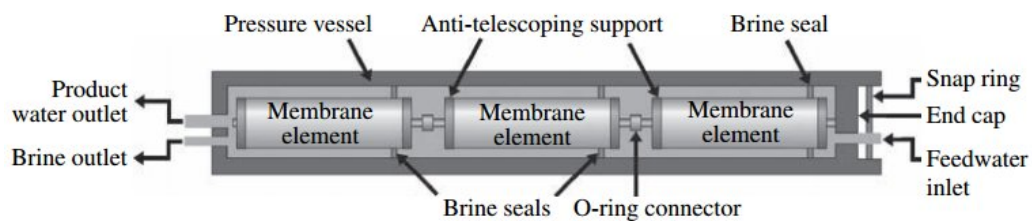
Pada gambar 2.6 Lembar membran disimpan pada celah spiral dengan pita melilit yang terkandung oleh sebuah kulit luar fiberglass pada dua ujung dari setiap elemen reverse osmosis. Dua ujung tersebut menggunakan tutup plastik yang disebut sebagai tutup akhir/pembawa segel. Tutup plastik berlubang dalam pola yang memungkinkan bahkan distribusi aliran garam antara semua membran.



Sumber : Voutchkov, 2013, *Desalination Engineering Planning and Design*, hal:52.

Gambar 2.6. Gambar Ucross Section Dari Elemen Membran RO Yang Dipasang

Tutup plastik sering juga disebut sebagai pembawa segel karena fungsinya membawa segel air garam tipe chevrandan tipe-U yang menutup ruang antara membran dan bejana bertekanan dimana membran dipasang. Segel ini mencegah air umpan melewati elemen reverse osmosis, sesuai gambar 2.7.



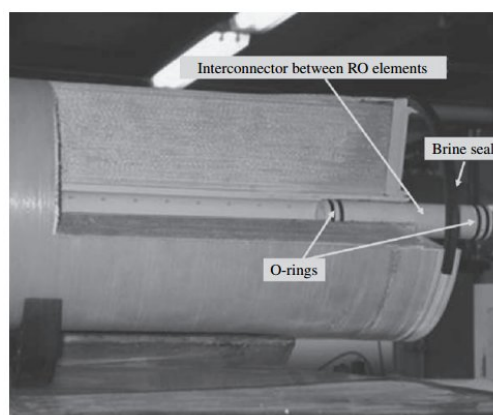
Sumber : Voutchkov, 2013, *Desalination Engineering Planning and Design*, hal:52.

Gambar 2.7. Gambar Unsur Membran Yang Dipasang Di Bejana Tekan

Sumber aliran air diperlihatkan dari satu ujung elemen dan bergerak lurus pada permukaan membran dan sepanjang elemen membran, yang sesuai dengan gambar 2.4 dan 2.5. Sebagian dari aliran umpan menembus melalui membran dan dikumpulkan di sisi lain membran sebagai air tawar. Garam yang terpisah tetap

berada di sisi umpan membran dan berada dengan sisa air umpan. Akibatnya, salinitas air umpan meningkat karena air ini bergerak dari satu ujung elemen membran ke ujung lainnya. Campuran air umpan dan garam yang ditolak keluar di bagian belakang elemen membran sebagai konsentrat (air garam).

Seperti ditunjukkan pada gambar 2.6 dan gambar 2.7, tabung kolektor permeat dari reverse osmosis, unsur membran yang dipasang di bejana tekan saling terhubung satu sama lain dan meresap mengevakuasi air tawar dari bejana tekan melalui interkoneksi dengan O-ring integral yang menutup titik koneksi dan mencegah konsentrat memasuki tabung kolektor permeat. Interkoneksi dengan O-ring menyediakan koneksi yang fleksibel antar elemen, yang memungkinkan gerakan terbatas di dalam rangkaian. Untuk beberapa tingkat fleksibilitas dalam pemuatan membran dan memudahkan penanganan lonjakan tekanan transien yang tercipta pada rangkaian sebagai hasil dari *shutdown* mendadak serta *start-up* sistem reverse osmosis. Sementara Gambar.2.6 menunjukkan sebuah interkoneksi ke garis air desalinasi (*permeat*), sesuai gambar. 2.8 menggambarkan interkoneksi antara dua elemen RO.

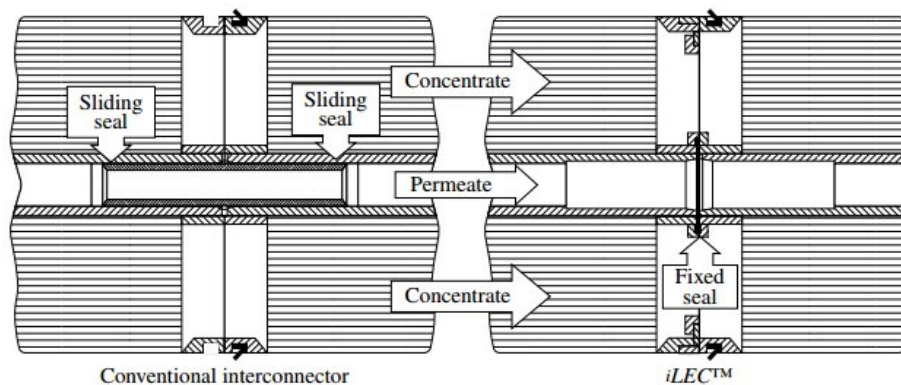


Sumber : Voutchkov, 2013, *Desalination Engineering Planning and Design*, hal:53.

Gambar 2.8. Gambar Interkoneksi Antara Elemen Rangkaian RO.

Karena cincin O dan interkoneksi yang salah adalah salah satu operasi yang paling umum dan tantangan dalam sistem reverse osmosis, *Dow Chemical Company* telah memperkenalkan hal yang berbeda dalam konfigurasi interkoneksi (iLEC) antara elemen *reverse osmosis* yang membutuhkan elemen untuk memiliki tutup akhir interlocking khusus dan memungkinkan mereka terhubung langsung ke masing-masing melalui interkoneksi konvensional (gambar 2.9).

Tutup akhir dari elemen membran reverse osmosis iLEC dikonfigurasi sehingga bisa saling bertautan dengan memutar elemen reverse osmosis yang terpasang sampai penutup ujungnya ditutup dengan tutup akhir yang sebelumnya terpasang elemen. Tutup akhir dari dua elemen dihubungkan oleh satu cincin O saja, yaitu diintegrasikan ke dalam penutup akhir dan tidak dapat digulung atau terjepit saat pemasangan. Hal ini meminimalkan keausan pada cincin O dari lonjakan hidrolik dan mengurangi penurunan tekanan yang disebabkan oleh interkoneksi konvensional.

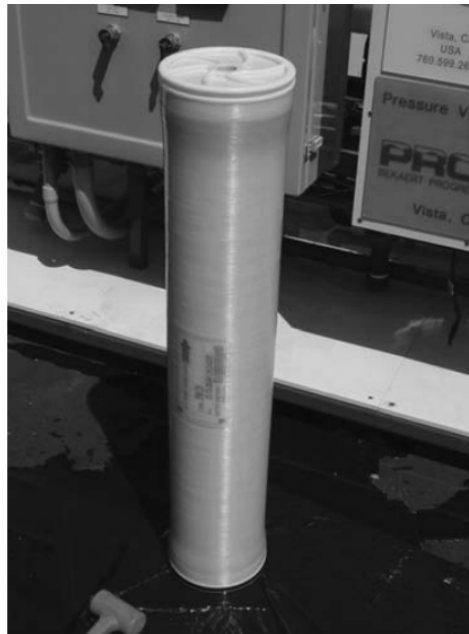


Sumber : Voutchkov, 2013, *Desalination Engineering Planning and Design*, hal:53

Gambar 2.9. Gambar Perbandingan Interkoneksi Membran

Konvensional dan ILEC

Elemen membran reverse osmosis yang tersedia secara komersial distandarisasi dalam hal ukuran panjang beserta diameternya. Lapisan membran spiral tersedia dalam ukuran 2,5", 4", 6", 8, 16", 18" dan 19" akan tetapi yang umum digunakan yaitu diameter 8". Unsur membran *reverse osmosis* ditunjukkan pada gambar. 2.10.



Sumber : Voutchkov, 2013, *Desalination Engineering Planning and Design*, hal:54.

Gambar 2.10. Gambar Membran Reverse Osmosis Diameter 8"

Saat ini, elemen RO yang paling banyak digunakan dan tersedia secara komersial memiliki diameter 20 cm (8 inci), panjang 100 cm (40 inci) dan ketebalan spacer setinggi 0,7 mm. Standar 8-masuk air laut dan air payau dalam konfigurasi yang umum dari tujuh elemen per rangkaian dapat menghasilkan antara 13 s/d 25 m³/hari untu air laut dan 26 s/d 38 m³/hari air tawar (permeat). Untuk ukuran yang lebih besar yaitu, 16", 18" dan 19" elemen air payau dan air laut jga tersedia secara komersial. Namun, sampai saat ini unsur-unsur besar ini telah mendapat batasan. Sedangkan elemen 8" ataupun ukuran lebih kecil, bisa ditangani secara manual oleh

satu orang sesuai gambar 2.11. Untuk elemen reverse osmosis yang lebih besar hanya dapat dimuat dan dibongkar oleh peralatan khusus karena beratnya yang signifikan. Lapisan membran PA komposit dengan ukuran standar dan berukuran besar memiliki keterbatasan, sehubungan dengan sejumlah parameter kinerja : suhu air umpan (45°C), pH (2 sampai 10), indeks kerapatan lumpur (kurang dari 4), kandungan klorin (tidak terukur Jumlah), dan tekanan operasi air umpan (maksimal 41 atau 83 bar / 600 sampai 1,200 lb / in² Untuk membran RO payau dan air laut, masing-masing).



Sumber : Voutchkov, 2013, *Desalination Engineering Planning and Design*, hal:55.

Gambar 2.11. Gambar Proses Membongkar Elemen Membran Reverse Osmosis Dari Bejana Bertekanan.

2.2.4.2. Pertimbangan perencanaan Sea Water Reverse Osmosis

Menurut Voutchkov, 2013;81, Tujuan utama perencanaan proyek adalah menentukan ukuran, lokasi, dan ruang lingkup desalinasi dan memetakan alur untuk pelaksanaan proyek. Langkah pertama dari perencanaan proyek adalah (1) untuk menentukan area pelayanan fasilitas desalinasi; (2) mengidentifikasi jenis

pengguna air desalinasi di daerah tersebut; (3) menilai kebutuhan air dan persyaratan kualitas air setiap pelanggan, air selama masa manfaat desalinasi proyek (25 sampai 30 tahun).

Setelah ukuran dan area pelayanan proyek desalinasi ditentukan, berikutnya proses perencanaannya adalah menentukan proyek. Hal ini mencakup : (1) identifikasi lokasi pabrik yang paling layak dan jenis dan konfigurasi *intake* dan *discharge*; (2) karakterisasi kualitas air sumber; (3) pemilihan proses perawatan konfigurasi yang dapat menghasilkan kualitas air dan kuantitas desalinated air pada biaya siklus hidup terendah dan dengan dampak paling kecil di sekitar terestrial dan sekitarnya lingkungan akuatik.

Biasanya, pemilihan lokasi yang paling hemat biaya dan berwawasan lingkungan dan konfigurasi untuk proyek desalinasi didasarkan pada evaluasi menyeluruh terhadap suatu angka. Alternatif komponen-komponen desalinasi, termasuk air sumber asupan, debit konsentrat, fasilitas pretreatment, sistem reverse osmosis (RO), fasilitas pasca perawatan, dan sistem penyampaian air produk. Upaya pelingkupan proyek ini juga melibatkan : (1) evaluasi awal energi dan kimiawi pabrik desalinasi konsumsi; (2) pengembangan tata letak proyek dan profil hidrolis; (3) persiapan jadwal pelaksanaan proyek.

Setelah lingkup dan jadwal proyek didefinisikan, langkah selanjutnya dari proses perencanaan adalah menyiapkan penilaian dampak lingkungan proyek dan mendapatkan proyek. Hak seperti hak legal untuk menggunakan lahan untuk lokasi pabrik, hak air untuk sumber pengumpulan air, kemudahan untuk infrastruktur yang

berkaitan dengan proyek, hak operasional, perjanjian daya listrik, dan izin lingkungan, lisensi, dan peraturan lainnya, legal, dan dokumen kontraktual yang dibutuhkan untuk pelaksanaan proyek. Sejalan dengan kegiatan ini, perencanaan proyek juga mencakup perkiraan pengembangan anggaran untuk konstruksi, operasi dan pemeliharaan (operasional & perawatan), dan biaya produksi air, serta identifikasi sumber pendanaan dan kontraktor yang dibutuhkan untuk pelaksanaan proyek.

2.2.4.2.1. Area Pelayanan

Area pelayanan yang dipasok dari air tawar pengolahan desalinasi biasanya ditentukan berdasarkan : (1) batas area permintaan dan lokasi utama pengguna air di daerah tersebut, (2) konfigurasi dan ukuran distribusi air yang ada (sistem yang melayani area ini). (3) Jarak antara sistem distribusi air infrastruktur utama (yaitu, penyimpanan air, jaringan pipa distribusi, dll.) dan lokasi potensial dari pabrik desalinasi.

Agar dapat menyeimbangkan permintaan dan pasokan air secara berkelanjutan. Faktor penting lainnya terkait dengan ukuran area servis pengolahan desalinasi adalah biaya produksi air dan pengiriman air. Biasanya, daerah layanan yang lebih besar akan menghasilkan pabrik yang lebih besar pula. Yang pada gilirannya akan menghasilkan penghematan biaya dari perekonomian. Ukuran dan batas optimal dari area layanan harus dibentuk berdasarkan analisis manfaat biaya siklus hidup yang komprehensif. Menyeimbangkan penghematan biaya yang berasal dari kapasitas pengolahan desalinasi yang lebih besar dengan biaya tambahan untuk pengiriman air tawar pada jarak yang jauh.

2.2.4.2.2. Lokasi pengolahan desalinasi

Pemilihan lokasi untuk pengolahan desalinasi berdasarkan pada ketersediaan lahan di dekat lokasi pengguna air desalinasi dan lokasi titik pengiriman air ke sistem distribusi. Persyaratan lahan untuk pabrik desalinasi dirangkum dalam tabel.2.2. Persyaratan ini berlaku untuk pengolahan SWRO berdasarkan pada tinjauan komparatif dari 40 proyek desalinasi di seluruh dunia. Namun lingkungan dan zonasi peraturan, kendala fisik, dan/atau kondisi tanah yang terkait dengan lokasi tertentu, mungkin memerlukan lokasi yang lebih kecil atau lebih besar (Voutchkov, 2013;83)

Tabel 2.2. Persyaratan Luas Lahan Untuk Pengolahan Desalinasi

Kapasitas Produksi, m ³ / hari	Lokasi produksi terhadap persyaratan Lahan (m ²)
1000	800 - 1.600
5000	2.500 - 3.200
10.000	4.500 - 6.100
20.000	10.100 - 14.200
40.000	18.200 - 24.300
100.000	26.300 - 34.400
200.000	36.400 - 48.600
300.000	58.700 - 83.000

Sumber : Voutchkov, 2013, *Desalination Engineering Planning and Design*, hal:83.

Potensi Lokasi alternatif dipilih yang, paling tidak, memenuhi persyaratan sebagai berikut:

1. Ukuran dan tapak lahan yang memadai tersedia untuk membangun pabrik desalinasi dengan kapasitas yang dipilih pada tabel 2.2.

2. Aksesibilitas dari jalan utama yang ada, jalan raya, dll.
3. Kedekatan (biasanya kurang dari 8 km) sampai titik pengiriman air desalinasi ke sistem distribusi air lokal dan ke titik-titik interkoneksi grid listrik untuk pembangkit listrik.
4. Jarak terpendek (1 km) dari sumber air garam (laut, saluran air, akuifer payau, dll) dan titik konsentrasinya melepaskan kompatibilitas dengan persyaratan tata ruang dan zonasi lokal.
5. Terbatas atau tidaknya kontaminasi tanah dan air tanah, struktur dan utilitas permukaan dan bawah tanah yang ada
6. Biaya yang masuk akal untuk mendapatkan hak terkait dengan penggunaan lokasi ini yaitu, sewa lokasi, pembelian, dll. (sebaiknya kurang dari 0,5 persen dari total biaya konstruksi)
7. Jarak minimal 30 m dari tempat tinggal, dan perkembangan lainnya yang penduduknya sensitif terhadapnya tingkat kebisingan dan lalu lintas selama konstruksi dan operasional.

Dalam beberapa kasus, bila lokasi yang tersedia terletak di daerah padat atau lahan dengan biaya sangat tinggi, pabrik desalinasi dapat ditempatkan di lokasi sebagian kecil dari tabel 2.2. Perkembangan tata letak pabrik yang memenuhi standar, sering mengharuskan beberapa peralatan dan sistem perawatan utama. Peralatan atau sistem tersebut berupa filter pretreatment, rangkaian reverse osmosis. Lokasi yang paling layak untuk proyek tertentu ditentukan melalui analisis biaya manfaat dari beberapa lokasi alternatif di dalam area layanan pabrik.

Setelah lokasi potensial diidentifikasi, berikut teknik utama dan lingkungan Kegiatan peninjauan biasanya selesai untuk setiap lokasi:

- a. Survei pengintaian geologi.
- b. Survei lalu lintas dan akses.
- c. Survei utilitas dan struktur di atas dan bawah tanah yang ada.
- d. Survei biologis dan arkeologi.
- e. Evaluasi sumber daya laut, kepekaan lingkungan, dan lokasi perairan daerah asupan dan pembuangan pengolahan desalinasi.
- f. Tinjau batimetri, hidrologi, dan geologi dekat dan lepas pantai.
- g. Penilaian risiko lokasi terkait dengan dampak potensial pada pabrik *intake, out-fall*, dan fasilitas dari erosi pantai atau lumpur, banjir, badai.
- h. Analisis awal kualitas sumber air garam dalam hal mineral dan konten organik.
- i. Jadwal desain pabrik konseptual, tinjauan lingkungan, dan implementasi.
- j. Identifikasi rute alternatif untuk pengiriman air ke sistem distribusi.

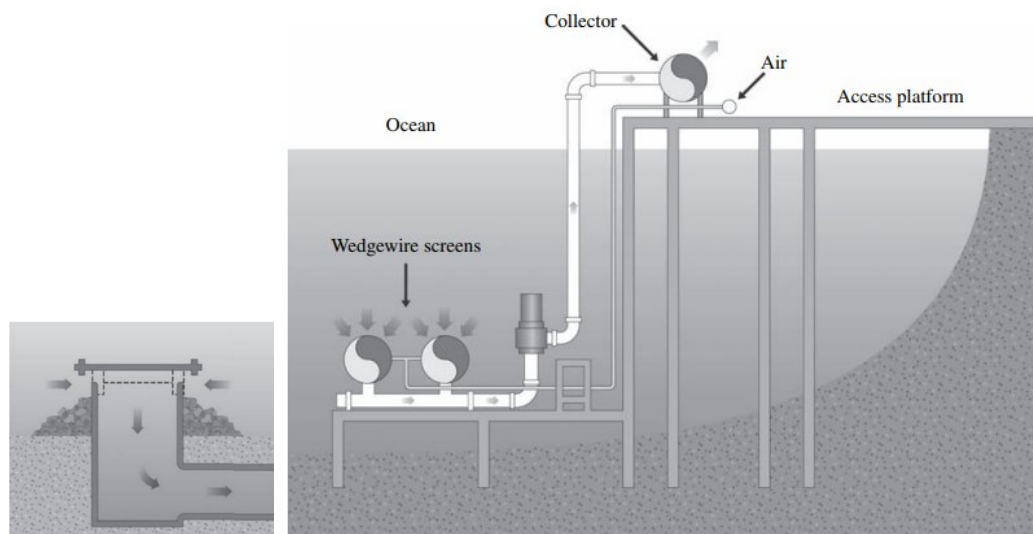
Informasi teknik yang dikumpulkan dari penelitian dan investigasi lokasi ini biasanya disusun menjadi alternatif proyek, dan lokasi proyek potensial saat itu serta peringkat berdasarkan manfaat dan potensi kerugiannya.

2.2.4.2.3. Tipe *intake* air laut

Menurut Voutckov, (2013;85) Tujuan utama dari *intake* air laut adalah mengumpulkan sumber aliran air yang memadai dan konsisten serta berkualitas sepanjang masa manfaat pabrik desalinasi. Tipe dan konfigurasi intake yang dipilih untuk proyek desalinasi memiliki dampak yang signifikan berdasarkan sifat dan

kuantitas yang terkandung dalam sumber air. Sistem *pretreatment* diperlukan untuk mengendalikan kekeruhan membran *reverse osmosis*.

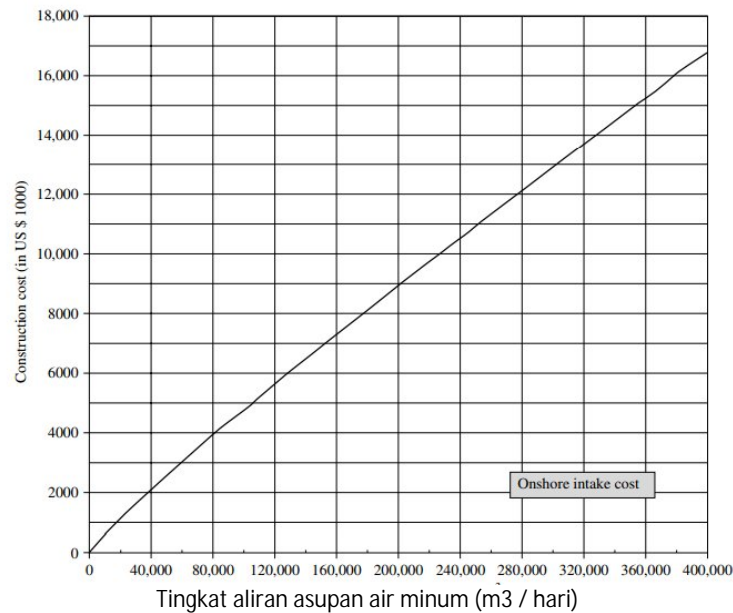
Intake desalinasi dapat dibagi dalam dua kategori utama, yaitu : intake air permukaan (intake terbuka) dan intake air bawah permukaan (intake bawah tanah). Intake air permukaan (terbuka) menerima air secara langsung dari badan air laut melalui struktur inlet yang terendam. Air dikumpulkan dengan cara terbuka, dengan asupan air mengandung jumlah padatan, organik, dan kontaminan yang sama seperti padatan air laut permukaan. Untuk *intake* air permukaan (intake terbuka) dapat dilihat pada gambar 2.12.



Sumber : Voutchkov, 2013, *Desalination Engineering Planning and Design*, hal:139.

Gambar 2.12. Gambar *Intake* Air Permukaan (*Intake* Terbuka)

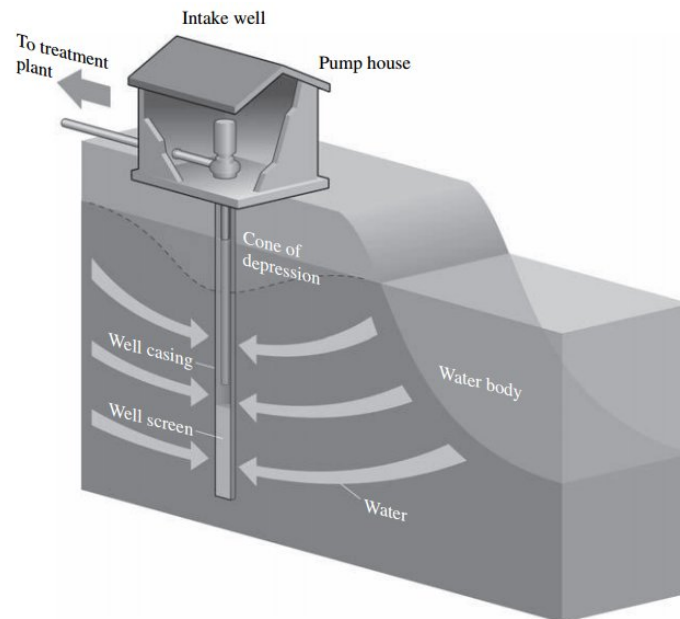
Biaya konstruksi digambarkan pada Grafik 2.5 untuk sistem asupan dengan struktur *inlet* lepas pantai, jaringan pipa HDPE dan struktur beton. Biaya ini disajikan sebagai fungsi aliran asupan dan dinyatakan dalam dolar per meter. Biaya ini bervariasi dari satu lokasi ke tempat lain, berdasarkan kondisi spesifik lokasi seperti kedalaman air, geologi, dan arus.



Sumber : Voutchkov, 2013, *Desalination Engineering Planning and Design*, hal:210

Grafik 2.5. Grafik Biaya Konstruksi *Intake* Terbuka.

Untuk intake air bawah permukaan (intake bawah tanah) mengumpulkan air tanah dari air laut (air payau atau air laut pesisir). Sumber air akuifer ini bisa berupa aquifer payau yang terbatas, yang biasanya tidak terhubung terhadap badan air permukaan, atau tidak terhubung secara hidraulik dengan badan air laut permukaan. Pada gambar 2.13. sumber air bawah permukaan (intake bawah tanah) disaring melalui tanah akuifer, dan akibatnya kandungan partikulatnya relatif lebih rendah dan kualitas airnya lebih tinggi.



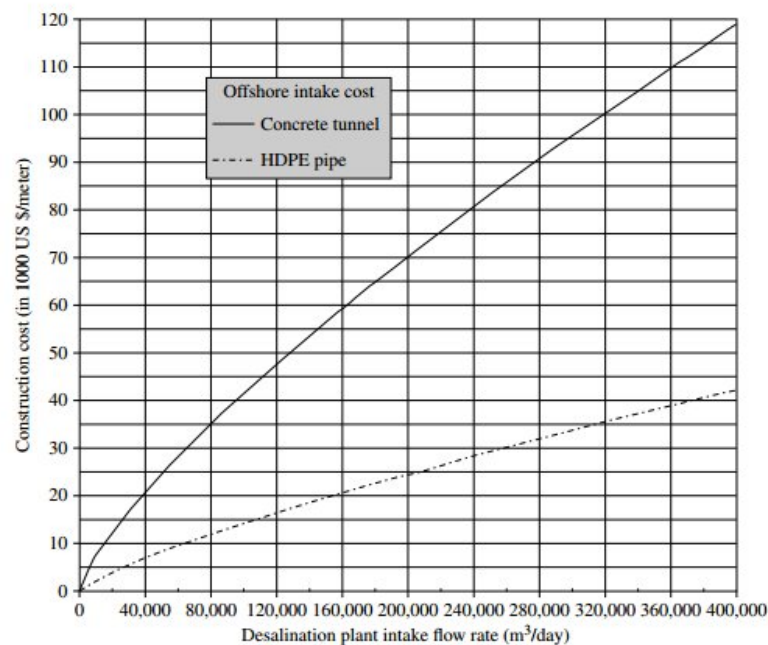
Sumber : Voutchkov, 2013, *Desalination Engineering Planning and Design*, hal:212.

Gambar 2.13. Gambar *Intake* Air Bawah Permukaan (*Intake* Bawah Tanah)

Intake air bawah secara vertikal terdiri dari komponen *casing* layar sumur, filter, segel sumur, dan segel permukaan sumur. Untuk segel permukaan sumur vertikal memiliki pompa turbin submersible yang terpasang di dalam sumur casing, yang merupakan pipa baja atau nonmetalik (biasanya, *fiberglass*) yang melapisi kabel sumur bor. Diameter casing harus memadai untuk menampung pompa intake sumur dan memberikan banyak ruang untuk servis pompa. Sedangkan diameter sumur casing sudah ditentukan, terutama dengan ukuran layar dan hasil sumur, diameter sumur bor memiliki ukuran paling sedikit 0,1 m (4 inci) lebih besar dari casing sumur untuk mengakomodasi pemasangan segel sumur. Biasanya diameter casing sumur antara 200 dan 1200 mm (8 dan 48 inci), dan kedalaman sumur biasanya kurang dari 75 m (250 kaki).

Oleh karena itu, jika *akuifer* air laut pesisir memiliki karakteristik hidrogeologi yang memadai, hasil sumber kapasitas produksi air tersedia dalam jarak 10

km dari tempat pengolahan desalinasi. Asupan intake semacam itu sering menjadi pilihan. Biasanya, permeabel geologi pasir dan batu gamping atau dolomit dengan transmisivitas 1000 m³/hari atau lebih tinggi merupakan jenis yang paling sesuai pada pembangunan intake air laut yang baik. Untuk biaya konstruksi intake air bawah permukaan (intake bawah tanah), disajikan dalam grafik 2.6 sebagai fungsi aliran asupan yang dinyatakan dalam dolar per meter.



Sumber : Voutchkov, 2013, *Desalination Engineering Planning and Design*, hal:211.

Grafik 2.6. Grafik Biaya Konstruksi *Intake* Bawah Tanah.

Asupan bawah tanah atau sumur pantai vertikal, adalah yang paling umum digunakan sebagai jenis asupan yang digunakan untuk pengolahan desalinasi air laut ukuran kecil. Produksi kapasitas sumur tersebut bisa berkisar antara beberapa ratus sampai 10.000 m³/ hari. Sumur vertikal dangkal merupakan Jenis asupan terendah. Karena intake seperti itu menyaring sumber airnya secara perlahan dari

tanah akuifer, biasanya memiliki dampak lingkungan yang minimal dan menghasilkan air kualitas yang lebih baik daripada konsumsi air laut terbuka (Voutckov, 2013;85).

Dua faktor penting untuk menentukan ukuran pengolahan desalinasi air laut adalah dari kapasitas sumber air akuifer pantai dan kualitas air yang dihasilkan dari perairan pesisir. Oleh karena itu, penyelesaian studi hidrogeologi guna menentukan kapasitas akuifer dan kualitas produksi sumber air, harus memperoleh hasil yang sesuai guna proses perencanaan proyek desalinasi SWRO.

Asupan yang baik, tergantung pada lokasi yang spesifik. Sumur pantai seringkali memiliki masa manfaat lebih pendek daripada kondisi air laut terbuka. Masa manfaatnya asupan air laut terbuka biasanya antara 30 sampai 100 tahun, tergantung pada konfigurasi kualitas dan jenis bahan konstruksi mereka.

Tanpa perombakan besar, sumur pantai biasanya beroperasi pada kapasitas desain untuk jangka waktu 10 sampai 20 tahun. Hasil sumur pantai bisa berkurang akibat penimbangan sumur yang terjadi secara alami. Disebabkan oleh bahan kimia dan/atau pertumbuhan bakteri. Prediksi dari tingkat penurunan hasil sumur dari waktu ke waktu, sangat sulit dan membutuhkan keahlian khusus dan studi terperinci. Karena itu, asupan sumur pantai biasanya dirancang dengan 20% sampai 25% cadangan atau kapasitas sumur *standby*, yang menambah biaya modal dan ukuran area pantai yang terkena dampak. Meski sumur pantai terbukti cukup hemat biaya untuk pengolahan berkapasitas lebih kecil dari 4000 m³/hari. Asupan laut terbuka telah ditemukan secara signifikan, aplikasi yang lebih luas untuk pengolahan desalinasi SWRO skala besar.

2.2.4.2.4. Kualitas Sumber air

Pemulihan sumber air laut dan analisis menyeluruh terhadap kualitas airnya sangat penting untuk keberhasilan perencanaan, pelaksanaan, dan operasi jangka panjang proyek. Sesuai dengan tujuan utama desalinasi adalah untuk menghilangkan mineral terlarut (garam) yang terkandung di sumber air laut. Berbagai sumber air laut memberikan panduan mengenai parameter dan metode yang digunakan untuk mengkarakterisasi kualitas sumber air. Parameter ini meliputi semua ion di sumber air, termasuk sodium, potassium, bromide, boron, calcium, magnesium, klorida, sulfat, bikarbonat, nitrat, logam, dll. Ukuran yang umum digunakan dari kandungan mineral terlarut adalah TDS / konsentrasi total padatan terlarut (salinitas). (Voutckov, 2013;16)

Pada tabel 2.3 menunjukkan kandungan ion utama dan konsentrasi total terlarut (TDS) yang khas air samudera Pasifik dan permeate yang dihasilkan dari air ini dengan reverse osmosis air laut (SWRO) pemisahan membran.

Tabel 2.3. Konsentarsi Total Padatan Terlarut (TDS) Di Samudra Pasifik

Parameter	TDS Concentration, mg/L		TDS Concentration, meq/L	
	Raw Water	Permeate	Raw Water	Permeate
Cations				
Calcium	403	0.6	20.1	0.03
Magnesium	1298	1.3	106.2	0.11
Sodium	10,693	88.0	464.9	3.82
Potassium	387	4.3	12.9	0.14
Boron	4.6	0.8	1.5	0.26
Bromide	74	0.7	0.9	0.01
Total Cations	12,859.6	95.7	606.5	4.37
Anions				
Bicarbonate	142	2.2	2.24	0.03
Sulfate	2710	7.1	56.6	0.16
Chloride	19,287	145.0	542.6	4.24
Fluoride	1.4	0.0	0.06	0.00
Nitrate	0.00	0.0	0.0	0.00
Total Anions	22,140.4	154.3	601.5	4.43
TDS	35,000.0	250.0	1208.0	8.80

Sumber : Voutchkov, 2013, *Desalination Engineering Planning and Design*, hal:16.

Dari tabel 2.3 menunjukkan bahwa natrium klorida berkontribusi lebih dari 85 % konsentrasi TDS perairan Samudra Pasifik. Tiga kontributor besar lainnya untuk TDS adalah sulfat (8 %), magnesium (4 %), dan kalsium (1 %). Semua ion lainnya masuk kombinasi air laut hanya menyumbang 2 % dari TDS di dalam air. Penataan ion air laut di lokasi yang sama dapat bervariasi secara musiman, biasanya dalam kisaran 10 %. Namun, salinitas air laut bervariasi dalam jangkauan yang jauh lebih luas pada berbagai belahan dunia.

Karena produk air TDS terdiri dari lebih dari 91% natrium klorida (dibandingkan dengan sumber air laut, di mana natrium klorida hanya menyumbang 86% salinitas). TDS air sumber adalah parameter kualitas air yang paling penting di desalinasi reverse osmosis untuk dua alasan utama. Parameter ini merupakan faktor utama dalam menentukan tekanan umpan dan oleh karena itu, energi yang dibutuhkan untuk menghasilkan air tawar dari yang diberikan sumber air garam. Selain itu, konsentrasi air sumber TDS merupakan faktor kunci dalam menentukan kualitas air produk yang diharapkan, karena membran reverse osmosis menolak suatu persentase tertentu dari TDS air umpan. Selain sodium dan klorida, yang perlu dikeluarkan agar bisa diproduksi air tawar, unsur anorganik utama lainnya dari TDS adalah berbagai mineral (terutama garam kalsium dan magnesium). Garam bivalen ini bisa mengendap di permukaan dari membran dan membentuk lapisan tipis dari skala kristal (gambar 2.14), yang pada gilirannya bisa pasang permukaan membran dan secara signifikan mengurangi produktivitas membran.



Sumber : Voutchkov, 2013, *Desalination Engineering Planning and Design*, hal:19.

Gambar 2.14. Gambar Skala Kristalin Pada Permukaan Membran RO.

Menurut Voutchkov, (2013;75), seperti sumber air alami lainnya, air laut mengandung padatan dalam dua bentuk, yaitu ditanggihkan dan dilarutkan. Padatan tersuspensi terjadi dalam bentuk partikel yang tidak larut (partikulat, puing, organisme laut, lumpur, koloid, dll). Padatan terlarut hadir dalam bentuk larutan (ion mineral seperti klorida, natrium, kalsium, magnesium, dll). Saat ini, hampir semua pabrik desalinasi reverse osmosis menggabungkan dua kunci perawatan, langkah yang dirancang secara berurutan untuk menghilangkan padatan tersuspensi dan terlarut dari sumber air. Tujuan awal pengolahan air sumber adalah :

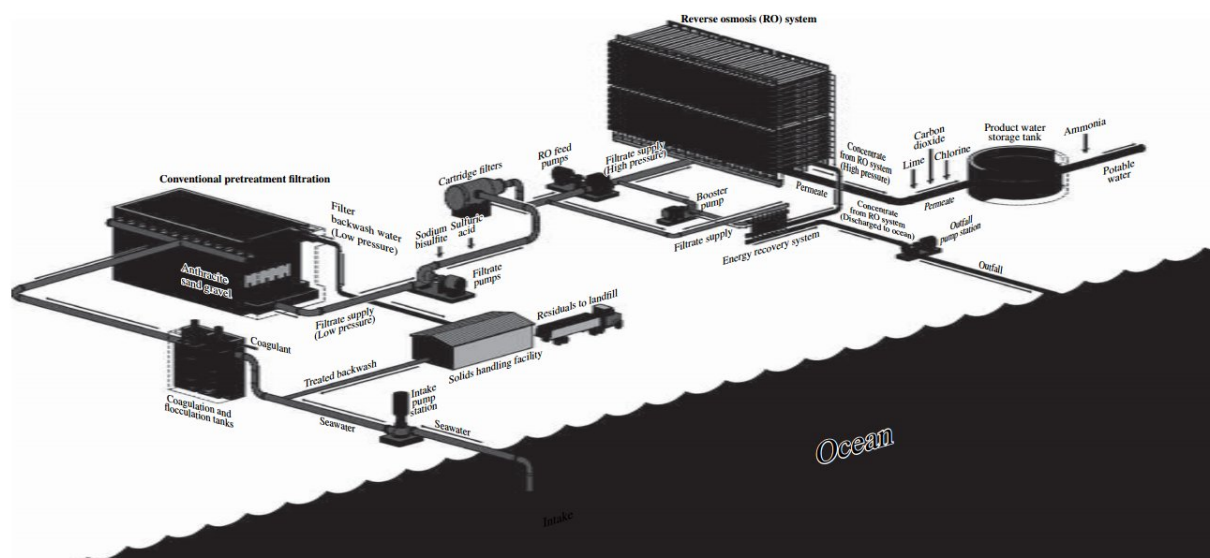
1. Langkah pertama membuang padatan tersuspensi dan mencegah beberapa padatan terlarut alami berubah menjadi bentuk padat dan mengendap pada membran reverse osmosis selama proses pemisahan garam.
2. Langkah kedua, sistem reverse osmosis memisahkan padatan terlarut dari pre-treatment sumber air, sehingga menghasilkan air salin rendah segar yang sesuai untuk konsumsi manusia, penggunaan pertanian, dan untuk aplikasi industri

dan lainnya. Begitu proses desalinasi selesai, air tawar dihasilkan oleh sistem reverse osmosis. Selanjutnya dirawat karena korosi dan perlindungan kesehatan dan didesinfeksi sebelum didistribusikan untuk penggunaan akhir

3. Langkah ketiga dari proses pengolahan pabrik desalinasi ini disebut sebagai post-treatment.

Gambar 2.15 menyajikan skematik umum dari pabrik desalinasi air laut. Secara umum, pabrik desalinasi air payau menggabungkan langkah pengolahan air sumber yang serupa dan teknologi. Siklus produksi tersebut mengumpulkan air dengan menggunakan asupan laut terbuka, yang dikondisikan dengan koagulasi dan flokulasi dan disaring dengan pretreatment media granular filter untuk menghilangkan sebagian besar partikulat dan padatan koloid, dan beberapa organik dan mikrobiologis foulants air yang tersaring disampaikan melalui pompa transfer melalui micronsized filter (direferensikan pada gambar sebagai filter kartrid) ke dalam header isap dari pompa bertekanan tinggi.

Pompa ini mengirimkan air yang disaring ke dalam bejana membran reverse osmosis pada tekanan penggerak bersih, cukup untuk menghasilkan target kualitas aliran air yang digali.



Sumber : Voutchkov, 2013, *Desalination Engineering Planning and Design*, hal:19.

Gambar 2.15. Gambar skematik umum dari pabrik desalinasi air laut.

Pembangkit *reverse osmosis* dirakit dalam rangkaian individu yang beroperasi secara unit *independen* yang disebut sebagai rangkaian *reverse osmosis*. Semua rangkaian *reverse osmosis* secara kolektif disebut sebagai sistem *reverse osmosis*. Sistem *reverse osmosis* biasanya memiliki peralatan pemulihan energi yang memungkinkan itu untuk menggunakan kembali energi yang terkandung dalam konsentrat untuk memompa sumber air baru ke dalam sistem membran. Perembesan yang dihasilkan oleh rangkaian *reverse osmosis* distabilkan dengan penambahan kapur atau kontak dengan kalsit dan dengan penambahan karbon dioksida untuk memberikan tingkat yang memadai alkalinitas dan kekerasan untuk perlindungan sistem distribusi air produk melawan korosi.

Air yang dikondisikan disimpan dan didesinfeksi sebelum dikirim ke pengguna akhir. Padatan partikel yang dikeluarkan dari sumber air oleh filter pretreatment adalah dikumpulkan dalam filter *backwash* dan selanjutnya terkonsentrasi dengan pengental dan pengeringan. Untuk pembuangan akhir lokasi ke tempat

pembuangan akhir sanitasi. Sedangkan pendekatan penanganan padatan ini diadopsi oleh banyak pabrik desalinasi yang baru dibangun, di beberapa fasilitas yang lebih lama.

2.2.4.2.5. Kualitas Air Produk

Kualitas air produk merupakan salah satu faktor kunci yang memiliki dampak signifikan terhadap konfigurasi dan biaya pengolahan desalinasi. Berdasarkan pembahasan faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja sistem *reverse osmosis*, sumber air untuk proyek desalinasi *reverse osmosis* dianalisis untuk parameter yang mengandung karakteristik kualitas air yang mungkin berdampak pada kinerja, integritas, dan umur produksi membran *reverse osmosis* seperti pH, bebas klorin, Amonia, dan potensi reduksi oksidasi logam yang jika ada diatas ambang batas dapat menyebabkan oksidasi membran dan kehilangan integritas, seperti tembaga, dan besi. Daftar yang disajikan pada Tabel 2.4 tidak termasuk semua. Sumber tambahan kualitas air parameter mungkin perlu diukur, tergantung pada peraturan proyek dan spesifik lokasi persyaratan yang mengatur sumber asupan air, kualitas air produk, dan pelepasan konsentrat. (Voutckov, 2013;40)

Tabel 2.4. Parameter Kualitas Air Untuk Desalinasi *Reverse Osmosis*

Parameter		Unit
Mineral		Mg/L
Cation	Anion	
Natrium	Klorida	
Magnesium	Karbonat	
Kalsium	Bikarbonat	
Kalium	Sulfat	
Barium	Nitrat	
Strontium	Flourida	
Boron	Fosfat	
Bromida	Belerang	
Desain sistem RO lain - parameter terkait		
Salinitas		mg/L
Konduktivitas		μ S/cm
Temperatur		$^{\circ}$ C
pH		unit
Total alkali		mg/L CaCO ₃
Total kekerasan		mg/L CaCO ₃
Besi dalam bentuk (Fe ²⁺), mg/L		Buruk jika > 0.05 mg/L
Besi dalam bentuk teroksidasi, mg/L		Buruk jika > 2.0 mg/L Kerusakan membran oleh klorin jika > 0.5 mg/L
Mangan, mg/L		Buruk jika > 0.02 mg/L
Alumunium, mg/L		Buruk jika > 0.1 mg/L
Tembaga, μ g/L		Potensi kerusakan membran jika > 50 μ g/L
Arsenik		Potensial racun jika > 10 μ m/L meresap
Kekeruhan		Percepatan pencemaran jika > 0.1 NTU
Silt density index (SDI)		Percepatan pencemaran jika > 1 mg/L
Total hidrokarbon, mg/L		Percepatan pencemaran jika > 5
Silika (koloid), mg/L		Tercemar jika > 0.02 mg/L
Total karbon organik (TOC), mg/L		Tercemar jika > 100 mg/L dalam konsentrat
UV ₂₅₄ , cm ⁻¹		Potensi mempercepat pengotoran jika > 0.5 cm ⁻¹
Jumlah total alga, sel alga per milimeter		Alga mekar jika > 2000 sel alga per mililiter
Hidrogen sulfida		Bau dan membran fouling jika > 0,1 mg / L.
Amonia, mg / L		kerusakan membran jika bromida > 0,4 mg / L
Bebas klorin, mg / L		kerusakan membran jika > 0,01 mg / L
Potensi reduksi oksidasi, mV		kerusakan membran jika > 250 mV
Jumlah coliform total, Most Probable Number (MPN) per 100 mL		Kontaminasi patogen potensial jika > 104

Sumber : Voutchkov, 2013, *Desalination Engineering Planning and Design*, hal:41.

2.2.4.2.6. Pembuangan limbah SWRO

Menurut Voutckov, (2013;106) Pengolahan desalinasi *reverse osmosis* menghasilkan tiga limbah, yaitu:

1. konsentrat (air garam), yang biasanya memiliki salinitas 1,5 sampai 5 kali lebih tinggi dari pada sumber air garam;
2. menghabiskan air pencuci kembali filter dari fasilitas proses *pretreatment*, yang memiliki salinitas yang sama dengan sumber air;
3. menghabiskan bahan kimia dan flush air dari pembersihan membran RO secara periodik, yang biasanya memiliki salinitas lebih rendah dari pada sumber airnya.

Dari ketiga aliran lokasi ini, konsentrat adalah yang terbesar dalam volume. Volume konsentrat yang dihasilkan oleh pabrik desalinasi air laut sangat signifikan, Karena proses pemisahan SWRO hanya mengubah 40 sampai 55 persen air sumbernya ke desalinasi air tawar, dan menolak sumber air yang tersisa sebagai konsentrat. Konsentrat air laut mengandung lebih dari 99 persen sumber garam air laut dan dilarutkan konstituen, dan kandungan mineralnya kira-kira 1,5 sampai 2 kali lebih tinggi dari pada sumber air laut.

2.2.4.2.7. Desain Konseptual Pengolahan SWRO

Begitu area layanan lokasi pabrik desalinasi, lokasi sumber air berkualitas, kualitas air produk, dan kualitas air konsentrat telah ditentukan, serta asupan dan jenis dan konfigurasi debit telah dipilih, langkah selanjutnya dari proses perencanaan proyek desalinasi adalah melengkapi desain konseptual pengolahan SWRO.

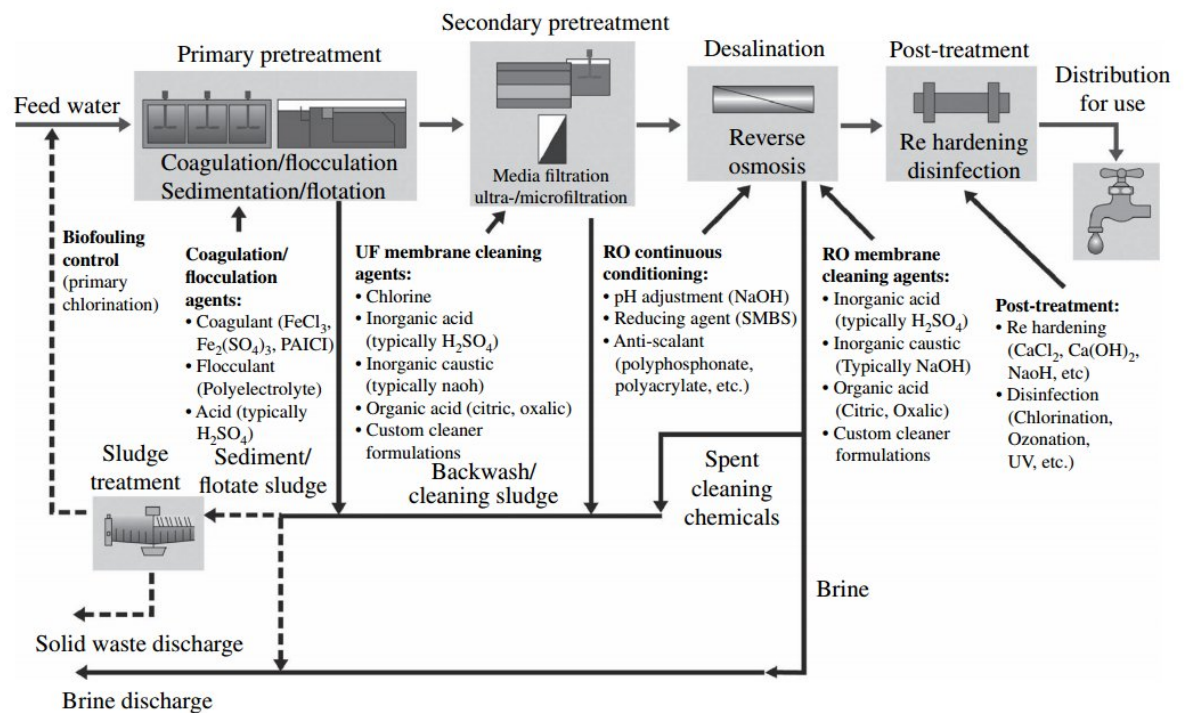
Desain ini mendefinisikan Jenis dan urutan proses dan peralatan pengolahan air SWRO. Ditetapkan kriteria fasilitas dan kriteria desain utama, dan menggabungkan pengolahan pendahuluan, tata letak lokasi dan profil hidrolis, perkiraan biaya proyek dan biaya operasional & perawatan, jadwal pelaksanaan proyek. Desain pabrik konseptual juga membahas tipe ini teknologi dan peralatan yang akan digunakan untuk pemulihan energi dari proses konsentrat, pasca perawatan dari patogen konten rendah, penanganan dan pembuangan padatan dan cairan RO, aliran limbah yang dihasilkan selama pengolahan air awal dan pembersihan membran, dan penyimpanan air dan sistem pengiriman.

Langkah-langkah dalam desain konseptual pengolahan SWRO adalah sebagai berikut :

1. Pemilihan Proses penjernihan

Seperti yang ditunjukkan sebelumnya, pabrik desalinasi tipikal mencakup proses pengangkatan puing, padatan tersuspensi dan koloid, dan lumpur halus dari sumber air, seperti penyaringan dan filter, diikuti oleh proses penghapusan mineral terlarut, organik, dan patogen. Kombinasi kedua jenis proses penjernihan ini (*pretreatment* dan pemisahan membran RO) menghasilkan air tawar dengan mineral dan patogen konten rendah (permeat). Langkah ketiga dari proses pengolahan pabrik desalinasi adalah remineralisasi reverse osmosis (RO) dan perlindungan korosi, diikuti oleh air desinfeksi (jika air digunakan untuk diminum). Jika rembesan RO mengandung zat terlarut gas yang memiliki dampak negatif pada rasa dan bau (misalnya, Hidrogen sulfida), gas tersebut biasanya dikeluarkan melalui penambahan proses perawatan pasca-RO (biasanya melibatkan

oksidasi dan / atau degassing air). Gambar 2.16 menyajikan skematik desalinasi dan menunjukkan proses penanganan. Harus ditunjukkan bahwa proyek desalinasi yang sebenarnya tidak selalu mencakup semua Dari langkah-langkah penjernihan dan proses yang diidentifikasi pada Gambar. 2.16. Angka ini menggambarkan secara praktis Semua teknologi yang dapat dimasukkan oleh pabrik desalinasi (kecuali untuk degasing) di bawah Skenario terburuk dalam hal kualitas sumber air. Angka tersebut merupakan representasi dari Konfigurasi pabrik desalinasi air laut dengan asupan laut terbuka terpapar sulit untuk diobati Air dengan kandungan tinggi kekeruhan, lumpur, alga, dan minyak.



Sumber : Voutchkov, 2013, *Desalination Engineering Planning and Design*, hal:19.

Gambar 2.16. Gambar Skema Instalasi Desalinasi SWRO

2. Pemilihan Peralatan

a. *Intake*

Intake dirancang untuk mengumpulkan sumber air dengan kualitas dan kuantitas yang memadai. Menghasilkan target volume dan kualitas air yang sesuai dengan kapasitas produksi. Pada penjelasan sebelumnya sudah dijelaskan tentang intake air permukaan (intake terbuka) dan intake air bawah permukaan (intake bawah tanah)

b. *Pretreatment*

Sistem pretreatment biasanya terletak pada fasilitas hilir asupan/*intake* pengolahan desalinasi dan hulu. Bergantung pada sumber kualitas air, sistem ini bisa terdiri dari satu atau lebih proses pengolahan air, termasuk skринing, pengkondisian kimia, udara terlarut Klarifikasi flotasi atau gravitasi, filtrasi media butiran, mikrofiltrasi membran atau ultrafiltrasi, dan filtrasi *cartridge*.

- 1) *Koagulasi*, yaitu penambahan koagulan dilakukan menjelang tangki sedimentasi pretreatment, unit flotasi udara terlarut, atau filter. Koagulan yang paling sering digunakan untuk membran sumber air pendingin sebelum sedimentasi atau filtrasi adalah garam besi (Ferric sulfate dan ferric chloride). Dosis koagulan optimum tergantung pada pH dan harus ditetapkan berdasarkan tabung di tempat atau uji coba untuk kondisi spesifik situs dari aplikasi yang diberikan. Pengalaman praktis menunjukkan bahwa pH optimum untuk koagulasi partikel dalam larutan garam sangat bergantung pada suhu.

- 2) *Strainers*, yaitu fasilitas pemindahan pasir paling banyak digunakan dalam prakteknya adalah saringan 200 sampai 500 μm (Gambar 2.17). Strainers seukuran ini bisa dilepas partikel pasir dan lumpur 0,10 mm atau lebih besar. Strainer biasanya digunakan untuk pengolahan desalinasi kecil dan menengah, yaitu pengolahan dengan kapasitas 20.000m³/hari.

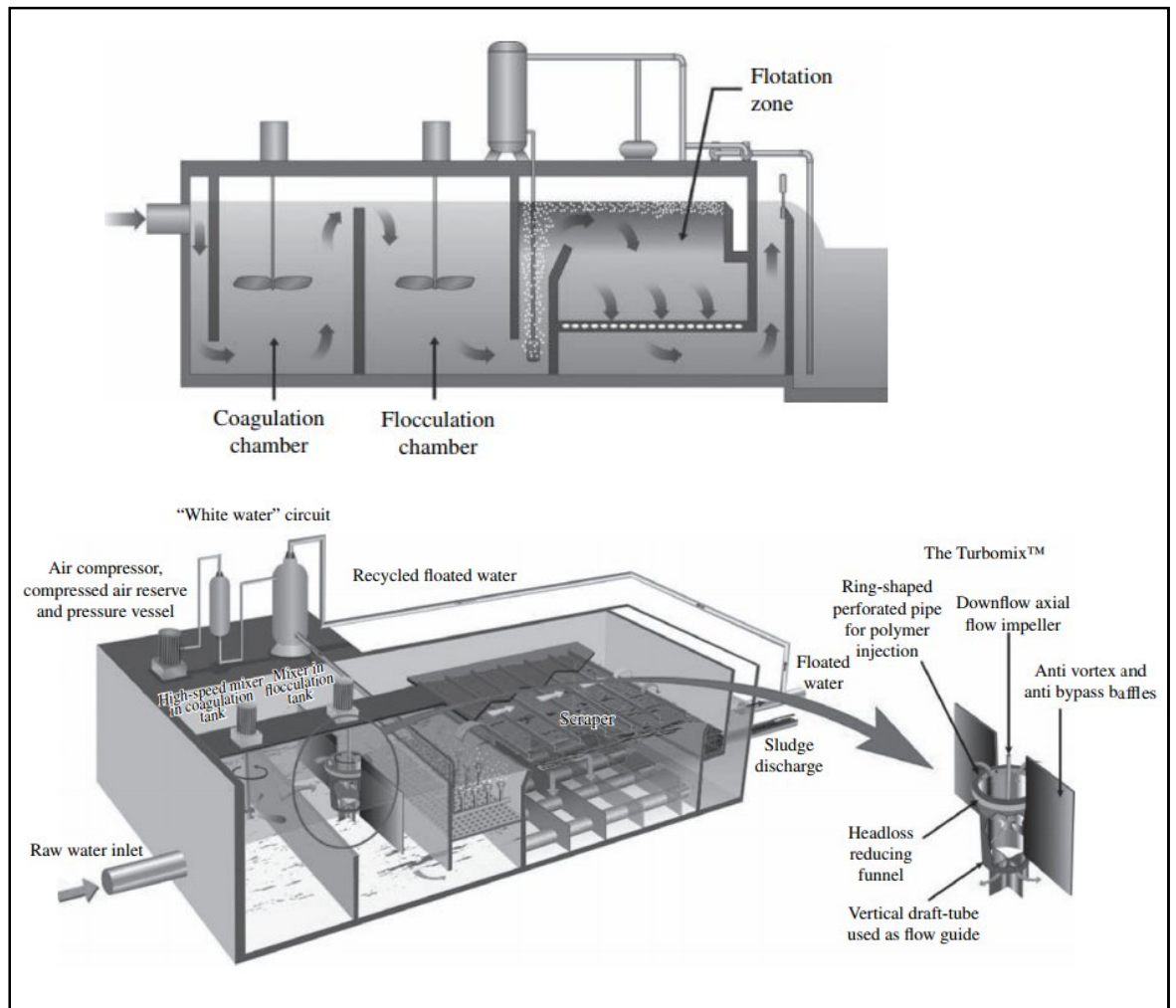


Sumber : Voutchkov, 2013, *Desalination Engineering Planning and Design*, hal:272.

Gambar 2.17. Gambar *Strainers*

- 3) DAF, yaitu teknologi flotasi udara (DAF) sangat cocok untuk pengangkatan *floatin Particulate foulants* seperti sel alga, minyak, atau kontaminan padat lainnya. Padatan tersebut tidak dapat secara efektif dihilangkan dengan sedimentasi atau filtrasi. Sistem DAF biasanya bisa menghasilkan air dengan tingkat kekeruhan efluen $< 0,5$ NTU dan dapat dikombinasikan dalam satu struktur dengan filter gravitasi dual media untuk pengolahan dini sumber air secara berurutan. Proses DAF menggunakan gelembung udara yang sangat kecil untuk mengambang partikel cahaya dan zat organik (minyak) yang terkandung dalam air sumber (Gambar 2.18). Padatan mengambang dikumpulkan di bagian

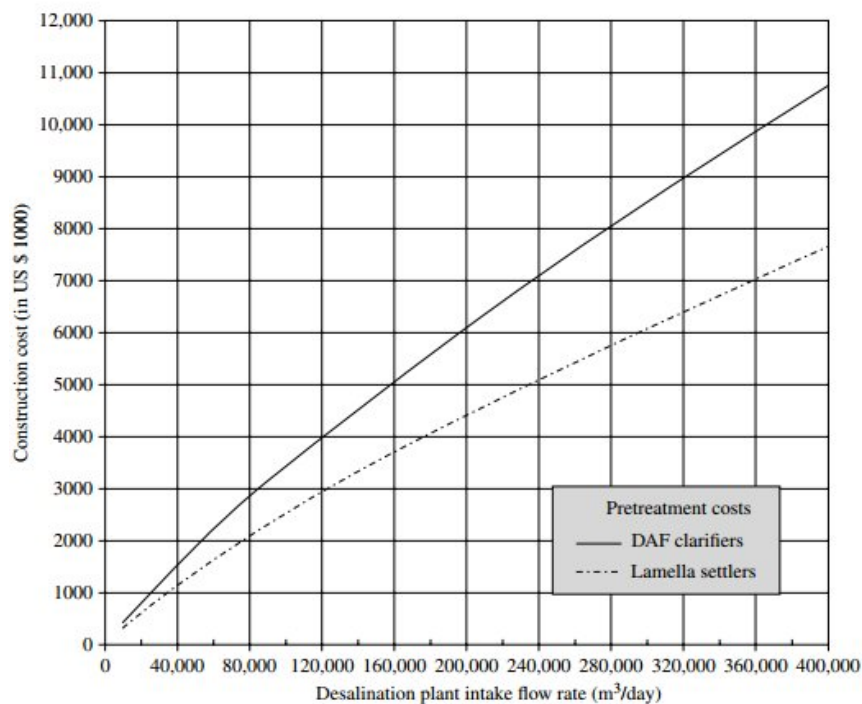
atas tangki DAF dan dilepas untuk pembuangan, sedangkan kekeruhan rendah sumber air keluar di dekat bagian bawah tangki.



Sumber : Voutchkov, 2013, *Desalination Engineering Planning and Design*, hal:280.

Gambar 2.18. Gambar Teknologi Flotasi Udara (DAF)

Biaya konstruksi digambarkan pada Grafik 2.7 untuk sistem flotasi udara (DAF) yang disajikan dalam dolar per meter. Biaya ini bervariasi dari satu lokasi ke tempat lain, berdasarkan kondisi spesifik lokasi dan besar kapasitas produksi.

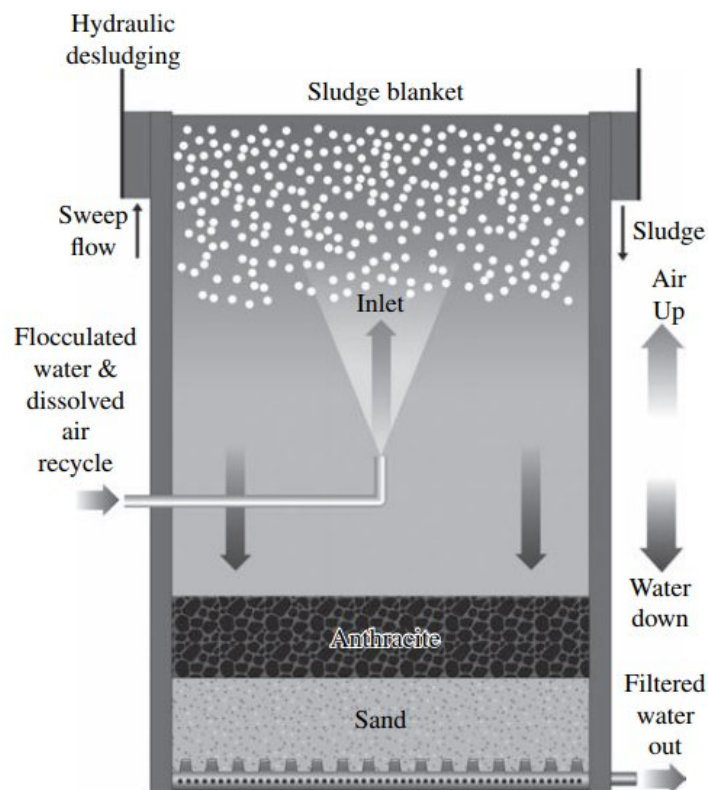


Sumber : Voutchkov, 2013, *Desalination Engineering Planning and Design*, hal:283.

Garafik 2.7. Grafik Biaya Konstruksi Teknologi Flotasi Udara (DAF)

- 4) Penyaringan media butiran (konvensional), Proses ini meliputi filtrasi air sumber melalui satu atau lebih lapisan media butiran (misalnya, batu bara antrasit, pasir silika, garnet). Filter konvensional yang digunakan untuk pretreatment air laut biasanya merupakan media dua tahap tunggal yang cepat (antrasit dan pasir). Namun, dalam beberapa kasus di mana sumber airnya mengandung kadar organik tinggi (konsentrasi karbon organik total lebih tinggi dari 6 mg / L) dan padatan tersuspensi (kekeruhan rata-rata bulanan melebihi 20 NTU), sistem filtrasi dua tahap diterapkan dalam konfigurasi ini. Tahap filtrasi pertama terutama dirancang mengeluarkan padatan kasar dan organik dalam bentuk tersuspensi. Filter tahap kedua dikonfigurasi Untuk mempertahankan

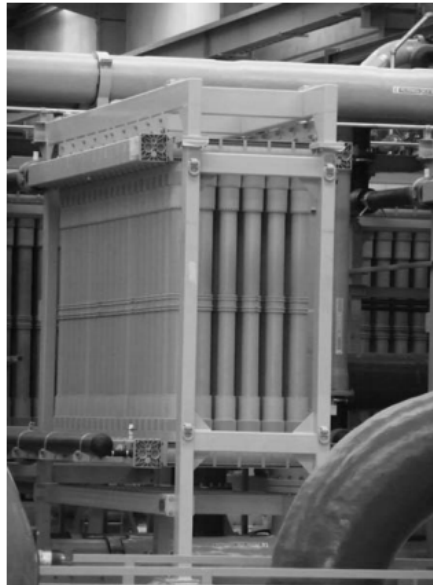
padatan dan lumpur halus dan untuk membuang sebagian (20 sampai 40 persen) dari organik larut yang terkandung dalam air garam oleh biofiltrasi.



Sumber : Voutchkov, 2013, *Desalination Engineering Planning and Design*, hal:280.

Gambar 2.19. Gambar Penyaringan Media Butiran Metode Grafitasi

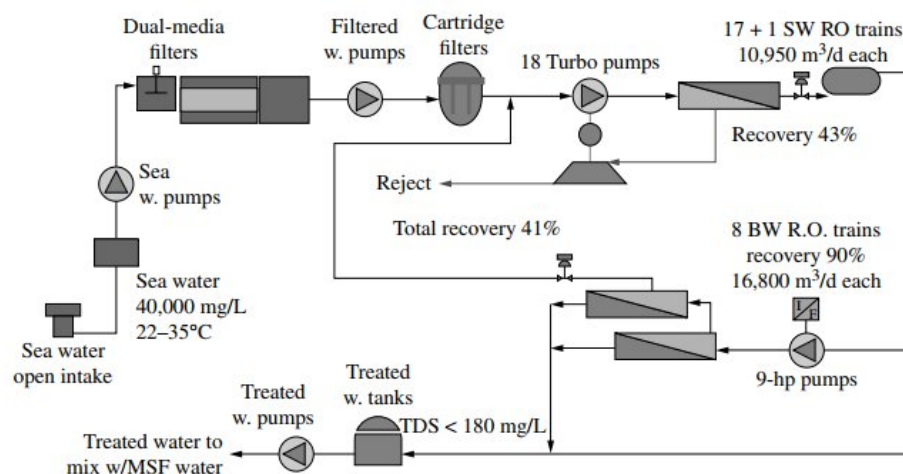
- 5) Membran ultrafiltrasi, yaitu pengangkatan partikulat, koloid, dan beberapa cairan organik yang terkandung dalam air. Bergantung pada gaya (tekanan atau vakum) yang mendorong proses filtrasi, membran sistem pretreatment diklasifikasikan sebagai bertekanan (*pressure driven*) atau terendam (Penggerak vakum). Bergantung pada ukuran pori membran, membrane sistem yang digunakan untuk pretreatment diklasifikasikan sebagai mikrofiltrasi (pori 0,04 μm) atau ultrafiltrasi (pori 0,02 μm).



Sumber : Voutchkov, 2013, *Desalination Engineering Planning and Design*, hal:314.

Gambar 2.20. Gambar Teknologi Membran Ultrafiltrasi

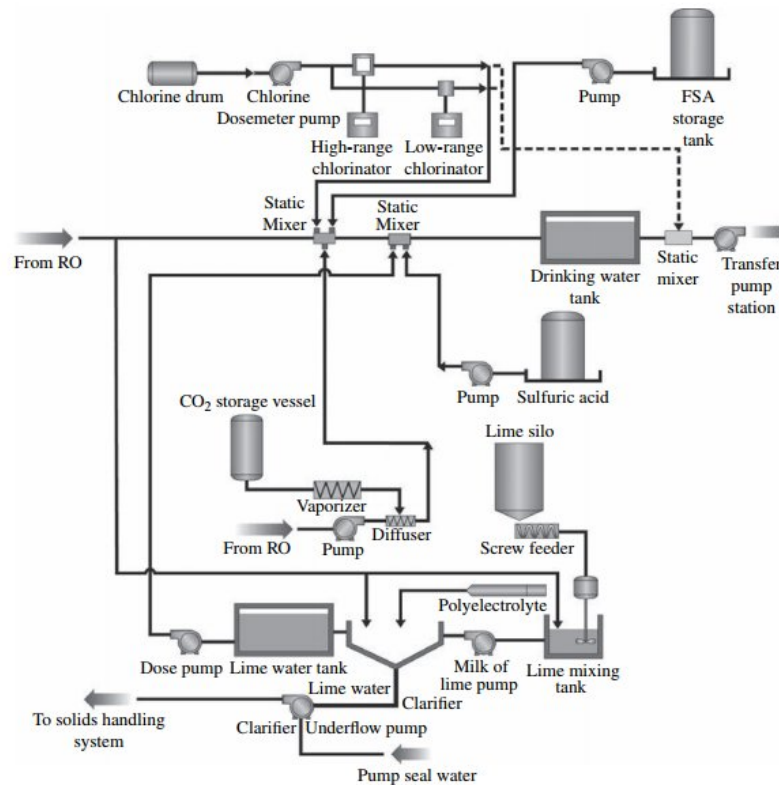
- c. Sistem reverse osmosis, yaitu proses dimana air yang mengandung garam anorganik (mineral) dipaksa di bawah tekanan melalui membran semipermeabel. Penjelasan tentang membran RO beserta fungsi dari membran tersebut sudah di jelaskan pada uraian diatas. Akan tetapi untuk skematik urutan proses pengolahan desalinasi sesuai pada gambar 2.21.



Sumber : Voutchkov, 2013, *Desalination Engineering Planning and Design*, hal:418

Gambar 2.21. Gambar Skematik Sistem Reverse Osmosis

- d. *post treatment*, yaitu fasilitas pasca perawatan meliputi peralatan untuk remineralisasi dan desinfeksi penyerapan RO . Skema *post treatment* dapat dijelaskan pada gambar 2.22.



Sumber : Voutchkov, 2013, *Desalination Engineering Planning and Design*, hal:452

Gambar 2.22. Gambar Skematik *Post Treatment*

- e. pengolahan pembuangan desalinasi, yaitu dengan pengolahan pembuangan limbah konsentrat.



Sumber : Voutchkov, 2013, *Desalination Engineering Planning and Design*, hal:504

Gambar 2.23. Gambar Skematik *Post Treatment*

3. Validasi proses dan optimalisasi dengan tes uji coba.

Keseluruhan kelayakan rancangan pabrik konseptual yang dikembangkan termasuk tipe, kriteria desain kinerja, dan konfigurasi filtrasi pretreatment yang dipilih teknologi dan sistem membran RO, serta bahan kimia untuk pengkondisian air sumber dan pembersihan membran perlu diverifikasi dengan uji coba. Percobaan uji coba harus cukup panjang (dengan minimal 6 sampai 12 bulan, terutama untuk proyek yang lebih besar) untuk menentukan hasil sistem asupan dan memperhitungkan perubahan kualitas air yang aman dan terpercaya, karena dipicu kejadian musiman (hujan lebat dan limpasan permukaan), serta pencemaran.

4. Konfigurasi tata letak pengolahan

Desalinasi konfigurasi tata letak pabrik dikembangkan untuk memaksimalkan fleksibilitas operasi pabrik dan meminimalkan perpanjangan pipa, listrik, serta saluran antara fasilitas perawatan dan peralatan dari lokasi pengolahan SWRO. Pertimbangan penting lainnya saat mengembangkan konfigurasi pabrik, penentuan tata letak bangunan, jalan atau aksesibilitas peralatan pengolahan (termasuk pompa, motor, peralatan pemulihan energi, pretreatment, membran RO, filter cartridge, dll) serta inspeksi, perawatan, dan penggantian.

5. Penggunaan energi

Pemisahan garam dari air laut memerlukan sejumlah energi yang cukup untuk diatasi pada tekanan osmotik alami yang terjadi pada membran reverse osmosis.

Hal ini pada gilirannya membuat desalinasi RO beberapa kali lebih banyak energi daripada pengobatan konvensional sumber air tawar. Tabel 2.5 menyajikan penggunaan energi yang terkait dengan berbagai alternatif.

Tabel 2.5. Penggunaan Energi Berbagai Sarana Air Bersih

Alternatif Air Bersih	Penggunaan Energi, kWh / m ³
Perlakuan konvensional permukaan air	0.2–0.4
Air Reklamasi	0.5–1.0
Penggunaan kembali secara tidak langsung	1.5–2.0
Desasinasi air payau	0.3–2.6
Desalinasi air laut	2.5–4.0

Keterangan : 1 kWh / m³ = 3.785 kWh per 1000 gal

Sumber : Voutchkov, 2013, *Desalination Engineering Planning and Design*, hal:115.

6. Bahan kimia yang digunakan dalam pengolahan desalinasi

Konsumsi bahan kimia pada proses desalinasi sangat bervariasi dari satu proyek ke proyek lainnya dan sangat dipengaruhi oleh sumber kualitas air. Secara umum, semakin terkontaminasi sumber air garam adalah dengan partikel, organik, mikroba, dan mineral foulants, lebih besar jumlah bahan kimia yang dibutuhkan untuk menghasilkan volume air tawar yang sama. Tabel 2.6 mencantumkan bahan kimia yang paling umum digunakan di air laut dan air payau pabrik desalinasi dan dosis, titik penerapan, dan tujuannya

Tabel 2.6. Penggunaan Energi Untuk Sistem SWRO Dan BWRO

Klasifikasi	Rendah-Salinitas Penggunaan Energi BWRO, KWh / m ³	Tinggi-Salinitas Penggunaan Energi BWRO, KWh / m ³	Penggunaan Energi SWRO, KWh / m ³
Golongan Rendah	0.3-0.5	0.6-0.8	2.5-2.8
Golongan Medium	0.6-1.2	1.0-2.1	2.9-3.2
Golongan Tinggi	1.5-2.0	2.2-2.6	3.3-4.0
Rata-Rata	0.8	1.4	3.1

* 1 kWh / m³ = 3.785 kWh per 1000 gal

Sumber : Voutchkov, 2013, *Desalination Engineering Planning and Design*, hal:115.

Tabel 2.7. Bahan Kimia yang Biasa Digunakan untuk Proses Desalinasi

Bahan kimia	Dosis, Mg / L	Titik Penerapan dan Tujuan
(1)	(2)	(3)
Ferric chloride atau Ferric sulfate	0.5–30	<ul style="list-style-type: none"> • Hulu sistem pretreatment untuk meningkatkan pemindahan Padatan dan lumpur
Asam belerang	30–100	<ul style="list-style-type: none"> • Pada asupan forebay untuk pengendalian kontrol pertumbuhan kerang secara terbuka Asupan • Hulu sistem pretreatment untuk meningkatkan pemindahan Padatan dan lumpur • Hulu sistem RO untuk penghambatan skala • Ke dalam merembes untuk mengurangi pH dan meningkatkan pembubaran Kalsit pada kontaktor pasca pengobatan • Ke dalam perembesan untuk penyesuaian pH air produk akhir
Polimer (Flokulan)	0–2	<ul style="list-style-type: none"> • Hulu sistem pretreatment untuk meningkatkan pemindahan Padatan dan lumpur
Sodium Hipoklorit	0–15	<ul style="list-style-type: none"> • Pada asupan forebay (untuk intake terbuka) atau kepala sumur (untuk sumur Intake) dan di stasiun pompa intake basah dengan baik untuk kontrol Biogrowth • Hulu pretreatment sekunder untuk pengendalian biofouling
Sodium bisulfit	0–50	<ul style="list-style-type: none"> • Hulu sistem RO untuk menghilangkan residu oksidan
Antiscalant	0.5–2	<ul style="list-style-type: none"> • Hilir dari titik penambahan natrium bisulfit dan Hulu sistem RO untuk penghambatan penskalaan
Sodium hidroksida	10–40	<ul style="list-style-type: none"> • Ke umpan air umpan RO pertama atau kedua untuk ditingkatkan Pengangkatan boron • Ke air jadi untuk penyesuaian pH
Kapur	50–100	1. Ke RO merembes untuk penambahan kekerasan dan alkalinitas
Karbon dioksida	30–80	2. Ke RO merembes untuk penambahan alkalinitas dan ditingkatkan Pembubaran kapur dan kalsit

Sumber : Voutchkov, 2013, *Desalination Engineering Planning and Design*, hal:116.

2.2.4.2.8. Jadwal Pelaksanaan Proyek dan Pentahapannya

Menurut Voutckov, (2013;116) Jadwal pelaksanaan proyek yang rinci harus dikembangkan selama disain fase proyek desalinasi. Jadwal pembangunan pabrik harus minimum mencakup informasi sebagai berikut:

1. Total durasi pelaksanaan proyek.
2. Durasi dan tanggal mulai mobilisasi kontraktor dan persiapan lokasi.
3. Durasi dan tanggal mulai dari rekayasa dan desain proyek.
4. Durasi dan tanggal mulai pengadaan dan pemasangan RO bertekanan tinggi Pompa dan peralatan pemulihan energi, bejana tekan dan tekanan tinggi Pipa baja stainless, elemen membran RO, dan barang penting lainnya Dengan waktu tunggu yang panjang (yaitu, pengadaan, pemasangan, atau persiapan awal memerlukan lebih dari 3 bulan).
5. Durasi dan tanggal mulai pembangunan fasilitas asupan, asupan dan Debit perpipaan interkoneksi, sistem pretreatment, sistem RO, dan fasilitas posttreatment.
6. Durasi dan tanggal mulai komisioning dan startup pabrik.
7. Durasi dan tanggal mulai pengujian penerimaan.

Tabel 2.8 menyajikan panjang tipikal pelaksanaan proyek sebagai fungsi ukuran produksi. Durasi total desain dan konstruksi mungkin berbeda dari periode yang ditunjukkan Pada tabel tersebut, tergantung pada cakupan dan kondisi proyek spesifik lokasi. Beberapa Kegiatan konstruksi mungkin memakan waktu lebih lama

dari yang ditunjukkan dalam tabel, terutama jika sebagian besar konstruksi harus diselesaikan dalam kondisi cuaca buruk.

Jika letak pabrik Terlalu rapat, jika area konstruksi sangat terbatas, dan/atau jika akses ke lokasi dan jam yang diijinkan pada hari dan hari dalam seminggu untuk konstruksi dibebani dengan kendala yang signifikan karena persyaratan peraturan terkait kebisingan, lalu lintas, polusi udara, atau masalah lainnya. Beberapa kegiatan konstruksi bisa dipercepat dengan bekerja dalam beberapa shift dan melakukan pra-pembelian beberapa peralatan perpipaan.

Namun, aktivitas percepatan proyek semacam itu biasanya berakibat pada Peningkatan biaya konstruksi secara keseluruhan. Sedangkan konstruksi fase tunggal asupan dan struktur pembuangan tanaman desalinasi Secara dramatis mengurangi kontroversi lingkungan dan publik yang terkait dengannya Memperluas kapasitas pabrik di kemudian hari, manfaat "kemudahan implementasi" ini biasanya datang dengan hukuman biaya keseluruhan.

Gagasan bahwa biaya yang lebih tinggi terkait Dengan membangun kompleks intake dan *outfall* terowongan beton dalam satu fase entah bagaimana Diimbangi dengan skala ekonomis biasanya tidak menghasilkan keseluruhan biaya tabungan proyek yang diharapkan. Alasan utamanya adalah fakta bahwa biaya asupan beton dalam 100 m (300 kaki) Atau terowongan debit lebih dari empat kali lipat biaya asupan atau pelepasan yang sama Kapasitas yang dibangun dari beberapa high-density polyethylene atau plastic glass-reinforced Pipa terletak di dasar samudra-tapi ekonomi skala dari fase tunggal konstruksi biasanya kurang dari 30 persen.

Tabel 2.8. Panjang Umur Proyek Desalinasi

Ukuran Produksi M ³ / hari *	Desain, Bulan	Konstruksi, Bulan	Start-Up dan Commissioning, Bulan	Total +, Bulan
Kurang dari 1000	1-2	2-3	1-2	4-7
5000	2-3	4-6	1-2	7-11
10.000	2-4	6-8	1-2	9-14
20.000	3-5	8-10	2-3	13-18
40.000	3-6	14-16	2-3	19-25
100.000	5-8	18-20	3-4	26-32
200.000	6-10	20-24	3-4	29-38

* 1 mgd = 3.785 m³/hari

+ Percepatan pelaksanaan beberapa kegiatan dimungkinkan namun cenderung menghasilkan kenaikan biaya

Sumber : Voutchkov, 2013, *Desalination Engineering Planning and Design*, hal:117.

2.2.4.2.9. Pengadaan Kontraktor dan Pelaksanaan Proyek

Menurut Voutchkov, (2013;125) proyek desalinasi dapat diimplementasikan dengan menggunakan sejumlah metode kontrak, yang dapat dikelompokkan menjadi tiga kategori:

1. *Design-bid-build* (DBB), yaitu proses desain, proses penawaran, dan proses membangun. Pemilik pengolahan desalinasi adalah biasanya pemilik pabrik atau utilitas, yang bertanggung jawab untuk keseluruhan pelaksanaan proyek serta untuk pembiayaan dan operasi pabrik jangka panjang dan pemeliharaan. Dalam kebanyakan kasus, dengan metode pengiriman proyek ini, pemiliknya tetap melakukan konsultasi insinyur untuk mempersiapkan spesifikasi teknis rinci untuk proyek desalinasi, yang kemudian digunakan untuk mendapatkan kontraktor konstruksi atau kontraktor untuk membangun proyek tersebut. Kontraktor konstruksi menyelesaikan pekerjaan mereka di bawah pengawasan

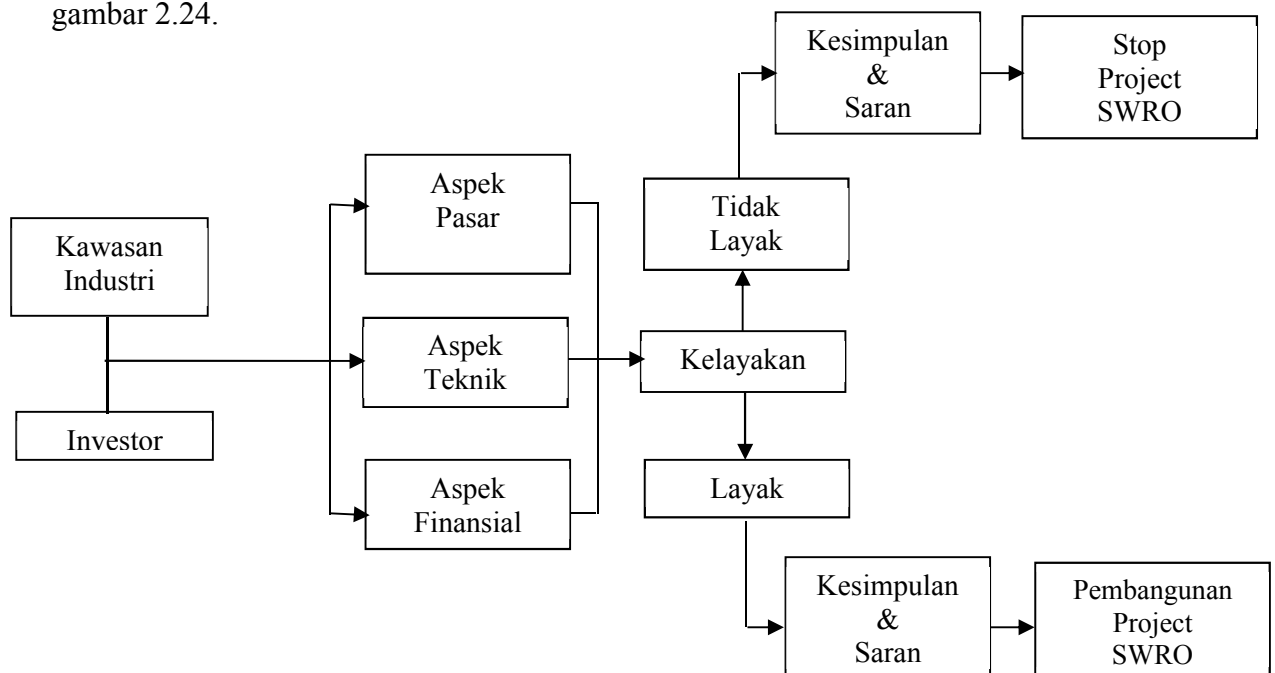
pemiliknya dan insinyur konsultan bertanggung jawab menerapkan persyaratan yang ditunjukkan dalam spesifikasi.

2. *Desain-build-operate* (DBO), yaitu proses desain, proses membangun dan proses mengoperasikan. Serupa dengan metode penyampaian proyek DBB, pendekatan DBO juga melibatkan asset kepemilikan pengelola kawasan. Dengan metode pengiriman ini pemilik bertanggung jawab atas pengembangan proyek, perizinan, dan pembiayaan insinyur konsultan pemilik biasanya mengembangkan spesifikasi kinerja rinci dan desain proyek awal, yang kemudian digunakan untuk menyiapkan tender dan mempertahankan sebuah kontraktor DBO. Kontraktor ini bertanggung jawab atas proses akhir desain, dan untuk perancangan, konstruksi, *start up*, dan *commissioning*. Serta untuk operasi jangka panjang pabrik desalinasi. Biasanya, kontrak DBO tim terdiri dari seorang insinyur, kontraktor, dan perusahaan operasi swasta (operator)
3. *Build-own-operate-transfer* (BOOT), yaitu entitas publik pembelian air (komoditas) dan aset fisik (proses desalinasi). Kepemilikan proyek dipertahankan oleh kontraktor BOOT. Kontraktor BOOT bertanggung jawab atas semua aspek, yaitu : (a) pelaksanaan proyek, (b) Termasuk perizinan dan perancangan lingkungan, (c) konstruksi, (d) pengadaan peralatan, (e) *start up*, (f) komisioning, (g) operasi jangka panjang dan kepatuhan izin, (h) pembiayaan proyek. Seperti yang ditunjukkan sebelumnya, proyek BOOT biasanya dibiayai Dengan kombinasi ekuitas dan hutang. Kewajiban pembayaran hutang obligasi atau pinjaman konstruksi komersial untuk Jenis proyek ini biasanya berbasis pendapatan.

Karena pasar yang lebih matang dan pengalaman yang lebih lama, sebagian besar proyek desalinasi payau sebagai proyek DBB. Metode DBB juga telah umum digunakan Untuk pengadaan proses desalinasi air laut kecil dan menengah dan untuk proyek desalinasi skala besar biasanya diimplementasikan dengan menggunakan metode pengiriman BOOT.

2.3. Kerangka Konseptual

Kerangka konseptual adalah merupakan kerangka pemikiran tentang bagaimana teori berhubungan dengan berbagai faktor yang diidentifikasi sebagai masalah yang penting. Kerangka konseptual disarikan atau sintesis dari dasar teori yang dituangkan dalam bentuk skema/model/diagram alir, yang menjelaskan pertautan/hubungan antar variabel/konsep yang diteliti. Sesuai dengan dasar teori yang telah diuraikan di muka, maka disusun kerangka konsep sebagaimana pada gambar 2.24.



Gambar 2.24. Gambar Skema Konseptual Penelitian