

TUGAS AKHIR - ME184834

DESAIN SISTEM DESALINASI MENGGUNAKAN METODE REVERSE OSMOSIS DI WILAYAH PESISIR PANTAI.

DANANG JAWARA DITYA NRP. 04211640000073

DOSEN PEMBIMBING SUTOPO PURWONO FITRI, S.T., M.Eng., Ph.D.

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



TUGAS AKHIR – ME184834

DESAIN SISTEM DESALINASI MENGGUNAKAN METODE REVERSE OSMOSIS DI WILAYAH PESISIR PANTAI.

DANANG JAWARA DITYA 04211640000073

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

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



FINAL PROJECT - ME184834

DESIGN OF DESALINATION SYSTEM USING REVERSE OSMOSIS METHOD IN COASTAL AREA.

DANANG JAWARA DITYA 04211640000073

SUPERVISOR:

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

DEPARTMENT OF MARINE ENGINEERING FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2020

LEMBAR PENGESAHAN

DESAIN SISTEM DESALINASI MENGGUNAKAN METODE REVERSE OSMOSIS DI WILAYAH PESISIR PANTAI

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Pada

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

> Oleh : **Danang Jawara Ditya** NRP .04211640000073

Disetujui oleh pembimbing tugas akhir:

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

SURABAYA

AGUSTUS 2020

LEMBAR PENGESAHAN

DESAIN SISTEM DESALINASI MENGGUNAKAN METODE REVERSE OSMOSIS DI WILAYAH PESISIR PANTAI

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Pada

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

Oleh:

Danang Jawara Ditya NRP .04211640000073

Pala Departemen Teknik Sistem Perkapalan:

Beny Cahyono, ST, MT, Ph.D.

NIP 197903192008011008

SURABAYA

AGUSTUS 2020

DESAIN SISTEM DESALINASI MENGGUNAKAN METODE REVERSE OSMOSIS DI WILAYAH PESISIR PANTAI

Nama mahasiswa : Danang Jawara Ditya NRP : 04211640000073

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

ABSTRAK

Air merupakan salah satu unsur penting dibumi yang sangat dibutuhkan untuk kehidupan. Didunia ini manusia sangat membutuhkan air yang bersih dan murni sehingga perlu terciptanya suatu alat untuk menunjang pasokan air bersih. Namun, saat ini masih banyak manusia yang belum memiliki akses air bersih. Ketrersediaan akan kebutuhan air bersih di Indonesia saat ini masih minim terutama di wilayah pesisir selatan Provinsi Jawa Timur, Maka dari itu sangat diperlukan teknologi pengolahan air bersih sehingga akan membantu dalam penyediaan air bersih di daerah tersebut. Dalam proses pengolahannya, cara yang digunakan harus murah, mudah, dan tahan lama mengingat lokasinya yang sulit dijangkau sehingga metode reverse osmosis merupakan metode yang paling tepat untuk daerah tersebut. Produksi yang direncanakan adalah 100 m³/hari dengan menggunakan komponen membran ultrafiltrasi dan membran reverse osmosis. Dari tugas akhir ini didapatkan flowrate air tawar sebesar 100 m³/hari dengan menggunakan membran reverse osmosis DuPont Filmtec SW30XHR – 440 dengan recovery rate 45%. Membran ultrafiltrasi pada tugas akhir ini menggunakan DuPont IntegraPac IP-77 dengan flowrate sebesar 9,27 m³/jam dengan recovery rate sebesar 45% sehingga flowrate yang digunakan sebagai *input* dari membran tersebut disuplai dari tangki penyimpanan sementara dengan pompa berkapasitas 16,3 m³/jam.

Kata kunci: Air bersih, desain, reverse osmosis

DESIGN OF DESALINATION SYSTEM USING REVERSE OSMOSIS METHOD IN COASTAL AREA

Student Name : Danang Jawara Ditya NRP : 04211640000073

Supervisor : Sutopo Purwono Fitri, S.T., M.Eng., Ph.D.

ABSTRACT

Fresh water is one of the important elements on earth that is needed for life. In this world, people really need clean and pure water, so they need to create a tool to support the supply of clean water. However, there still many people who do not have access to fresh water. The availability of fresh water needs in Indonesia is currently still minimal, especially in the southern coastal region of East Java Province. Therefore, fresh water treatment technology is needed so that it will assist in the supply of clean water in the area. During processing from seawater to fresh water, the method must be cheap, easy, and durable Due to its location in remote area, the reverse osmosis method is the most appropriate method for this area. The planned production is $100~\text{m}^3$ / day by using ultrafiltration membrane components and reverse osmosis membranes. From this final project, a fresh water flowrate of $100~\text{m}^3$ / day was obtained using a reverse osmosis membrane DuPont Filmtec SW30XHR - 440 with a recovery rate of 45%. Ultrafiltration membrane in this final project uses DuPont IntegraPac IP-77 with a flowrate of 9.27 m³ / hour with a recovery rate of 45% so that the flowrate used as input from the membrane is supplied from the temporary storage tank with a pump with a capacity of $16.3~\text{m}^3$ / hour .

Keywords: fresh water, design, reverse osmosis

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis haturkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir "DESAIN SISTEM DESALINASI MENGGUNAKAN METODE REVERSE OSMOSIS DI WILAYAH PESISIR PANTAI".

Dengan selesainya laporan tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak yang telah memberikan masukan-masukan dan memberikan dampingan kepada penulis. Untuk itu penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada :

- 1. Allah S.W.T. atas limpahan karunia dan hidayahnya sehingga penulis dapat melaksanakan dan menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
- 2. Kedua orangtua serta keluarga besar penulis yang telah memberikan semangat, dukungan materil maupun moril, serta do'a agar terselesainya tugas akhir ini
- 3. Bapak Sutopo Purwono Fitri, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku pembimbing tugas akhir yang selalu memberikan pengarahan, saran dan pertimbangan bagi penulis dalam mengerjakan tugas akhir ini.
- 4. Bapak A. A. B. Dinariyana, S.T., MES, Ph.D. selaku dosen wali yang selalu membimbing mengenai akademik dari penulis sejak awal kuliah hingga akhir kuliah.
- 5. Teman teman Laboratorium MMS yang selalu memberi dukungan dan doa sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
- 6. Teman teman angkatan VOYAGE 16, BADRIKARA 17, dan CAKRAWALA 18 yang selalu memberi dukungan dan doa sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
- 7. Teman teman Tapak Siring No. 26 yang selalu memberi dukungan dan doa sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
- 8. Teman teman Konsul (BME V No. 42) yang selalu memberi dukungan dan doa sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
- 9. N 736 AJ, B 2422 UKT, dan N 1954 CY yang selalu memberi dukungan untuk jalan jalan dan survei lokasi.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dari laporan ini, baik dari materi maupun teknik penyajiannya, mengingat kurangnya pengetahuan dan pengalaman penulis. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan.

Surabaya, Juli 2020

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBA	R PENGESAHANv
LEMBA	R PENGESAHANvii
KATA P	ENGANTARxiii
DAFTAF	R GAMBARxix
DAFTAF	R TABELxxi
BAB I	1
PENDA	HULUAN1
1.1.	Latar Belakang1
1.2.	Rumusan Masalah1
1.3.	Batasan Masalah1
1.4.	Tujuan2
1.5.	Manfaat2
BAB II	3
DASAR '	TEORI3
2.1.	Standar Baku Mutu Air
2.2.	Karakteristik Air Laut4
2.3.	Teknologi Desalinasi5
2.4.	Teknologi Reverse - Osmosis
2.5.	Komponen pada Sistem Reverse – Osmosis
2.5.1	. Tangki Air Baku (Tangki Feedwater)8
2.5.2	2. Pompa Clarifier / Feedwater Pump8
2.5.3	3. Sistem Injeksi KMnO ₄ (Sebagai Pilihan Proses <i>Pretreatment</i>)8
2.5.4	Tangki Reaktor (Sebagai Pilihan Proses Pretreatment)9
2.5.5	Saringan Pasir Cepat (Sebagai Pilihan Proses <i>Pretreatment</i>)9
2.5.6	Saringan Mangan Zeloit (Sebagai Pilihan Proses <i>Pretreatment</i>)9
2.5.7	7. Saringan Karbon Aktif (Sebagai Pilihan Proses <i>Pretreatment</i>)10
2.5.9). Cartridge Filter11
2.5.1	0. High Pressure Pump11
2.5.1	1. RO Unit11
2.5.1	2. Tangki Penampung Air Produk
2.6.	Perkembangan Teknologi Reverse Osmosis

2.6	5.1. Recirculation Concentrate	12
2.7.	Perbandingan Teknologi <i>Reverse – Osmosis</i> dengan Teknologi Desnya	
2.8.	Penelitian Sebelumnya	
2.9.	Standar Internasional Seawater Reverse Osmosis.	
	I	
	DE PENELITIAN	
3.1.	Perumusan Masalah	
3.2.	Studi Literatur	18
3.3.	Pengumpulan Data	18
3.4.	Perhitungan Desain & Validasi Kinerja	18
3.5.	Penggambaran	18
3.6.	Kesimpulan & Saran	18
3.7.	Perencanaan Sistem dan Komponen Yang Digunakan	18
BAB IV	<i>/</i>	21
ANALI	SA & PEMBAHASAN	21
4.1.	Perhitungan Kebutuhan Air	21
4.2.	Perhitungan Kebutuhan Membran Reverse Osmosis	21
4.2	2.1. Perhitungan Kebutuhan Membran Dengan Metode Manual	21
4.2	2.2. Perhitungan Kebutuhan Membran Dengan Menggunakan WAVE.	23
4.2	2.3. Pemilihan <i>Pressure Vessel</i> untuk Membran <i>Reverse Osmosis</i>	32
4.2.4.	. Pemilihan Pompa Reverse Osmosis	33
4.2.5.	r	
4.3.	Perhitungan Kebutuhan Membran Ultrafiltrasi	
4.3.1.	1	
4.3.2.	Pemilihan Pipa Ultrafiltrasi	39
4.4.	Perhitungan Feedwater Pump & Tanki Penyimpanan Sementara	
4.4		
4.4.2.	•	
4.4.3.	•	
4.4		
4.5.	Komponen Sistem Yang Digunakan	42

4.6.	Perbandingan Dengan Sistem Yang Lain	42
4.7.	Penggambaran Sistem	43
BAB V.		49
	PULAN	
	Cesimpulan	
5.2. S	aran	49
DAFTA	R PUSTAKA	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Macam – Macam Proses Desalinasi (Ari Nugroho, 2004)	6
Gambar 2.2. Water Distillation Plant (IndiaMART)	6
Gambar 2.3. Proses osmosis dan reverse – osmosis (google.com)	7
Gambar 2.4. Skema Injeksi Larutan KMnO4 (Widayat, 2007)	
Gambar 2.5. Susunan Media Saringan Pasir. (Widayat, 2007)	9
Gambar 2.6. Susunan Media Saringan Mangan Zeolit. (Widayat, 2007)	10
Gambar 2.7. Susunan Media Saringan Karbon Aktif. (Widayat, 2007)	10
Gambar 2.8. Membran Ultrafiltrasi (tirtamandiri.com)	11
Gambar 2.9. Bagian dalam RO train (alibaba.com)	11
Gambar 2.10. Skema Recirculation Concentrate (google.com)	12
Gambar 3.1. Diagram Alir Pengerjaan Penelitian	17
Gambar 3.2. Rencana komponen dari sistem yang digunakan (Dokumentasi Pribadi).	
Gambar 3.3. Rencana dari denah yang terjal (Dokumentasi Pribadi)	
Comband 1 Dimoni dai DaDay Filosa (W20VIII) 440 (DaDay 2020)	22
Gambar 4.1. Dimensi dari DuPont Filmtec SW30XHR – 440 (DuPont, 2020)	
telah dimasukkan ke WAVEtelah dimasukkan ke WAVE.	
Gambar 4.3. Kandungan <i>feeedwater</i> pada air laut yang digunakan pada simulasi ini	
Gambar 4.4. Tampilan tipe membran, jumlah PV, jumlah membran setiap PV, d	
recovery rate	
Gambar 4.5. Tab anti-scalant.	
Gambar 4.6. Potensi kegagalan desain (RO <i>design warnings</i>) untuk 1 PV berkapasitas	
membran	
Gambar 4.7. Potensi kegagalan desain (RO design warnings) untuk 1 PV berkapasitas	
membran	
Gambar 4.8. Spesifikasi pipa pompa RO yang digunakan.	
Gambar 4.9. Tampilan pada tab <i>Ultrafiltration</i>	
Gambar 4.10. Pemilihan tipe membran ultrafiltrasi pada tipe membran DuPont U	
Module IntegraPac IP-77	
Gambar 4.11. Pemilihan konfigurasi membran ultrafiltrasi	
Gambar 4.12. Pemilihan tipe membran ultrafiltrasi pada tipe membran DuPont U	
Module IntegraPac IP-51	
Gambar 4.13. Pemilihan konfigurasi membran ultrafiltrasi	
Gambar 4. 14. <i>Keyplan</i> dari sistem (Dokumentasi Pribadi)	
Gambar 4.15. Room layout dari sistem yang dibuat	
Gambar 4.16. Gambar 3 dimesi sisi depan dari sistem yang dibuat	
Gambar 4.17. Gambar 3 dimesi sisi samping dari sistem yang dibuat	
Gambar 4.18. Gambar 3 dimesi bagian dalam dari sistem yang dibuat	
Gainbar 4.10. Gainbar 3 unitest bagian daram dari sistem vang dibuat	4/

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Parameter Fisik dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk Media Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi (Kemenkes RI, 2017)3 Tabel 2.2. Parameter Biologis dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk
Media Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi (Kemenkes RI, 2017)
Tabel 2.3. Parameter Kimia dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk
Media Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi (Kemenkes RI, 2017)
Tabel 2.4. Komposisi air laut (Yoshi, 2016)
Tabel 2.5. Perawatan dari Berbagai Jenis Metode Desalinasi (Ari Nugroho, 2004)12
Tabel 2.6. Perbandingan Umum Teknologi Desalinasi (Ari Nugroho, 2004)13
Tabel 2.7. Ulasan mengenai penelitian sebelumnya
14 does 2.7. Clasan mengenar penentian sebetumnya
Tabel 4.1. Spesifikasi dari DuPont Filmtec SW30XHR – 440 (DuPont, 2020)21
Tabel 4.2. Design guidlines dari DuPont Filmtec. (DuPont, 2020)
Tabel 4.3. Rentang nilai dari recovery rate (DuPont, 2020)
Tabel 4.4. RO flow table (aliran dari membran RO) untuk 2 PV berkapasitas 6 membran
Tabel 4.5. Potensi kegagalan desain (RO design warnings) untuk 2 PV berkapasitas 6
membran
Tabel 4.6. RO flow table (aliran dari membran RO) untuk 2 PV berkapasitas 8 membran
28
Tabel 4.7. Potensi kegagalan desain (RO design warnings) untuk 2 PV berkapasitas 8
membran
Tabel 4.8. <i>RO flow table</i> (aliran dari membran RO) untuk 1 PV berkapasitas 6 membran
Tabel 4. 9. <i>RO flow table</i> (aliran dari membran RO) untuk 1 PV berkapasitas 8 membran
Tabel 4. 10. Hasil simulasi pada tipe membran selain DuPont Filmtec SW30XHR-440
Tabel 4. 11. Hasil detail simulasi PV dengan kapasitas 6 membran pada tipe DuPon
Filmtec SW30XHR-440
Tabel 4.12. Hasil dari perhitungan membran ultrafiltrasi IP-77
Tabel 4.13. Hasil dari perhitungan membran ultrafiltrasi IP-51
Tabel 4. 14. Komponen yang digunakan
Tabel 4.15. Kebutuhan energi listrik dan metode yang digunakan pada produk yang ada
di pasaran
r

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Ketersediaan akan kebutuhan air bersih di Indonesia saat ini masih minim. Di kota-kota besar, cakupan pelayanan air bersih baru mencapai 64,3 %, sedangkan di pedesaan masih di angka 69,4 %. Hal ini membuktikan di Indonesia masih mengalami krisis air bersih. Kekurangan air telah berdampak negatif terhadap semua sektor termasuk kesehatan. Kekurangan air di Indonesia dapat disebabkan daerah pemukiman penduduk yang memiliki kondisi berbeda-beda sehingga jumlah air tawar pada daerah satu dengan yang lainnya juga berbeda. Jika pada daerah pegunungan atau perkotaan air tawar dapat dengan mudah didapat lain halnya dengan daerah pesisir pantai, air tawar atau air bersih sulit untuk didapatkan karena di daerah pesisir pantai sangat berdekatan dengan laut sehingga sumber air yang ada umumnya adalah air asin / air payau terutama di wilayah selatan Jawa Timur yang sangat sulit akan akses air tawar terutama di musim kemarau

Maka dari itu sangat diperlukan teknologi pengolahan air bersih sehingga akan membantu dalam persediaan air bersih di daerah pesisir. Desalinasi merupakan merupakan cara lama untuk menghasilkan air dalam skala besar namun untuk memperbaiki cara desalinasi konvensional diperlukan cara khusus dan modern, tidak hanya itu juga, cara tersebut harus murah dan tahan lama mengingat lokasinya yang sulit dijangkau sehingga metode *reverse osmosis* yang paling tepat digunakan untuk daerah pesisir pantai.

1.2. Rumusan Masalah

Dalam melaksanakan tugas akhir ini, terdapat beberapa rumusan masalah agar penelitian dapat dilakukan secara terarah dan sesuai dengan latar belakang yaitu:

- 1. Bagaimana desain dari pengolahan air menggunakan desalinasi metode *reverse* osmosis di pesisir pantai?
- 2. Bagaimana kinerja desalinasi metode *reverse osmosis* di Pesisir pantai?

1.3. Batasan Masalah

Agar dapat dilakukan penelitian yang terarah, maka batasan masalah harus ditentukan diawal, diantaranya adalah:

- 1. Metode desalinasi yang digunakan adalah metode reverse osmosis
- 2. Peletakan komponen / arrangement komponen digambarkan dengan keyplan, room layout, dan 3D saja
- 3. Tidak melakukan perhitungan ekonomi dari sistem tersebut.

1.4. Tujuan

Dari perumusan masalah diatas maka dapat ditentukan tujuan dari tugas akhir ini, yaitu:

- 1. Merancang sistem reverse osmosis untuk wilayah pesisir pantai
- 2. Mengetahui kinerja rancangan sistem *reverse osmosis* untuk wilayah pesisir pantai

1.5. Manfaat

Adapun manfaat yang didapat dari tugas akhir ini, yaitu:

- 1. Sebagai referensi ilmiah mengenai solusi alternatif dari krisis air tawar di daerah pesisir
- 2. Menyampaikan referensi ilmiah tentang desain sistem *reverse osmosis* di Pesisir pantai kepada *stakeholder* setempat.

BAB II DASAR TEORI

2.1. Standar Baku Mutu Air

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

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

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

Tabel 2.1. Parameter Fisik dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk Media Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi (Kemenkes RI, 2017)

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

Tabel 2.2. Parameter Biologis dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk Media Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi (Kemenkes RI, 2017)

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

Tabel 2.3. Parameter Kimia dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk Media Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi (Kemenkes RI, 2017)

No.	Parameter	Unit	Standar Baku Mutu (kadar maksimum)			
	Wajib					
1.	рН	mg/l	6,5 - 8,5			
2.	Besi	mg/l	1			
3.	Fluorida	mg/l	1,5			
4.	Kesadahan (CaCO ₃)	mg/l	500			
5.	Mangan	mg/l	0,5			
6.	Nitrat, sebagai N	mg/l	10			
7.	Nitrit, sebagai N	mg/l	1			
8.	Sianida	mg/l	0,1			
9.	Deterjen	mg/l	0,05			
10.	Pestisida total	mg/l	0,1			
	Tambahan					
1.	Air raksa	mg/l	0,001			
2.	Arsen	mg/l	0,05			
3.	Kadmium	mg/l	0,005			
4.	Kromium (valensi 6)	mg/l	0,05			
5.	Selenium	mg/l	0,01			
6.	Seng	mg/l	15			
7.	Sulfat	mg/l	400			
8.	Timbal	mg/l	0,05			
9.	Benzene	mg/l	0,01			
10.	Zat organik (KMNO ₄)	mg/l	10			

2.2. Karakteristik Air Laut

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

Tabel 2.4. Komposisi air laut (Yoshi, 2016)

No.	Komponen	Simbol	Konsentrasi (mg/l)
1.	Kalsium	Ca	410 – 693
2.	Magnesium	Mg	303 – 1.550
3.	Barium	Ba	0.01 - 0.05

No.	Komponen	Simbol	Konsentrasi (mg/l)
4.	Strontium	Sr	5 – 13
5.	Boron	В	4 - 5,3
6.	Natrium	Na	2.462 - 12.000
7.	Klorida	Cl	70 - 23.000
8.	Kalium	K	39 - 390
9.	Besi	Fe	< 0.02 - 0.05
10.	Mangan	Mn	< 0.01 - 0.05
11.	Silika	Si	0,04 - 8
12.	Sulfat	SO ₄	2.400 - 3.016
13.	Bromida	Br	65
14.	Fluorida	F	1,4-2,15
15.	Bikarbonat	HCO ₃ -	120 - 152
16.	Nitrat	NO ₃	35 - 50
17.	Derajat Keasaman	рН	8,1

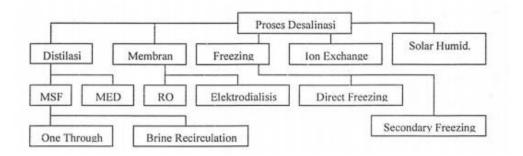
2.3. Teknologi Desalinasi

Desalinasi adalah proses pemisahan yang digunakan untuk mengurangi kandungan garam terlarut dari air garam hingga batas tertentu sehingga air dapat digunakan. Proses desalinasi melibatkan tiga aliran cairan, yaitu umpan berupa air garam (misalnya air laut), produk bersalinitas rendah, dan konsentrat bersalinitas tinggi. Produk proses desalinasi umumnya merupakan air dengan kandungan garam terlarut kurang dari 500 mg/l, yang dapat digunakan untuk keperluan domestik, industri, dan pertanian.

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

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

Secara skematis berbagai jenis teknologi distilasi dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.1. Macam – Macam Proses Desalinasi (Ari Nugroho, 2004)

Pemilihan penggunaan teknologi desalinasi berdasarkan beberapa faktor, antara lain:

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

Pada proses distilasi, kadar garam dipisahkan dari air tawar dengan memanfaatkan perbedaan titik didih dari cairan. Caranya adalah dengan memanaskan air laut untuk menghasilkan uap air, yang selanjutnya dikondensasi untuk menghasilkan air bersih. Berbagai macam proses distilasi yang umum digunakan, seperti *multistage flash, multiple effect distillation*, dan *vapor compression* umumnya menggunakan prinsip mengurangi tekanan uap dari air agar pendidihan dapat terjadi pada temperatur yang lebih rendah, tanpa menggunakan panas tambahan. Teknologi ini dapat memurnikan air dari kadar 55000 ppm menjadi sekitar 10 ppm. Distilasi merupakan metode desalinasi yang paling lama dan paling umum digunakan.



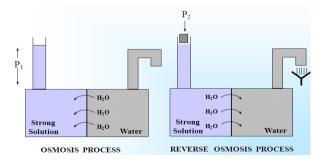
Gambar 2.2. Water Distillation Plant (IndiaMART)

Permasalahan yang terdapat pada proses distilasi adalah terjadinya pengkerakan dan korosi pada komponenya. Timbulnya lapisan kerak pada pipa-pipa evaporator menyebabkan turunnya kemampuan pemindahan panas yang berakibat menurunnya jumlah air tawar yang dihasilkan, pada keadaan yang demikian instalasi perlu dimatikan untuk pelaksanaan pembersihan kimia (*chemical cleaning*). Untuk mencegahnya, perlu dilakukan proses treatment yang tepat dan teratur yang apabila tidak dilakukan, dapat mengakibatkan terganggunya pengoperasian instalasi, selain menuainnya hasil produk air tawar, untuk perbaikannya pun memerlukan waktu dan biaya yang tinggi.

Metode lain desalinasi adalah dengan menggunakan membran. Terdapat dua tipe membran yang dapat digunakan untuk proses desalinasi, yaitu *reverse osmosis* (RO) dan *electrodialysis* (ED). Pada proses desalinasi menggunakan membran *reverse osmosis*, air pada larutan garam dipisahkan dari garam terlarutnya dengan mengalirkannya melalui membran *waterpermeable*. Permeate dapat mengalir melalui membran akibat adanya perbedaan tekanan yang diciptakan antara umpan bertekanan dan produk, yang memiliki tekanan dekat dengan tekanan atmosfer. Sisa umpan selanjutnya akan terus mengalir melalui sisi reaktor bertekanan sebagai *brine*. Proses ini tidak melalui tahap pemanasan ataupun perubahan fasa. Desalinasi air payau membutuhkan tekanan operasi berkisar antara 250 hingga 400 psi, sedangkan desalinasi air laut memiliki kisaran tekanan operasi antara 800 hingga 1000 psi.

2.4. Teknologi Reverse - Osmosis

Osmosis adalah perpindahan pelarut dari konsentrasi tinggi ke konsentrasi yang lebih rendah melalui membran semipermeable. Membran semipermeabel harus dapat ditembus oleh pelarut, tapi tidak oleh zat terlarut. Tekanan osmotik bersifat koligatif, dimana terjadinya perpindahan bergantung pada konsentrasi zat terlarut dan bukan pada sifat zat terlarut itu sendiri. Osmosis merupakan suatu fenomena yang terjadi alami namun bisa bisa dihambat secara buatan yang tentunya dengan meningkatkan tekanan dibagian konsentrasi yang lebih tinggi ataupun pekat sehingga nantinya akan melebihi bagian konsentrasi yang lebih encer. Prinsip inilah yang kemudian digunakan dalam *reverse osmosis*.



Gambar 2.3. Proses osmosis dan reverse – osmosis (google.com)

Reverse osmosis (RO) adalah suatu metode pemurnian melalui membran semi permeable di mana suatu tekanan tinggi diberikan melampaui tarikan osmosis sehingga akan memaksa air melewati proses osmosis terbalik dari bagian yang memiliki kepekatan tinggi ke bagian dengan kepekatan rendah. Selama proses ini terjadi, kotoran dan bahan yang berbahaya akan dibuang sebagai air tercemar. Molekul air dan bahan mikro yang lebih kecil dari pori-pori RO akan melewati pori-pori membran dan hasilnya adalah air yang murni. RO menggunakan tekanan untuk mendorong larutan pekat melewati membran RO menuju ke larutan yang encer, RO digunakan untuk memisahkan elemen cairan dengan material yang terlarut didalamnya.

Pada sistem RO ini, air laut diberi tekanan agar air tawar yang terkandung di dalam air laut keluar menembus dinding pemisah (membrane). Jumlah air masukan yang dibuang menjadi brine pada proses ini berkisar antara 20 - 70 %, hal ini tergantung dari kadar garam air masukan, tekanan dan jenis membran.

Di dalam proses desalinasi air laut dengan sistem *Reverse Osmosis* (RO), tidak mungkin untuk memisahkan seluruh garam dari air lautnya, karena akan membutuhkan tekanan yang sangat tinggi sekali. Oleh karena itu, pada kenyataannya untuk menghasilkan air tawar maka air asin atau air laut di pompa dengan tekanan tinggi ke dalam suatu modul membran RO yang mempunyai dua buah outlet yakni outlet untuk air tawar yang dihasilkan dan outlet untuk air garam yang telah dipekatkan (*reject water | brine*).

2.5. Komponen pada Sistem Reverse – Osmosis

2.5.1. Tangki Air Baku (Tangki Feedwater)

Tangki ini berfungsi untuk menampung air laut yang akan digunakan untuk diolah menggunakan Reverse Osmosis.

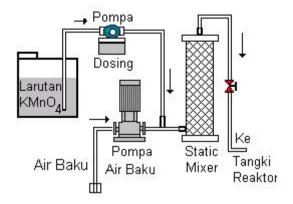
2.5.2. Pompa Clarifier / Feedwater Pump

Pompa ini digunakan untuk memompa air laut ke tangki air baku yang spesifikasinya disesuaikan dengan kapasitas dan kebutuhan dari sistem RO itu sendiri. Tipe pompa yang biasa digunakan adalah pompa sentrifugal.

2.5.3. Sistem Injeksi KMnO₄ (Sebagai Pilihan Proses *Pretreatment*)

KMnO₄ didalam sistem ini digunakan sebagai bahan oksidator dengan tujuan untuk mengoksidasi besi dan mangan atau logam-logam valensi dua lainnya. Pembubuhan KMnO₄ selain untuk oksidator juga sebagai bahan regenerasi media filter mangan zeolit (*greensand*).

Tangki KMnO₄ ini berfungsi untuk menampung cairan KMnO₄ Sedangkan untuk pompa disini berfungsi untuk menginjeksikan cairan KMnO₄ ke tangki air baku.



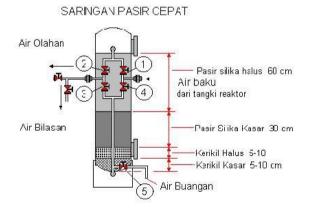
Gambar 2.4. Skema Injeksi Larutan KMnO4 (Widayat, 2007)

2.5.4. Tangki Reaktor (Sebagai Pilihan Proses *Pretreatment*)

Tangki reaktor atau tangki pencampur ini berfungsi untuk tempat pencampuran air baku dan bahan kimia lainya. Bahan kimia tersebut biasanya antara lain larutan anti scalant (anti kerak), larutan anti fouling (anti jamur), dan larutan untuk kontrol pH.

2.5.5. Saringan Pasir Cepat (Sebagai Pilihan Proses *Pretreatment*)

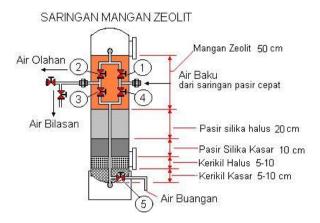
Air dari tangki reaktor masuk ke unit saringan pasir cepat dengan tekanan 4 bar. Komponen ini berfungsi untuk menyaring partikel partikel kasar dari air baku dan bahan kimia yang telah dicampurkan sebelumnya.



Gambar 2.5. Susunan Media Saringan Pasir. (Widayat, 2007)

2.5.6. Saringan Mangan Zeloit (Sebagai Pilihan Proses *Pretreatment*)

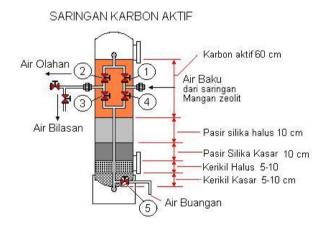
Komponen ini berfungsi untuk menyerap zat besi atau mangan di dalam air yang belum sempat teroksidasi di dalam tangki reaktor dan saringan pasir cepat..



Gambar 2.6. Susunan Media Saringan Mangan Zeolit. (Widayat, 2007)

2.5.7. Saringan Karbon Aktif (Sebagai Pilihan Proses Pretreatment)

Komponen ini berfungsi untuk menghilangkan bau,warna, logam berat dan pengotor – pengotor air lainya. Ukuran dari filter ini sama dengan yang lainya. Penyaringan ini juga menggunakan media pendukung berupa pasir silika pada bagian dasar.



Gambar 2.7. Susunan Media Saringan Karbon Aktif. (Widayat, 2007)

2.5.8. Membran Ultrafiltrasi (Sebagai Pilihan Proses *Pretreatment*)

Ultrafiltrasi merupakan metode penyaringan dengan menggunakan membran banyak digunakan pada saat ini. Ultrafiltrasi adalah suatu proses filtrasi melalui membran ukuran porinya berkisar antara 0,001–0,02 µm. Ultrafiltrasi digunakan untuk menggantikan proses penyaringan konvensional seperti *clarifier*. Dimana kelebihan dari menggunakan ultrafiltrasi adalah sistem yang digunakan tidak membutuhkan ruang yang cukup besar seperti pengendapan dengan menggunakan clarifier pada umumnya. Kelebihan lain yang

cukup dipertimbangkan adalah peniadaan zat kimia pada saat menggunakan clarifier, seperti koagulan, floakulan, pembunuh bacteria dan pengontrol PH sehingga mengurangi biaya operasional.



Gambar 2.8. Membran Ultrafiltrasi (tirtamandiri.com)

2.5.9. Cartridge Filter

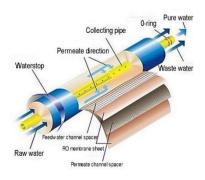
Filter ini berfungsi sebagai penyaring untuk menjamin bahwa air yang akan masuk ke proses penyaringan reverse osmosis benar — benar memenuhi syarat untuk air baku pada sistem ini sehingga secara keseluruhan produk air dari unit pengolahan pendahuluan ini diharapkan mempunyai kualitas yang dipersyaratkan. Komponen ini terbuat dari sintesis selulosa, alat ini bisa menyaring kotoran di dalam air sampai ukuran partikel 0.1 mikron.

2.5.10. High Pressure Pump

Pompa ini berfungsi untuk memompa air baku dari tangki air baku ke membran RO. Pompa ini memiliki tekanan yang tinggi sehingga air yang di pompa dapat menembus dinding membran osmosis yang sangat sangat kecil pola membrannya.

2.5.11. RO Unit

Merupakan komponen inti dari pengolahan air ini yang terdiri dari selaput membrane yang di gulung secara spiral (*spiral wound*) dengan pelindung kerangka luar (vessel) yang tahan terhadap tekanan tinggi. Kapasitas membrane ini berbeda-beda tergantung kebutuhan serta daya tahan membran ini juga tergantung dari air baku yang akan di olah.



Gambar 2.9. Bagian dalam RO train (alibaba.com)

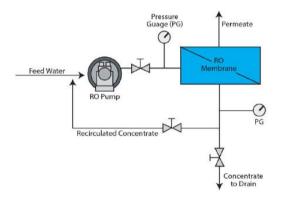
2.5.12. Tangki Penampung Air Produk

Untuk menampung hasil olahan hasil air tawar sebelum dipompakan ke berbagai kebutuhan

2.6. Perkembangan Teknologi Reverse Osmosis

2.6.1. Recirculation Concentrate

Recirculation Concentrate adalah sistem konfigurasi yang dapat meningkatkan laju pemulihan dari sistem secara keseluruhan dengan cara sebagian konsentrat di alirkan kembali ke dalam sistem membran reverse osmosis. Namun dalam aspek lain proses ini dapat merugikan karena kebutuhan pompa menjadi lebih besar untuk menangani tekanan yang lebih tinggi. Konfigurasi ini memerlukan energi yang lebih besar karena air umpan menyatu dengan air konsentrat yang menyebabkan salinitas umpan dapat berubah.



Gambar 2.10. Skema Recirculation Concentrate (google.com)

2.7. Perbandingan Teknologi *Reverse – Osmosis* dengan Teknologi Desalinasi Lainnya

Dalam memilih teknologi desalinasi yang cocok untuk digunakan terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan, salah satunya adalah dari segi operasional dan perawatan. Hal ini berguna untuk perhitungan biaya yang disesuaikan dengan kondisi & kemampuan yang ada. Berikut adalah tabel mengenai perawatan dari berbagai jenis metode desalinasi

Tabel 2.5. Perawatan dari Berbagai Jenis Metode Desalinasi (Ari Nugroho, 2004)

No.	Uraian	MSF	MED	RO
1	Chemical treatment	Ya	Ya	Ya
2	Ball cleaning	Ya	Tidak	Tidak
3	Ganti suku cadang	Ya	Ya	Tidak
4	Chemical cleaning	Ya	Sedikit	Tidak

No.	Uraian	MSF	MED	RO
5	Ganti membran	Tidak	Tidak	Ya
6	Bersihkan membran	Tidak	Tidak	Ya
7	Ganti elemen filter	Tidak	Tidak	Ya

Bila melihat tabel diatas, dapat dilihat Pada jenis MSF hampir semua perawatan harus dilakukan untuk pengoperasiannya, namun tidak memerlukan perawatan khusus untuk membran. karena tidak terdapat membrane dalam proses ini. Perawatan pada jenis MED lebih mudah dari proses MSF karena tidak memerlukan ball cleaning dan hanya sedikit membutuhkan *chemical cleaning*. Pada RO dibutuhkan perawatan untuk mernbran. scperti penggantian membran elemen filter serta pembersihannya. walaupun pada RO tidak dilakukan *ball cleaning*, penggantian suku cadang dan chemical cleaning, namun sangat membutuhkan *pretreatment* untuk menjaga pengoperasian membrannya.

Selain dari pertimbangan pengoperasian dan perawatan, perlu juga dipertimbangkan aspek lainnya dari instalasi desalinasi seperti kapasitas, sumber energi, aspek teknis, kegunaan dan lain-lain.

Tabel 2.6. Perbandingan Umum Teknologi Desalinasi (Ari Nugroho, 2004)

No.	Kriteria	MSF	MED	RO
1	Kapasitas (ton/hari)	500 - 60.000	40 - 9000	5 - 24.000
2	Hanya perlu tenaga listrik	Tidak	Tidak	Ya
3	Uap sebagai sumber panas	Ya	Ya	Tidak
4	Air panas sebagai sumber panas	Ya	Sedikit	Tidak
5	Kemurnian produk air (TDS-ppm)	5	25	500
6	Konsumsi listrik (kWH/T)	3 - 5	1,5-2,5	5 – 10
7	Tekanan uap pemanas (bar)	2	8	-
8	Tekanan uap pejalan <i>ejector</i> (bar)	6 - 10	6 - 8	-
9	Gained Output Ratio (GOR) (bar)	5 - 6	6 - 8	-
10	Kondisi air baku kotor / keruh	Dapat	Dapat	Tidak
11	Kondisi air baku berubah – ubah	Dapat	Dapat	Sulit
12	Memerlukan chemical cleaning	Jarang	Sedang	Ya
13	Instalasi (dalam / luar)	Dalam	Dalam	Dalam
14	Untuk hotel & kawasan wisata	Tidak	Dapat	Cocok
15	Pelayanan umum sekala kecil	Dapat	Cocok	Cocok
16	Pelayanan umum sekala besar	Dapat	Tidak	Cocok
17	Kilang minyak, petro kimia, dan pembangkit tenaga listrik	Cocok	Dapat	Tidak

Dari tabel diatas, Dalam operasionalnya, MSF membutuhkan uap panas sebagai sumber panas, sedangkan MED membutuhkan air panas sebagai sumber panasnya. Tetapi hal ini tidak berlaku didalam RO, RO ini hanya perlu tanaga listrik untuk pengoparasiannya sehingga membutuhkan tenaga listrik sekitar 5- 10 kWH, yang selanjutnya diikuti oieh

MSF dan MED. Tetapi pada penggunaannya, teknologi RO lebih cocok digunakan di industri pariwisata , perhotelan dan pelayanan umum skala kecil hingga menengah, sedangkan teknologi MSF dan MED lebih cocok digunakan di kilang minyak, petrokimia dan pembangkit tenaga listrik. (Ari Nugroho, 2004)

2.8. Penelitian Sebelumnya

Berikut adalah beberapa penelitian terdahulu yang telah dilakukan dan dipandang relevan dan dapat dijadikan pendukung dalam penelitian ini.

Tabel 2.7. Ulasan mengenai penelitian sebelumnya

	APLIKASI TEKN	OLOGI PENGOLAHAN AIR ASIN DESA TARUPA
	KECAMATA	N TAKA BONERATE KABUPATEN SELAYAR
	Penulis & Institusi:	Wahyu Widayat, Pusat Teknologi Lingkungan, Badan
	renuns & msutusi.	Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT)
	Tahun:	2007
1.	Ulasan Singkat:	Aplikasi teknologi pengolahan air asin menjadi air siap minum dengan sistem reverse osmosis ini mampu memproduksi air siap minum 10 m³ per hari (8 jam pengoprerasian/hari). proses pengolahan dibagi menjadi 2 (dua) bagian utama, yaitu unit pengolahan pendahuluan (<i>Pretreatment</i>) dan unit pengolahan lanjutan (<i>Treatment</i>). Manfaat secara langsung aplikasi teknologi pengolahan air asin sistem <i>reverse osmosis</i> terhadap masyarakat setempat adalah memperoleh air minum yang sehat dan memenuhi persyaratan sebagai air minum dengan harga yang jauh lebih murah dari pada air minum dalam kemasan (air mineral yang dijual secara komersil). Air hasil pengolahan ini langsung dapat diminum tanpa perlu dimasak terlebih dahulu, dengan biaya pengolahan per liter air minum dari air baku adalah Rp. 6,8- dimana air minum dalam kemasan saat ini mencapai Rp. 2.000 per liter.
	STUDI TEKNO E	KONOMI DESALINASI AIR LAUT SKALA KECIL
	DE	NGAN SISTEM REVERSE OSMOSIS
	Penulis & Institusi:	Linda Aliffia Yoshi dan I Nyoman Widiasa, Jurusan
2.	i chuns & msutusi.	Teknik Kimia, Universitas Diponegoro, 2016
	Tahun:	2016
	Ulasan Singkat:	Kajian desain sistem <i>Sea Water Reverse Osmosis</i> (SWRO) kapasitas kecil (150-1.000 m3/hari) <i>recovery</i> 40%

		<u> </u>							
		memberikan hasil bahwa sistem desain SWRO dapat							
		disusun secara single stage atau quasi single stage yang							
		disebabkan oleh faktor keterbatasan ruang yang tersedia.							
		Komponen biaya produksi, yaitu tarif listrik, suku bunga							
		bank, dan pajak air tanah, membuat biaya desalisasi di							
		Indonesia lebih tinggi dibanding beberapa negara lain.							
		Biaya penjualan air desalinasi SWRO pada tahun pertama							
		sebesar Rp 24.300/m³ dan akan naik Rp 2.000/m³ setiap							
		dua tahun sekali. Biaya desalinasi dievaluasi berdasarkan							
		NPV dan IRR memberikan hasil bahwa instalasi tersebut							
		layak untuk dibangun.							
	Aplikasi teknologi	Osmosis balik Untuk Memenuhi kebutuhan Air Minum							
	Di	Kawasan Pesisir Atau Pulau Terpencil							
	Penulis & Institusi:	Nusa Idaman Said, Pusat Teknologi Lingkungan, Badan							
	Penuns & msutusi:	Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT)							
	Tahun:	2003							
		Keunggulan teknologi membran osmosa balik adalah							
		kecepatannya dalam memproduksi air, karena							
		menggunakan tenaga pompa. Kelemahannya adalah							
2.		penyumbatan pada selaput membran oleh bakteri dan							
		kerak kapur atau fosfat yang umum terdapat dalam air asin							
	TT1	atau laut. Untuk mengatasi kelemahannya pada unit							
	Ulasan Singkat:	pengolah air osmosa balik selalu dilengkapi dengan unit							
		anti pengerakkan dan anti penyumbatan oleh bakteri.							
	Sistem membran reverse yang dipakai dapat ber								
		membran dan mampu menurunkan kadar garam hingga 95-							
		98%. Air hasil olahan sudah bebas dari bakteri dan dapat							

2.9. Standar Internasional Seawater Reverse Osmosis.

Di dunia internasional, terdapat standar internasional yang digunakan dalam menggunakan metode desalinasi *reverse osmosis*. Standar internasional yang digunakan dikeluarkan oleh American Standard Testing and Material (ASTM) yang berpusat di Amerika Serikat. Untuk metode desalinasi *reverse osmosis*, standar yang digunakan, adalah ASTM D 4195 – 88 (Reapproved 1998) *Standard Guide for Water Analysis for Reverse Osmosis Application*. Standar ini digunakan sebagai prosedur untuk menganalisis sampel air untuk ion, gas, partikel tersuspensi, dan parikel organik serta mengukur pH dan suhu air. (American Standard Testing and Material, 1998). Adapun prosedurnya adalah sebagai berikut:

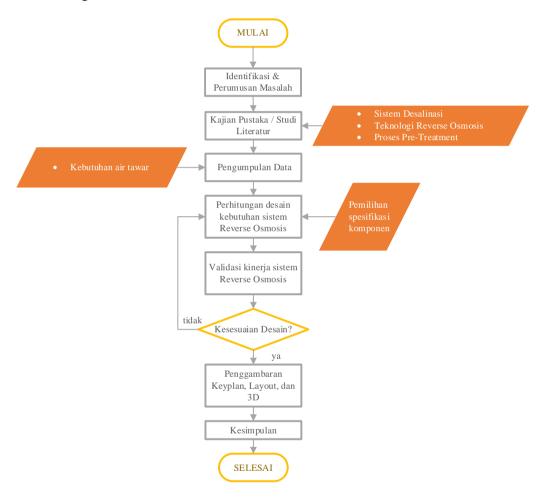
- 1. Mengetahui konsentrasi dari partikel sebagai berikut:
 - a. Kalsium (Ca)
 - b. Magnesium (Mg)
 - c. Sodium (Na)
 - d. Strontium (Sr)
 - e. Barium (Ba)
 - f. Mangan (Mn) (total & dissolved)
 - g. Besi (Fe) (total, dissolved, and ferrous)
 - h. Potassium (K)
 - i. Bikarbonat (HCO₃-)
 - j. Sulfate (SO₄-)
 - k. Karbonat (CO₃-)
 - 1. Nitrat (NO_3^-)
 - m. Fluoride (F⁻)
 - n. Fosfat (PO_4^-) (total)
 - o. Silika (SiO₂) (total & dissolved)
 - p. Alumunium (Al) (total & dissolved)
 - q. Klorin (Cl⁻)
 - r. Total Dissolved Solids (TDS)

Adapun parameter diatas dinyatakan dalam satuan mg/L dalam bentuk ion, mg/L dalam bentuk Kalsium Karbonat, atau meq/L dalam bentuk ion. Metode ASTM untuk alumunium, besi, mangan, dan nitrat tidak berlaku untuk air laut.

- 2. Mengetahui konsentrasi dari kandungan karbon organik air menggunakan Metode ASTM D 2579
- 3. Mengetahui konsentrasi dari Hidrogen Sulfida (H₂S), Klorin (Cl₂), Oksigen (O₂), dan Karbon Dioksida (CO₂) dalam satuan mg/L
- 4. Mengukur indeks pH, suhu, kekeruhan, dan kerapatan lumpur sesuai dengan standar ASTM yang ada dengan catatan sebagai berikut:
 - a. Kekeruhan harus diperoleh dengan metode nefelometri.
 - b. Suhu, pH, dan indeks kepadatan lumpur harus diukur di tempat pada saat sampel dikumpulkan.

BAB III METODE PENELITIAN

Dalam pembuatan penelitian ini, tentu saja memerlukan proses yang harus terstruktur. Hal tersebut haruslah ada, agar kedepannya dalam pengerjaan akan terasa lebih terarah dan lebih mudah. Dalam metodologi penelitian ini, akan diuraikan tahap demi tahap yang akan dilakukan dalam pengerjaan penelitian ini nantinya. Adapun tahapan-tahapannya adalah sebagai berikut:



Gambar 3.1. Diagram Alir Pengerjaan Penelitian

3.1. Perumusan Masalah

Perumusan masalah merupakan tahap awal dalam pelaksanaan penelitian. Tahap ini merupakan tahap yang sangat penting, dimana pada tahap inilah mengapa suatu permasalahan yang ada harus dipecahkan sehingga layak untuk dijadikan bahan dalam

penelitian. Pencarian masalah dilakukan dengan cara menggali informasi mengenai masalah yang terjadi pada saat ini. Dari tahap ini juga, tujuan mengapa penelitian ini dikerjakan dapat diketahui.

3.2. Studi Literatur

Setelah permasalahan sudah diketahui, maka selanjutnya adalah studi literatur. Dimana yang harus dilakukan pada tahap ini, adalah mencari referensi permasalahan permasalahan yang ada berikut solusinya dan juga mempelajari kedua hal tersebut untuk diimplementasikan pada penelitian ini, sehingga jelas apa saja yang harus dilakukan agar permasalahan tersebut dapat terpecahkan. Studi literatur dapat dilakukan dengan cara menggunakan *paper* atau jurnal yang berhubungan dengan permasalahan yang akan dipecahkan.

3.3. Pengumpulan Data

Selanjutnya adalah pengambilan data yang bertujuan memperoleh data dan informasi yang menunjang pengerjaan penelitian.

3.4. Perhitungan Desain & Validasi Kinerja

Dengan data yang telah diperoleh, selanjutnya akan dibuat perancangan desainnya dengan melakukan perhitungan kebutuhan sistem. Setelah perhitungan selesai, selanjutnya dilakukan validasi mengenai kinerja dari sistem apakah sesuai atau tidak dengan standar yang ditetapkan. Validasi menggunakan bantuan perangkat lunak WAVE yang dikeluarkan DuPont Water Solution

3.5. Penggambaran

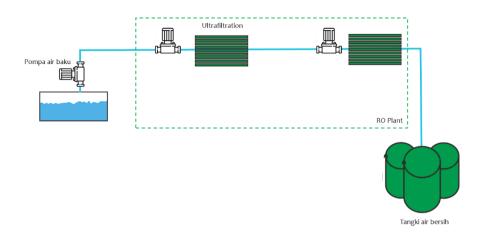
Setelah melakukan pemilihan komponen, langkah selanjutnya adalah melakukan penggambaran dari sistem *reverse osmosis* yang telah didesain. Gambar yang dibuat berupa *keyplan, room layout,* dan model 3 dimensi dari sistem tersebut.

3.6. Kesimpulan & Saran

Menyimpulkan hasil dari desain metode Reverse Osmosis yang akan digunakan di pesisir pantai & menyampaikan saran untuk penyempurnaan tugas akhir yang akan datang

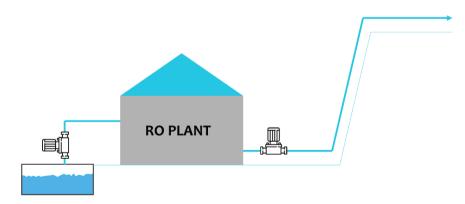
3.7. Perencanaan Sistem dan Komponen Yang Digunakan

Adapun *arrangement* sistem *reverse osmosis* yang digunakan pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:



Gambar 3.2. Rencana komponen dari sistem yang digunakan (Dokumentasi Pribadi)

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



Gambar 3.3. Rencana dari denah yang terjal (Dokumentasi Pribadi)

"Halaman ini Sengaja Dikosongkan"

BAB IV ANALISA & PEMBAHASAN

4.1. Perhitungan Kebutuhan Air

Dalam menentukan kebutuhan air, hal pertama yang diperlukan adalah mengetahui jumlah penduduk. Jumlah penduduk yang direncanakan sebesar 1000 jiwa. Menurut standar SNI – 19-6728.1-2002, standar kebutuhan air di daerah pedesaan adalah 100 liter / jiwa / hari. Sehingga kebutuhan dari air adalah sebagai berikut:

• Kebutuhan air = Jumlah penduduk × 100 liter / hari

• $= 1000 \times 100$ liter / hari

• = $100.000 \, \text{liter} / \, \text{hari}$

 \bullet = 100 m³ / hari

4.2. Perhitungan Kebutuhan Membran Reverse Osmosis

Dari perhitungan pada sub bab 4.1, didapatkan bahwa target hasil dari sistem ini adalah 100 m³ / hari atau 4,16 m³ / jam atau 18,34 gpm. Dalam sub bab ini akan dilakukan perhitungan mengenai jumlah membran yang diperlukan dan jumlah *membrane housing* yang diperlukan. Perhitungan dilakukan dengan 2 metode, perhitungan secara manual dan dengan bantuan perangkat lunak WAVE yang dikeluarkan oleh DuPont sebagai validasinya.

4.2.1. Perhitungan Kebutuhan Membran Dengan Metode Manual

Adapun rumus yang digunakan adalah dengan membagi *design permeate flow rate* (QP) dengan *design flux* (f) dan luas penampang *membrane element* (SE) (ft² atau m²) sehingga akan menghasilkan jumlah *membrane element* (NE) yang diperlukan (*FILMTEC* TM Reverse Osmosis Membranes Technical Manual, 2012).

$$N_E = \frac{Q_P \times Q_{P MAX}}{f \times S_E} \dots (1)$$

Membran yang digunakan adalah DuPont Filmtec SW30XHR – 440. Tipe ini dipilih karena tingkat penolakan yang tertinggi dan *active area* yang tertinggi di jajaran membran DuPont Filmtec dengan *design guidlines* pada tabel dibawah ini.

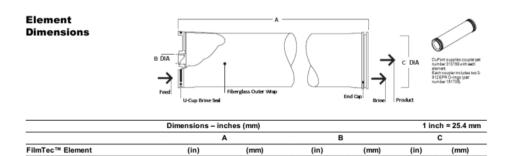
Tabel 4.1. Spesifikasi dari DuPont Filmtec SW30XHR – 440 (DuPont, 2020)

Typical Properties

	Active	Area	Feed Spacer Thickness	Permeate	Flowrate	Stabilized Boron	Stabilized Salt
FilmTec™ Element (ft²) (m²)		(mil)	(gpd)	(m³/d)	Rejection (%)	Rejection (%)	
SW30XHR-440	440	41	28	6,600	25	93	99.82

Tabel 4.2. Design guidlines dari DuPont Filmtec. (DuPont, 2020)

Feed Source		RO Permeate	Well Water	Si	urface Wat	er	(Filtered	Wastewate Municipal E ustrial Efflu	ffluent or		Seawater	
				Ultrafiltration		conventional pretreatment	Ultrafiltration		pretreatment	Ultrafiltration	with generic membrane	with generic conventional pretreatment
Feed Silt Density I	Index (%/min)	SDI<1	SDI < 3	SDI < 2.5	SDI < 3	SDI < 5	SDI < 2.5	SDI < 3	SDI < 5	SDI < 2.5	SDI<3	SDI < 5
Maximum Elemer (%)	nt Recovery	30	19	19	17	15	14	13	12	15	14	13
Active Membrane	e Area					Max	imum Permea	te Flow, gpd				
365-ft ² elements		10,200	8,500	8,500	7,200	6,600	6,300	5,900	5,200	— Not	Recommen	ded —
370-ft ² elements		10,200	8,500	8,500	7,200	6,600	6,300	5,900	5,200	7,800	7,400	7,000
380-ft² elements		10,700	8,900	8,900	7,500	6,900	6,500	6,000	5,300	7,900	7,600	7,200
390-ft ² elements		10,920	9,200	— No	Recommen	ded —	— No	t Recommen	ded —	— Not	Recommen	ded —
400-ft² elements		11,200	9,300	9,300	7,900	7,300	6,800	6,400	5,700	8,400	8,000	7,600
440-ft ² elements		12,300	10,300	10,300	8,700	8,000	7,600	7,100	6,300	9,200 8,800		8,360
Design Flux Rang	pe (gfd)	21-25	16-20	16-20	18-17	12 - 16	11-15	10 - 14	8-12	9-11	8-10	7-10
Maximum Elemer	nt Flux (gfd)	28	22.7	22.7	20	18	17	16	14	21	20	19
Element Type						Minimum Co	oncentrate Flo	owrate, gpm (m³/h)			
BW elements (36	5 ft2)	10 (2.3)	13 (3.0)	13 (3.0)	13 (3.0)	15 (3.4)	16 (3.6)	16 (3.6)	18 (4.1)	— Not	Recommen	ded —
BW elements (40 ft ²)	0 ft ² and 440	10 (2.3)	13 (3.0)	13 (3.0)	13 (3.0)	15 (3.4)	18 (4.1)	18 (4.1)	20 (4.6)	—Not	Recommen	ded —
NF elements		10 (2.3)	13 (3.0)	13 (3.0)	13 (3.0)	15 (3.4)	18 (4.1)	18 (4.1)	18 (4.1)	—Not	Recommen	ded —
Fullfit elements		25 (5.7)	25 (5.7)	— No	Recommen	ded —	— No	t Recommen	ded —	—Not	Recommen	ded —
SW elements		10 (2.3)	- NR-	— No	Recommen	ded —	— No	t Recommen	ded —	13 (3.0)	14 (3.2)	15 (3.4)
Element Type	Active Area ft ² (m ²)					Maximu	m Feed Flowra	nte, gpm (m³/	h)			
BW elements	365 (33.9)	65 (15)	65 (15)	65 (15)	63 (14)	58 (13)	52 (12)	52 (12)	52 (12)	— Not	Recommen	ded —
BW/NF elements	400 (37.2)	75 (17)	75 (17)	75 (17)	73 (17)	67 (15)	61 (14)	61 (14)	61 (14)	—Not	Recommen	ded —
BW elements	440 (40.9)	75 (17)	75 (17)	75 (17)	73 (17)	67 (15)	61 (14)	61 (14)	61 (14)	— Not	Recommen	ded —
Fullfit elements	390 (36.2)	85 (19)	75 (17)	— No	Recommen	ded —	— No	t Recommen	ded —	— Not Recommended —		
SW elements	370 (34.4)	65 (15)	- NR-	— No	Recommen	ded —	— No	t Recommen	ded —	63 (14) 60 (13.5) 56 (19		
SW elements	380 (35.3)	72 (16)	- NR-	— No	Recommen	ded —	— No	t Recommen	ded —	70 (16) 66 (15) 62 (14		
SW elements	400 (37.2)	72 (16)	- NR-	— No	Recommen	ded —	— No	t Recommen	ded —	70 (16)	66 (15)	62 (14)



Gambar 4.1. Dimensi dari DuPont Filmtec SW30XHR – 440 (DuPont, 2020)

1,016

1.125 ID

7.9

201

40.0

SW30XHR-440

Dari design guidlines, didapatkan beberapa data sebagai berikut:

• *Design permeate flow rate* (QP) : 18,3453 gpm • *Max membrane permeate flow rate* (OP) : 6600 gpd • Design flux (f) : 21 gfd Luas penampang *membrane element* (SE) : 440 ft²

Data diatas kemudian digunakan pada perhitungan sebagai berikut:

- $N_E = \frac{Q_P \times Q_P MAX}{f \times S_E}$ $N_E = \frac{18,3453 \times 6600}{21 \times 440}$ $N_E = 13,108$ dibulatkan menjadi 13 membran

Setelah menentukan jumlah membran, langkah selanjutnya adalah menentukan jumlah dudukan (housing / pressure vessel) dari membran yang diperlukan (N_V) dengan cara Membagi jumlah membran yang dibutuhkan (N_E) dengan jumlah membrane per pressure vessel (N_{EpV}) yang dinyatakan dengan rumus berikut ini:

$$N_V = \frac{N_E}{N_{EnV}}....(2)$$

Jumlah membran pada setiap pressure vessel yang direkomendasikan oleh DuPont adalah 6 membran sampai 12 membran yang dirangkai secara seri, tetapi yang umumnya digunakan di pasaran adalah 6, 7, 8, dan 12.

Pressure Vessel dengan kapasitas 6 Membran: $N_V = \frac{N_E}{N_{EpV}} = \frac{13}{6} = 2,1 = 2$

$$N_V = \frac{N_E}{N_{EDV}} = \frac{13}{6} = 2,1 = 2$$

• Pressure Vessel dengan kapasitas 8 Membran: $N_V = \frac{N_E}{N_{EpV}} = \frac{13}{8} = 1,6 = 2$

$$N_V = \frac{N_E}{N_{EnV}} = \frac{13}{8} = 1.6 = 2$$

• Pressure Vessel dengan kapasitas 12 Membran: $N_V = \frac{N_E}{N_{EDV}} = \frac{13}{12} = 1,08 = 1$

$$N_V = \frac{N_E}{N_{EpV}} = \frac{13}{12} = 1,08 = 1$$

Dari 3 pilihan diatas, dipilih pressure vessel dengan kapasitas 6 & 8 membran. Pressure vessel dengan kapasitas 12 membran tidak dipilih karena tidak ada pressure vessel yang berkapasitas 1 membran. Pressure vessel dengan kapasitas 6 & 8 membran kemudian akan divalidasi menggunakan software WAVE untuk mengetahui ada atau tidaknya kegagalan (design error) pada sistem tersebut.

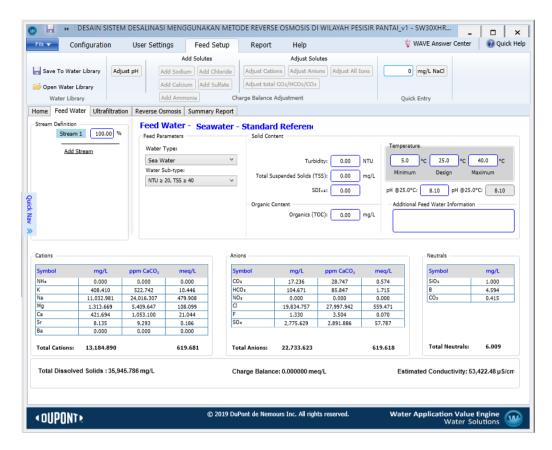
4.2.2. Perhitungan Kebutuhan Membran Dengan Menggunakan WAVE

Langkah pertama yang dilakukan dalam menjalankan metode ini adalah memasukkan metode, tipe dari air yang digunakan, dan target dari *product water* yang akan dihasilkan. Untuk tipe air yang digunakan adalah *sea water*. Metode yang digunakan pada sistem ini adalah ultrafiltrasi (UF) dan *reverse osmosis* (RO) dengan target *product water* sebesar 4,17 m³/jam



Gambar 4.2. Metode, tipe dari air yang digunakan, dan target dari *product water* yang telah dimasukkan ke WAVE.

Setelah memasukkan metode, tipe dari air yang digunakan, dan target dari *product water*, langkah selanjutnya adalah menentukan tipe komponen *reverse osmosis* yang akan digunakan. Data – data yang akan dimasukkan antara lain: tipe membran, jumlah PV, jumlah membran setiap PV, dan *recovery rate*. Data yang dimasukkan berdasarkan hasil dari sub bab 4.3.1.



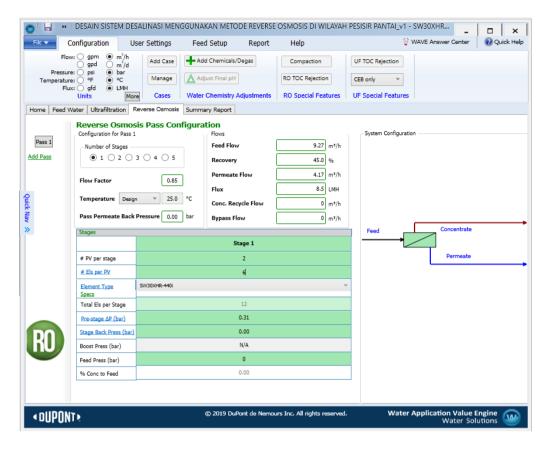
Gambar 4.3. Kandungan *feeedwater* pada air laut yang digunakan pada simulasi ini

Untuk *recovery rate*, tidak ada rumus yang digunakan untuk menentukannya, tetapi, DuPont telah menentukan rentang nilai dari *recovery rate* berdasarkan jumlah membran pada setiap *pressure vessel* yang ditampilkan pada tabel diawah ini:

Tabel 4.3. Rentang nilai dari recovery rate (DuPont, 2020)

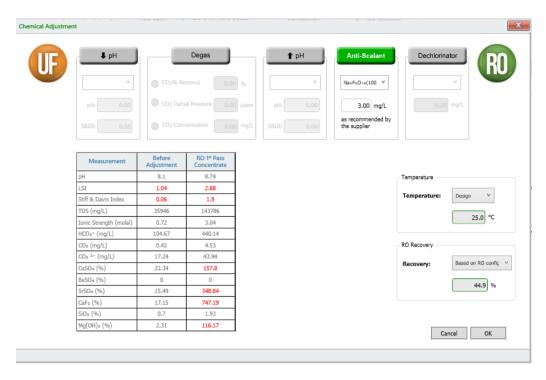
System recovery (%)	Number of elements in series		Number of stages (7-element vessels)	
35 - 40	6	1	1	_
45	7 - 12	2	1	1
50	8 - 12	2	2	1
55 - 60	12 - 14	2	2	_

Pada sistem ini, bila menggunakan *pressure vessel* dengan kapasitas 6 dan 8 membran, maka rentang yang bisa digunakan adalah antara 35% hingga 50%. Nantinya, rentang *recovery rate* yang digunakan akan direncanakan sebesar 45%.



Gambar 4.4. Tampilan tipe membran, jumlah PV, jumlah membran setiap PV, dan recovery rate.

Setelah memasukkan tipe membran, jumlah PV, jumlah membran setiap PV, dan recovery rate, langkah selanjutnya adalah menentukan jumlah anti-scalant yang diperlukan. Anti Scalant, untuk menghambat pembentukan kerak pada membran. Pada simulasi ini, jumlah stages yang dipilih adalah single stages / singgle pass yang artinya air hanya melewati 1 kali membran reverse osmosis. Selain itu, jumlah Els per PV atau jumlah membran pada setiap pressure vessel adalah 6 & 8 yang nantinya akan dibandingkan mana yang terbaik. Selanjutnya untuk element type atau membran yang digunakan adalah DuPont Filmtec SW30XHR — 440. Tetapi dalam simulasi ini juga dibandingkan dengan produk tipe membran DuPont yang lain sebagai perbandingan dan validasi. Perbandingan hanya bisa dilakukan pada produk DuPont karena perangkat lunak ini hanya menampilkan produk — produk dari DuPont dan perangkat lunak ini merupakan produk dari DuPont. Recovery rate di perangkat lunak ini tidak otomatis menghasilkan recovery rate sehingga pengguna memasukkan recvery rate nya secara manual sesuai pada perhitungan manual sebelumnya yaitu di angka 45%.



Gambar 4.5. Tab anti-scalant.

Pada tab tersebut, kadar / dosis dari *anti scalant* telah ditentukan oleh DuPont. Bahan *anti scalant* telah ditentukan dengan bahan Sodium Trimetaphosphat $Na_6P_6O_{18}(100)$ dengan kadar 3 mg/l.

langkah selanjutnya adalah membuka tab *Summary Report*. Pada tab ini, hasil dari simulasi ditampilkan seperti tabel dibawah ini.

• Hasil simulasi dengan 2 PV berkapasitas 6 membran.

Tabel 4.4. *RO flow table* (aliran dari membran RO) untuk 2 PV berkapasitas 6 membran.

						Fe	ed		C	oncentrat	e	Permeate				
St	age	Elements	#PV	#Els per PV	Feed Flow	Recirc Flow	Feed Press	Boost Press	Conc Flow	Conc Press	Press Drop	Perm Flow	Avg Flux	Perm Press	Perm TDS	
				PV	(m³/h)	(m³/h)	(bar)	(bar)	(m³/h)	(bar)	(bar)	(m³/h)	(LMH)	(bar)	(mg/L)	
	1	SW30XHR-440i	2	6	9.27	0.00	51.1	0.0	5.11	50.7	0.4	4.17	8.5	0.0	222.5	

Dari tabel diatas, dapat dilihat bahwa *Total Dissolved Solids* (TDS) memiliki nilai sebesar 222,5 mg/l. Nilai ini sesuai Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 yang kadar maksimalnya sebesar 1000 mg/l. Tetapi, dari simulasi ini ditemukan potensi kegagalan desain (RO *design warnings*) sehingga

tidak bisa digunakan yang berupa laju aliran masuk membran (*Concentrate Flow Rate*) dibawah batas minimalnya seperti tabel berikut.

Tabel 4.5. Potensi kegagalan desain (RO design warnings) untuk 2 PV berkapasitas 6 membran.

Design Warning		Limit	Value	Pass	Stage	Element	Product
Concentrate Flow Rate < Minimum Limit	(m^3/h)	2.95	2.83	1	1	4	SW30XHR-440i
Concentrate Flow Rate < Minimum Limit	(m³/h)	2.95	2.66	1	1	5	SW30XHR-440i
Concentrate Flow Rate < Minimum Limit	(m^3/h)	2.95	2.55	1	1	6	SW30XHR-440i

• Hasil simulasi dengan 2 PV berkapasitas 8 membran.

Tabel 4.6. RO flow table (aliran dari membran RO) untuk 2 PV berkapasitas 8 membran.

						Feed				oncentrat	e	Permeate				
St	age	Elements	#PV	#Els per PV	Feed Flow	Recirc Flow	Feed Press	Boost Press	Conc Flow	Conc Press	Press Drop	Perm Flow	Avg Flux	Perm Press	Perm TDS	
				PV	(m³/h)	(m³/h)	(bar)	(bar)	(m³/h)	(bar)	(bar)	(m³/h)	(LMH)	(bar)	(mg/L)	
	1	SW30XHR-440i	2	8	9.27	0.00	48.7	0.0	5.11	48.1	0.5	4.17	6.4	0.0	295.7	

Dari tabel diatas, dapat dilihat bahwa *Total Dissolved Solids* (TDS) memiliki nilai sebesar 295,7 mg/l. Nilai ini sesuai Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 yang kadar maksimalnya sebesar 1000 mg/l. Tetapi, dari simulasi ini ditemukan potensi kegagalan desain (RO *design warnings*) sehingga tidak bisa digunakan yang berupa laju aliran masuk membran (*Concentrate Flow Rate*) dibawah batas minimalnya seperti tabel berikut.

Tabel 4.7. Potensi kegagalan desain (RO design warnings) untuk 2 PV berkapasitas 8 membran.

Design Warning		Limit	Value	Pass	Stage	Element	Product
Concentrate Flow Rate < Minimum Limit	(m³/h)	2.95	2.79	1	1	5	SW30XHR-440i
Concentrate Flow Rate < Minimum Limit	(m³/h)	2.95	2.68	1	1	6	SW30XHR-440i
Concentrate Flow Rate < Minimum Limit	(m ³ /h)	2.95	2.61	1	1	7	SW30XHR-440i
Concentrate Flow Rate < Minimum Limit	(m³/h)	2.95	2.55	1	1	8	SW30XHR-440i

Dari 2 simulasi diatas, dapat disimpulkan 2 konfigurasi tersebut terdapat adanya potensi kegagalan desain (RO *design warnings*) sehingga 2 konfigurasi tersebut tidak dapat digunakan. Solusinya adalah dengan cara menurunkan jumlah PV dari 2 buah menjadi 1 buah dengan *recovery rate* tetap di angka 45 %. Berikut adalah hasil dari simulasi yang telah dilakukan.

• Hasil simulasi dengan 1 PV berkapasitas 6 membran.

Tabel 4.8. RO flow table (aliran dari membran RO) untuk 1 PV berkapasitas 6 membran.

					Feed				oncentrat	e	Permeate				
Stage	Elements	#PV	#Els per PV	Feed Flow	Recirc Flow	Feed Press	Boost Press	Conc Flow	Conc Press	Press Drop	Perm Flow	Avg Flux	Perm Press	Perm TDS	
			PV	(m³/h)	(m³/h)	(bar)	(bar)	(m³/h)	(bar)	(bar)	(m³/h)	(LMH)	(bar)	(mg/L)	
1	SW30XHR-440	1	6	9.27	0.00	62.8	0.0	5.11	61.6	1.2	4.17	17.0	0.0	111.8	

Dari tabel diatas, dapat dilihat bahwa *Total Dissolved Solids* (TDS) memiliki nilai sebesar 111,8 mg/l. Nilai ini sesuai Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 yang kadar maksimalnya sebesar 1000 mg/l. Dari simulasi ini pula, tidak ditemukan potensi kegagalan desain (RO *design warnings*) sehingga bisa digunakan.

RO Design Warnings

None

Gambar 4.6. Potensi kegagalan desain (RO design warnings) untuk 1 PV berkapasitas 6 membran.

• Hasil simulasi dengan 1 PV berkapasitas 8 membran.

Tabel 4. 9. RO flow table (aliran dari membran RO) untuk 1 PV berkapasitas 8 membran.

					Fe	ed		С	oncentrat	e	Permeate				
Stage	Elements	#PV	#Els per PV	Feed Flow	Recirc Flow	Feed Press	Boost Press	Conc Flow	Conc Press	Press Drop	Perm Flow	Avg Flux	Perm Press	Perm TDS	
			PV	(m ³ /h)	(m³/h)	(bar)	(bar)	(m³/h)	(bar)	(bar)	(m³/h)	(LMH)	(bar)	(mg/L)	
1	SW30XHR-440	1	8	9.27	0.00	56.8	0.0	5.11	55.3	1.5	4.17	12.8	0.0	146.9	

Dari tabel diatas, dapat dilihat bahwa *Total Dissolved Solids* (TDS) memiliki nilai sebesar 146,9 mg/l. Nilai ini sesuai Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 yang kadar maksimalnya sebesar 1000 mg/l. Dari simulasi ini pula, tidak ditemukan potensi kegagalan desain (RO *design warnings*) sehingga bisa digunakan.

RO Design Warnings

None

Gambar 4.7. Potensi kegagalan desain (RO design warnings) untuk 1 PV berkapasitas 8 membran.

Dari 2 simulasi diatas, dapat disimpulkan 2 konfigurasi sudah tidak ada potensi kegagalan desain (RO *design warnings*) sehingga 2 konfigurasi dapat digunakan. Dari 2 konfigurasi diatas, nantinya PV dengan kapasitas 6 membran yang akan dipilih. Konfigurasi ini dipilih karena memiliki dimensi yang lebih kecil (240 inch / 6,096 m) dibandingkan PV dengan kapasitas 8 membran (320 inch / 8,128 m) sehingga ruangan yang dibutuhkan lebih sedikit. Selain simulasi pada DuPont Filmtec SW30XHR-440, dilakukan pula simulasi pada tipe membran yang lain dengan PV berkapasitas 6 membran dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 4. 10. Hasil simulasi pada tipe membran selain DuPont Filmtec SW30XHR-440

					Fe	ed		c	oncentrat	e	Permeate				
Stage	Elements	#PV	#Els per PV	Feed Flow	Recirc Flow	Feed Press	Boost Press	Conc Flow	Conc Press	Press Drop	Perm Flow	Avg Flux	Perm Press	Perm TDS	
			PV	(m³/h)	(m³/h)	(bar)	(bar)	(m³/h)	(bar)	(bar)	(m³/h)	(LMH)	(bar)	(mg/L)	
1	SEAMAXX-440	1	6	9.27	0.00	50.2	0.0	5.11	49.2	1.1	4.17	17.0	0.0	394.3	
					Fe	ed		С	oncentrat	e		Perm	eate		
Stage	Elements	#PV	#Els per PV	Feed Flow	Recirc Flow	Feed Press	Boost Press	Conc Flow	Conc Press	Press Drop	Perm Flow	Avg Flux	Perm Press	Perm TDS	
			PV	(m³/h)	(m³/h)	(bar)	(bar)	(m³/h)	(bar)	(bar)	(m³/h)	(LMH)	(bar)	(mg/L)	
1	SW30XLE-400	1	6	9.27	0.00	57.1	0.0	5.11	55.9	1.2	4.17	18.7	0.0	167.7	
					Fe	ed		С	oncentrat	:e		Perm	eate		
Stage	Elements	#PV	#Els per PV	Feed Flow	Recirc Flow	Feed Press	Boost Press	Conc Flow	Conc Press	Press Drop	Perm Flow	Avg Flux	Perm Press	Perm TDS	
			PV	(m³/h)	(m³/h)	(bar)	(bar)	(m³/h)	(bar)	(bar)	(m³/h)	(LMH)	(bar)	(mg/L)	
1	SW30XLE-440	1	6	9.27	0.00	55.5	0.0	5.11	54.4	1.1	4.17	17.0	0.0	184.0	
					Fe	ed		C	oncentrat	e		Perm	eate	e	
Stage	Elements	#PV	#Els per PV	Feed Flow	Recirc Flow	Feed Press	Boost Press	Conc Flow	Conc Press	Press Drop	Perm Flow	Avg Flux	Perm Press	Perm TDS	
			PV	(m³/h)	(m³/h)	(bar)	(bar)	(m³/h)	(bar)	(bar)	(m³/h)	(LMH)	(bar)	(mg/L)	
1	SW30ULE-400 (obsolete 9/2019)	1	6	9.27	0.00	54.2	0.0	5.11	53.0	1.2	4.17	18.7	0.0	302.1	
					Fe	ed		C	oncentrat	e		Perm	eate		
Stage	Elements	#PV	#Els per PV	Feed Flow	Recirc Flow	Feed Press	Boost Press	Conc Flow	Conc Press	Press Drop	Perm Flow	Avg Flux	Perm Press	Perm TDS	
			PV	(m ³ /h)	(m ³ /h)	(bar)	(bar)	(m ³ /h)	(bar)	(bar)	(m³/h)	(LMH)	(bar)	(mg/L)	
1	SW30ULE-440 (obsolete 9/2019)	1	6	9.27	0.00	53.0	0.0	5.11	51.9	1.1	4.17	17.0	0.0	331.1	
					Fe	ed		C	oncentrat	e		Perm	eate		
Stage	Elements	#PV	#Els per PV	Feed Flow	Recirc Flow	Feed Press	Boost Press	Conc Flow	Conc Press	Press Drop	Perm Flow	Avg Flux	Perm Press	Perm TDS	
			PV	(m ³ /h)	(m ³ /h)	(bar)	(bar)	(m ³ /h)	(bar)	(bar)	(m³/h)	(LMH)	(bar)	(mg/L)	
1	SW30HRLE-370/34	1	6	9.27	0.00	63.1	0.0	5.11	62.3	0.8	4.17	20.2	0.0	125.7	

				Feed Concentrate			Perm	eate						
Stage	Elements	#PV	#Els per PV	Feed Flow	Recirc Flow	Feed Press	Boost Press	Conc Flow	Conc Press	Press Drop	Perm Flow	Avg Flux	Perm Press	Perm TDS
			PV	(m³/h)	(m³/h)	(bar)	(bar)	(m ³ /h)	(bar)	(bar)	(m³/h)	(LMH)	(bar)	(mg/L)
1	SW30HRLE-400	1	6	9.27	0.00	60.3	0.0	5.11	59.0	1.3	4.17	18.7	0.0	140.6
				Feed		Concentrate		Permeate						
Stage	Elements	#PV	#Els per PV	Feed Flow	Recirc Flow	Feed Press	Boost Press	Conc Flow	Conc Press	Press Drop	Perm Flow	Avg Flux	Perm Press	Perm TDS
			PV	(m ³ /h)	(m ³ /h)	(bar)	(bar)	(m ³ /h)	(bar)	(bar)	(m ³ /h)	(LMH)	(bar)	(mg/L)
1	SW30HRLE-440	1	6	9.27	0.00	58.8	0.0	5.11	57.7	1.1	4.17	17.0	0.0	149.7
					Fe	ed		c	oncentrat	e	Permeate			
Stage	Elements	#PV	#Els per PV	Feed Flow	Recirc Flow	Feed Press	Boost Press	Conc Flow	Conc Press	Press Drop	Perm Flow	Avg Flux	Perm Press	Perm TDS
			PV	(m³/d)	(m³/d)	(bar)	(bar)	(m ³ /d)	(bar)	(bar)	(m³/d)	(LMH)	(bar)	(mg/L)
1	SW30XHR-400	1	6	222.2	0.00	65.3	0.0	122.5	64.1	1.3	100.0	18.7	0.0	102.1
					Fe	ed		C	oncentrat	e		Perm	eate	
Stage	Elements	#PV	#Els per PV	Feed Flow	Recirc	Feed Press	Boost Press	Conc	Conc Press	Press Drop	Perm Flow	Avg Flux	Perm Press	Perm TDS
1	SW30XHR-440	1	6	(m³/d) 222.2	(m³/d) 0.00	(bar) 62.8	(bar) 0.0	(m³/d) 122.5	(bar) 61.6	(bar) 1.1	(m³/d) 100.0	(LMH) 17.0	(bar) 0.0	(mg/L)
	3W3UXHR-44U	-	_ °	222.2			0.0				100.0			111.9
	_				Fe		_		oncentrat	_	_	Perm		_
Stage	Elements	#PV	#Els per PV	Feed Flow	Recirc Flow	Feed Press	Boost Press	Conc Flow	Conc Press	Press Drop	Perm Flow	Avg Flux	Perm Press	Perm TDS
			PV	(m³/d)	(m³/d)	(bar)	(bar)	(m ³ /d)	(bar)	(bar)	(m³/d)	(LMH)	(bar)	(mg/L)
1	SW30HR-380	1	6	222.2	0.00	62.1	0.0	122.5	60.7	1.4	100.0	19.7	0.0	182.6

Dari hasil simulasi yang telah dilakukan pada tabel diatas, dapat dilihat bahwa membran DuPont Filmtec SW30XHR-440 tetap memiliki *Total Dissolved Solids* (TDS) yang terendah dibandingkan yang lain walaupun semua membran memiliki TDS dibawah standar Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 yang kadar maksimalnya sebesar 1000 mg/l sehingga penulis tetap memilih membran DuPont Filmtec SW30XHR-440. Adapun hasil simulasi yang lebih detail disajikan dalam tabel dibawah ini

Tabel 4. 11. Hasil detail simulasi PV dengan kapasitas 6 membran pada tipe DuPont Filmtec SW30XHR-440

Pass		Pass 1
Stream Name		Seawater - Standard Reference
Water Type		Seawater With DuPont UF, SDI = 2.5
Number of Elements		6
Total Active Area	(m²)	245
Feed Flow per Pass	(m ⁵ /h)	9.27
Feed TDS*	(mg/L)	36,046
Feed Pressure	(bar)	63.1
Flow Factor		0.85
Permeate Flow per Pass	(m³/h)	4.17
Pass Average flux	(LMH)	17.0
Permeate TDS*	(mg/L)	111.8
Pass Recovery		45.0 %
Average NDP	(bar)	25.6
Specific Energy	(kWh/m³)	4.89
Temperature	(°C)	25.0
pH		8.1
Chemical Dose		
RO System Recovery		44.9 %
Net RO System Recovery		44.9%

Dari tabel diatas, nilai pH berada di angka 8,1. Nilai ini sesuai Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 yang nilainya berada di rentang angka 6,5 hingga 8,5.

4.2.3. Pemilihan Pressure Vessel untuk Membran Reverse Osmosis

Langkah selanjutnya adalah melakukan pemilihan spesifikasi dari *pressure vessel* (PV) yang akan digunakan. Adapun PV yang akan digunakan adalah sebagai berikut:

• Merk : PROTEC

Tipe : PRO-8-1000-SP-6
 Panjang : 240 inch / 6,096 m
 Diameter : 8 inch / 203,2 mm

Concentrate / Inlet : 1 ½ inch
Permeate outlet : 1 inch



4.2.4. Pemilihan Pompa Reverse Osmosis

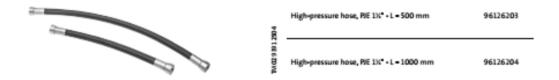
Dari perhitungan diatas, dapat disimpulkan untuk kebutuhan pompa dengan berkapasitas 9,27 m³/h dan tekanan sebesar 62,8 bar sehingga dipilih pompa dengan spesifikasi sebagai berikut:

Merk Pompa : GRUNDFOS Tipe Pompa : BMPE 10.2 R **RPM** : 1500 rpm Pump Head : 816 m Pump Capacity $: 10.2 \text{ m}^3/\text{h}$ Power : 30 kW Tegangan / Freq : 380 / 50 Hz Inlet & Outlet · 1 ½ inch



4.2.5. Pemilihan Pipa Reverse Osmosis

Dari perhitungan diatas, tipe pipa yang dipilih menyesuaikan tekanan dan diameter dari *inlet & outlet* dari pompa dan membran dengan spesifikasi sebagai berikut :



Gambar 4.8. Spesifikasi pipa pompa RO yang digunakan.

Tipe pipa untuk pompa RO yang digunakan adalah *high-pressure hose* dengan diameter 1,5 inch. Pipa ini merupakan aksesoris bawaan dari pompa RO. Untuk pipa *reject water* menggunakan pipa dengan spesifikasi seperti dibawah ini:

• Stainless Steel Pipes for Ordinary Piping by JIS Japan Sizes G3459

• Nominal Diameter : 40 mm or 1 ½ inch

Outside Diameter : 48,6 mm
 Inside Diameter (dm) : 38,4 mm
 Ketebalan : 5,1 mm

• Class : SCH-80 (Max. 12 MPa)

Sedangkan spesifikasi pipa yang akan digunakan pada pipa *permeate water* adalah sebagai berikut:

Pipa HDPE Standar SNI 06 – 4829 – 2005

• Nominal Diameter : 1 inch

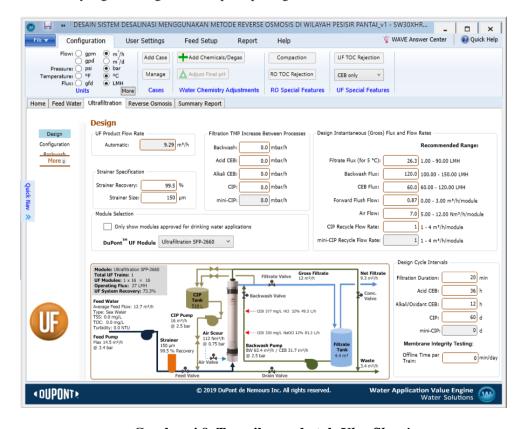
Outside Diameter : 32 mm
 Inside Diameter (dm) : 26 mm
 Tebal pipa : 3 mm

• *Class* : S-5 (Max 16 bar)

4.3. Perhitungan Kebutuhan Membran Ultrafiltrasi

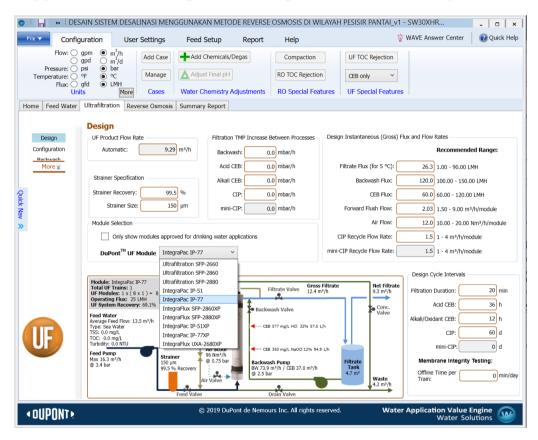
Pada subbab 4.3, hasil keluaran dari membran *reverse osmosis* adalah 4,16 m³/jam dengan *recovery rate* sebesar 45%. Dari data tersebut, didapatkan aliran masukan untuk membran *reverse osmosis* adalah 9,27 m³/jam. Pada sistem ini, posisi dari membran ultrafiltrasi adalah sebelum membran *reverse osmosis* sehingga aliran keluaran dari membran ultrafiltrasi ini diperlukan sebesar 9,27 m³/jam. Perhitungan dari membran ini menggunakan bantuan perangkat lunak WAVE seperti yang digunakan pada membran *reverse osmosis*.

Pada perhitungan kebutuhan membran ultrafiltrasi, parameter yang kita masukkan adalah tipe membran ultrafiltrasi, jumlah membran ultrafiltrasi, dan konfigurasi dari membran ultrafiltrasi yang digunakan. Langkah pertama yang dilakukan adalah menentukan tipe membran yang akan digunakan seperti pada gambar dibawah ini.



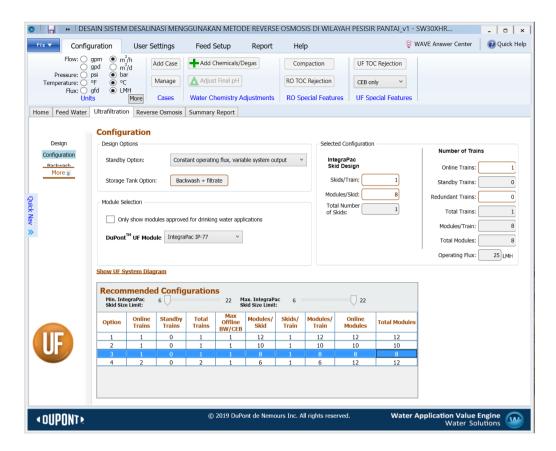
Gambar 4.9. Tampilan pada tab *Ultrafiltration*

Pada sistem ini, membran ultrafiltrasi yang direncanakan akan menggunakan DuPont UF Module IntegraPac. Tipe ini digunakan karena membran tersebut sudah satu paket dengan *flange* dan aksesoris yang lain. Setelah menentukan tipe yang digunakan, langkah selanjutnya adalah menentukan jumlah membran dan konfigurasinya yang ditampilkan pada gambar dibawah ini. menggunakan DuPont UF Module IntegraPac memilki 2 tipe, yaitu DuPont UF Module IntegraPac IP-51 dan DuPont UF Module IntegraPac IP-77. Pada tugas akhir ini nantinya akan dilakukan perhitungan simulasi menggunakan 2 tipe ini dan dibandingkan mana yang terbaik yang akan digunakan pada sistem ini. Simulasi yang pertama akan dilakukan pada membran tipe DuPont UF Module IntegraPac IP-77.



Gambar 4.10. Pemilihan tipe membran ultrafiltrasi pada tipe membran DuPont UF Module IntegraPac IP-77.

Setelah memilih DuPont UF Module IntegraPac IP-77 pada bagian *Design*, langkah selanjutnya adalah menentukan jumlah membran dan konfigurasinya di bagian *Configuration*. Saat menentukan jumlah jumlah membran dan konfigurasinya, perangkat lunak WAVE akan menampilkan rekomendasi untuk jumlah membran pada setiap *train*. Saat penentuan jumlah jumlah membran dan konfigurasi pada DuPont UF Module IntegraPac IP-77, perangkat lunak WAVE merekomendasikan beberapa pilihan untuk 1 *train* berisi 8, 10, dan 12 membran seperti gambar dibawah ini.



Gambar 4.11. Pemilihan konfigurasi membran ultrafiltrasi

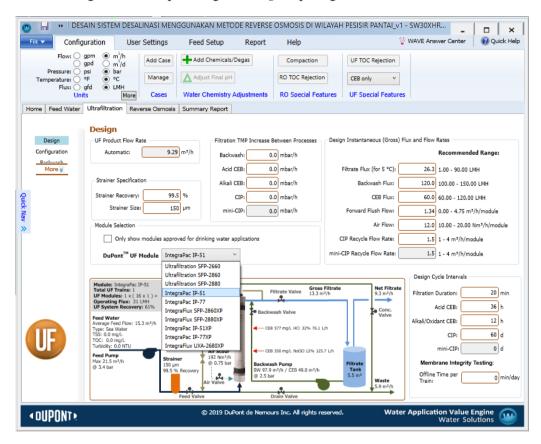
Dari beberapa rekomendasi pemilihan jumlah membran dan konfigurasinya seperti gambar diatas, dipilih jumlah membran yang kecil, yaitu 8 membran. Setelah menentukan tipe, jumlah membran, dan konfigurasinya, hasil detail dari pemilihannya sudah dapat dilihat yang ditampilkan pada tabel berikut.

Tabel 4.12. Hasil dari perhitungan membran ultrafiltrasi IP-77

UF System Overview						
Module Type		IntegraPac	IP-77			
# Trains		Online =	1	Standby =	0	
				Redundant =	0	
# Modules		Per Train =	8	Total =	8	
System Flow Rate	(m³/h)	Gross Feed =	13.5	Net Product =	9.3	
Train Flow Rate	(m ⁵ /h)	Gross Feed =	13.5	Net Product =	9.3	
UF System Recovery	(%)	69.08				
TMP (bar)		0.30 @ 5.	0 °C	0.18 @ 25.0 °C		

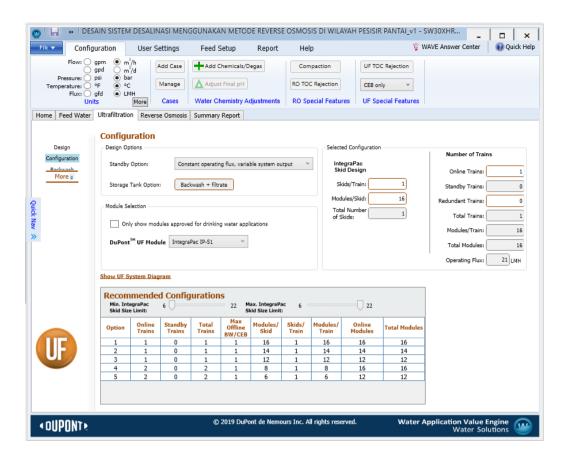
Dari perhitungan diatas, didapatkan data bahwa *recovery rate* dari membran ultrafiltrasi sebesar 69,08%. Dari angka tersebut apabila aliran air yang keluar dari membran ultrafiltrasi sebesar 9,3 m³/jam, maka aliran masukan yang diperlukan adalah sebesar 16,3 m³/jam.

Selain melakukan simulasi pada DuPont UF Module IntegraPac IP-77, dilakukan pula simulasi pada DuPont UF Module IntegraPac IP-51 sebagai perbandingan. Seperti pada simulasi sebelumnya, langkah pertama yang dilakukan adalah memilih DuPont UF Module IntegraPac IP-77 pada bagian *Design* seperti gambar dibawah ini.



Gambar 4.12. Pemilihan tipe membran ultrafiltrasi pada tipe membran DuPont UF Module IntegraPac IP-51.

Setelah memilih DuPont UF Module IntegraPac IP-51, langkah selanjutnya adalah menentukan jumlah membran dan konfigurasinya di bagian *Configuration*. Saat menentukan jumlah jumlah membran dan konfigurasinya, perangkat lunak WAVE akan menampilkan rekomendasi untuk jumlah membran pada setiap *train*. Saat penentuan jumlah jumlah membran dan konfigurasi pada DuPont UF Module IntegraPac IP-51, perangkat lunak WAVE merekomendasikan beberapa pilihan untuk 1 *train* berisi 12, 14, dan 16 membran seperti gambar dibawah ini.



Gambar 4.13. Pemilihan konfigurasi membran ultrafiltrasi

Dari beberapa rekomendasi pemilihan jumlah membran dan konfigurasinya seperti gambar diatas, dipilih jumlah membran yang kecil, yaitu 12 membran. Setelah menentukan tipe, jumlah membran, dan konfigurasinya, hasil detail dari pemilihannya sudah dapat dilihat yang ditampilkan pada tabel berikut.

Tabel 4.13. Hasil dari perhitungan membran ultrafiltrasi IP-51

UF System Overview							
Module Type		IntegraPa	ac IP-51				
# Trains		Online =	1	Standby =	0		
				Redundant =	0		
# Modules		Per Train =	12	Total =	12		
System Flow Rate	(m³/h)	Gross Feed =	13.8	Net Product =	9.3		
Train Flow Rate	(m³/h)	Gross Feed =	13.8	Net Product =	9.3		
UF System Recovery	(%)	67.	65				
TMP (bar)		0.24 @	5.0 °C	0.14 @ 25.0 ℃	0.14 @ 25.0 °C		

Dari perhitungan diatas, didapatkan data bahwa *recovery rate* dari membran ultrafiltrasi sebesar 67,6 %. Dari angka tersebut apabila aliran air yang keluar dari membran ultrafiltrasi sebesar 9,3 m³/jam, maka aliran masukan yang diperlukan adalah sebesar 16,2 m³/jam.

Dari 2 simulasi diatas, DuPont UF Module IntegraPac IP-77 memerlukan jumlah membran yang lebih sedikit yaitu 8 membran dibandingkan dengan DuPont UF Module IntegraPac IP-51 yaitu 12 membran sehingga dimensi dari DuPont UF Module IntegraPac IP-77 lebih kecil dari DuPont UF Module IntegraPac IP-51 sehingga DuPont UF Module IntegraPac IP-77 dipilih untuk digunakan pada tugas akhir ini.

4.3.1. Pemilihan Pompa Ultrafiltrasi

Dari perhitungan diatas, dapat disimpulkan untuk kebutuhan pompa dengan berkapasitas 16,3 m³/h dan tekanan sebesar 3,4 bar sehingga dipilih pompa dengan spesifikasi sebagai berikut:

Merk Pompa : GRUNDFOS Tipe Pompa : CRT 16-6 A **RPM** : 2900 rpm Pump Head : 6,481 bar Pump Capacity $: 16.3 \text{ m}^3/\text{h}$: 5 kW Power Tegangan / Freq : 380 / 50 Hz Inlet & Outlet : 2 inch



4.3.2. Pemilihan Pipa Ultrafiltrasi

Dari perhitungan diatas, tipe pipa inlet yang dipilih adalah sebagai berikut:

• Pipa HDPE Standar SNI 06 – 4829 – 2005

• Nominal Diameter : 2 inch

Outside Diameter : 63 mm
 Inside Diameter (dm) : 57 mm
 Tebal pipa : 3,0 mm

• Class : S-10 (Max 8 bar)

Selain pipa *inlet*, pipa outlet juga diperlukan sebagai pipa aliran *reject water* yang menyesuaikan dengan diameter *flange* dari *outlet* membran dengan spesifikasi sebagai berikut:

• Pipa HDPE Standar SNI 06 – 4829 – 2005

Nominal Diameter : 4 inch
 Outside Diameter : 110 mm
 Inside Diameter (dm) : 99,4 mm

Tebal pipa : 5.3 mm

Class : S-10 (Max 8 bar)

4.4. Perhitungan Feedwater Pump & Tanki Penyimpanan Sementara

Feedwater pump digunakan untuk memompa air laut dari pantai menuju tangki sementara yang selanjutnya akan dipompa menuju membran ultrafiltrasi. Kebutuhannya nanti disesuaikan dengan kebutuhan pompa ultrafiltrasi.

4.4.1. Perhitungan *Head* Pompa

Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\mathbf{H} = \mathbf{H}\mathbf{s} + \mathbf{H}\mathbf{p} + \mathbf{H}\mathbf{v} + \mathbf{H}\mathbf{f} + \mathbf{H}\mathbf{m} \dots (3)$$

Hs = Head statis

= 7 m (tinggi dari suction ke discharge)

Hр = Head pressure

= 0 (tinggi di *suction & discharge* sama)

Hv = *Head velocity*

= 0 (diameter pipa sama)

Major Losses (Hf):

- Kinematic Viscosity (v) = $0.897 \text{ mm}^2/\text{s}$ (air laut dengan salinitas 35 ppm pada 27° C)
- Pipe Roughness (e) = 0.0015 mm (pipa HDPE)
- Reynold Number

•
$$Re = \frac{D \times V}{u}$$

• $Re = \frac{55,4 \times 2}{0.00150}$

•
$$Re = \frac{55,4\times2}{0.00150}$$

• *Re* = 73866,6 (Turbulent)

$$f = \frac{1,325}{\left[\ln\left(\frac{e}{3,7D} + \frac{5,74}{Re^{0.9}}\right)\right]^2} = \frac{1,325}{\left[\ln\left(\frac{0,0015}{3,7(55,4)} + \frac{5,74}{7386,6^{0.9}}\right)\right]^2} = 0.0337538404648$$

(sumber: LMNO Engineering, Research, and Software, Ltd.)

- L = panjang pipa = 11 m
- v = 2 m/s
- D = dm = direncanakan 55,4 mm (ukuran umum pada pompa di pasaran)
- Sehingga, nilai Hf adalah:

•
$$hf = f \times \frac{L \times v^2}{D \times 2g}$$

•
$$hf = 0.03375 \times \frac{11 \times 2^2}{0.0554 \times 2g}$$

•
$$hf = 1,367 \text{ m}$$

Minor Losses (Hm):

_								
	No	Accesories	n	k	n x k			

1	Ball valve	2	0,6	2,25
2	Elbow 90°	14	0.75	10,50
			Σnxk	12,75

•
$$Hm = (\Sigma n \times k) \times \frac{v^2}{2g} = 12,75 \times \frac{2^2}{2 \times 9.81} = 2,6 \text{ m}$$

• Head Total

 \circ Total Head = Hs + Hp + Hv + Hf + Hm

 $0 = 7 + 0 + 0 + 1{,}367 + 2{,}6$

 \circ = 10,967 m

4.4.2. Pemilihan Pompa

Dari perhitungan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan untuk kebutuhan pompa dengan berkapasitas 16,3 m³/h dan head sebesar 10,9 m sehingga dipilih pompa dengan spesifikasi sebagai berikut:

• Merk Pompa : MCKARLEN

Tipe Pompa : SPA10
 RPM : 2850 rpm
 Pump Head : 16 m

• Pump Capacity : 360 LPM atau 21,6 m³/h

Power : 750 W
 Tegangan / Freq : 220 / 50 Hz
 Inlet & Outlet : 2 inch



4.4.3. Pemilihan Pipa Feedwater

Dari perhitungan diatas, tipe pipa yang dipilih adalah sebagai berikut :

• Pipa HDPE Standar SNI 06 – 4829 – 2005

Nominal Diameter
 Outside Diameter
 Inside Diameter (dm)
 Tebal pipa
 3,0 mm

• *Class* : S-10 (Max 8 bar)

4.4.4. Perhitungan Tangki Penyimpanan Air Laut & Air Tawar

Volume yang direncanakan dalam sistem ini adalah 25 m³. Adapun tempat penyimpanan yang digunakan adalah tanki plastik dengan spesifikasi sebagai berikut:

Merk Tanki : PROFIL TANKTipe Tanki : TDA 25000 1

Volume : 25 m³
 Diameter tutup : 520 mm
 Diameter tangki : 2900 mm
 Tinggi : 4160 mm
 Tebal : 19 mm



4.5. Komponen Sistem Yang Digunakan

Dari perhitungan yang telah dilakukan pada sub bab sebelumnya, didapatkan komponen beserta kodenya yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4. 14. Komponen yang digunakan

Komponen	Jumlah	Spesifikasi
Pompa air baku (FWP – 01)	2	MC KARLEN SPA 10; 21,6 m ³ /jam; 16 m
Tangki penyimpanan air (FT – 01 & PT – 01)	2	PROFIL TANK TDA 25000 1; 2,9 m × 4,1 m
Pompa ultrafiltrasi (UFP – 01)	1	GRUNDFOS CRT 16-6A; 16,3 m ³ /jam; 6,481 bar
Membran ultrafiltrasi (UFM – 01 – 08)	1 unit (8 membran)	DuPont IntegraPac IP-77; 9,3 m³/jam
Pompa high pressure untuk membran RO (ROP – 01)	1	GRUNDFOS BMPE 10,2 R; 10,2 m³/jam; 816 m
Membran reverse osmosis (ROM – 01 – 06)	8	DuPont Filmtec SW30XHR-440; 4,17 m³/jam

4.6. Perbandingan Dengan Sistem Yang Lain

Kapasitas yang dihasilkan dalam tugas akhir ini tergolong dalam kapasitas kecil. Teknologi pengolahan yang digunakan (UF – RO) untuk tugas akhir ini dan skala kecil tergolong masih teknologi baru dan skala besar juga masih baru yang diawali dari tahun 2012 di Tangshan, Republik Rakyat Tiongkok (Lau *et al.*, 2014). Oleh karena itu, diperlukan perbandingan mengenai energi listrik yang digunakan dan metode pengolahan yang digunakan. 2 hal tersebut merupakan pertimbangan dasar dan utama dalam memilih sistem yang digunakan. Tabel dibawah ini merupakan perbandingan mengenai sistem yang digunakan dengan kebutuhan energi listrik yang diperlukan pada kapasitas yang sama pada tugas akhir ini (100 m³/hari).

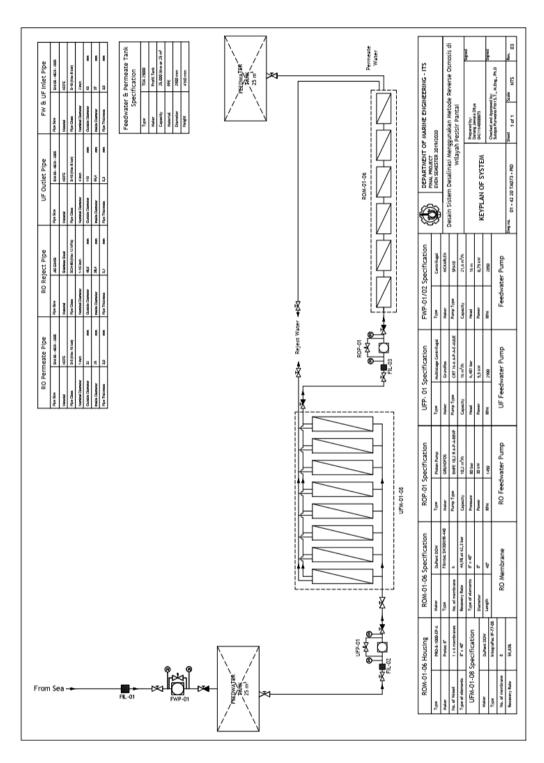
Tabel 4.15. Kebutuhan energi listrik dan metode yang digunakan pada produk yang ada di pasaran

No.	Tipe Produk	Metode yang Digunakan	Kebutuhan energi (kW)	Jumlah Pompa	
1	SHENZEN YOUBER YB- SWRO-100TPD	Sand filter – RO	35	2 pompa (Raw & HP Pump)	
2	H&M MESIN SWRO 100 m ³ /day	Activated Carbon – Activated Zeolit – RO	21	2 pompa (Raw & HP Pump)	
3	HITACHI 100T- TB	Multimedia Filter – RO	22	2 pompa (HP Pump & CIP)	
4	BIOSYSTEM SWRO-100	Multimedia Filter – RO	25	3 pompa (Raw, CIP & HP Pump)	
5	KYSEARO SWRO KYCT40-120	Multimedia Filter – RO	21	2 pompa (HP Pump & CIP)	

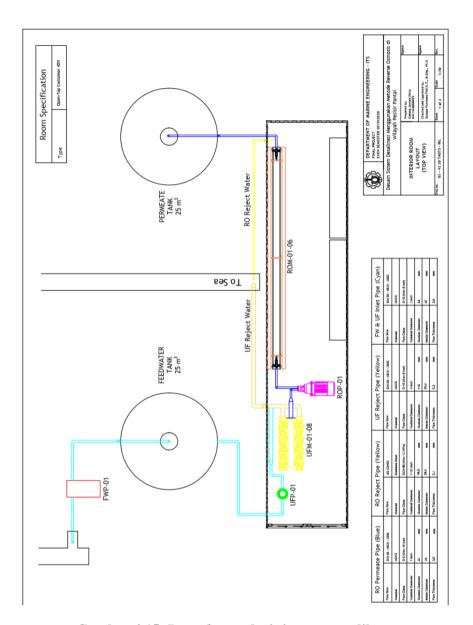
Pada tugas akhir ini, kebutuhan energi listrik yang diperlukan adalah 37 kW. Bila melihat tabel diatas, energi yang dibutuhkan untuk mengoperasikan sistem ini terbilang tinggi. Hal ini dikarenakan terdapat 3 pompa yang digunakan pada sistem ini. Pompa tersebut antara lain *feedwater* pump yang memerlukan 750 watt, pompa ultrafiltrasi yang memerlukan 5 kW, dan pompa *high pressure* yang memerlukan 30 kW. Walaupun memerlukan energi yang tinggi, sistem ini tidak memerlukan penggantian terhadap media yang digunakan sebagai filter (*Multimedia filter | sand filter | activated carbon | activated zeolit*) sehingga sangat cocok diterapkan pada daerah terpencil, terdepan, dan tertinggal yang sangat memerlukan teknologi yang sebisa mungkin minim perawatan. Hal ini diperlukan agar sistem ini bisa digunakan dalam jangka waktu yang lama.

4.7. Penggambaran Sistem

Setelah melakukan perhitungan kebutuhan sistem, langkah selanjutnya adalah melakukan penggambaran sistem. Pada tugas akhir ini, gambar yang dibuat antara lain *keyplan* / P&ID, *room layout*, dan 3 dimensi. Untuk P&ID dan *room layout*, perangkat lunak yang digunakan adalah AutoCAD sedangkan untuk 3 dimensi, perangkat lunak yang digunakan adalah Sketchup. Berikut adalah gambar *keyplan* dan *room layout* dari sistem yang dibuat:



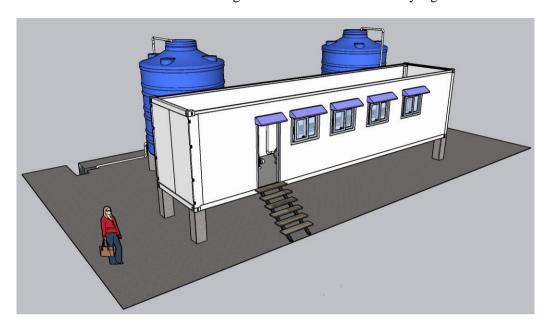
Gambar 4. 14. Keyplan dari sistem (Dokumentasi Pribadi)



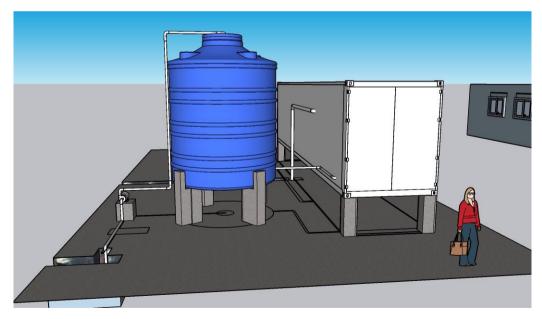
Gambar 4.15. Room layout dari sistem yang dibuat

Sistem ini direncanakan akan diletakkan pada kontainer berukuran 40 feet sehingga lahan yang digunakan bisa diminimalkan. Hal ini nantinya berpengaruh terhadap ukuran lahan yang diperlukan. Ukuran lahan yang diperlukan adalah 19 m \times 11 m. Sistem ini nantinya diletakkan di komplek pantai. *Intake* dari sistem ini pada dasarnya menggunakan model drainase / got dengan kedalaman 1 meter sehingga jarak *plant* dan bibir pantai bisa diatur sedemikian rupa agar lokasi *plant* bisa jauh dari bibir pantai. *Plant* ini direncanakan memiki ketinggian 1 meter diatas tanah agar tidak terendam air pada saat tertentu dengan penyangga beton / di cor. Hal ini dikarenakan wilayah pantai sering terjadi banjir rob

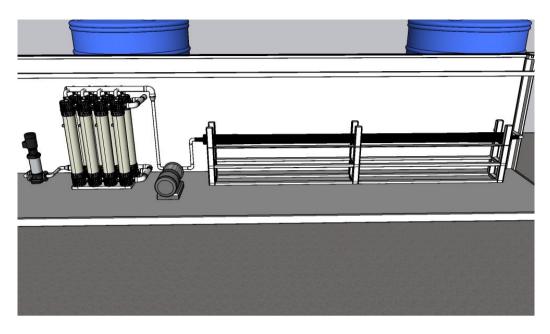
maupun air pasang. Karena kebutuhan lahan yang kecil, sistem ini bisa digunakan di lahan pantai yang datar / landai maupun terjal tetapi disarankan untuk di lahan yang datar agar aman dari tanah longsor dan bisa diperluas apabila kapasitas produksinya akan ditambah. Berikut adalah visualisasi gambar 3 dimensi dari sistem yang dibuat:



Gambar 4.16. Gambar 3 dimesi sisi depan dari sistem yang dibuat.



Gambar 4.17. Gambar 3 dimesi sisi samping dari sistem yang dibuat.



Gambar 4.18. Gambar 3 dimesi bagian dalam dari sistem yang dibuat.

"Halaman ini Sengaja Dikosongkan"

BAB V KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan

Dari perhitungan dan desain yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- 1. Sistem ini didesain untuk kapasitas 1000 m³/hari dengan menggunakan membran ultrafiltrasi untukmenyaring koloid, virus, mikroorganisme, dan bakteri. Setelah disaring di membran ultrafiltrasi, dan dilanjutkan membran *reverse osmosis* untuk memisahkan garam dari air laut.
- 2. Komponen sistem yang digunakan antara lain: pompa & tangki penyimpanan air laut sementara, pompa & membran ultrafiltrasi, pompa & membran *reverse osmosis*, dan tangki penyimpanan air bersih dengan kinerja sebagai berikut:
 - a. Membran *reverse osmosis* yang digunakan adalah DuPont Filmtec SW30XHR 440. Adapun air bersih yang dihasilkan adalah 4,17 m³/jam denga *recovery rate* sebesar 45% sehingga *feedwater flow* yang diperlukan adalah 9,27 m³/jam dengan tekanan 62,8 bar. Pompa *reverse osmosis* yang digunakan adalah Grundfos BMPE 10,2 R dengan kapasitas 10,2 m³/jam dengan tekanan maksimal 80 bar.
 - b. Membran ultrafiltrasi yang digunakan adalah DuPont UF Module IntegraPac IP-77. Adapun *flowrate* yang dihasilkan adalah 9,27 m³/jam denga *recovery rate* sebesar 69% sehingga *feedwater flow* yang diperlukan adalah 16,3 m³/jam dengan tekanan 3,4 bar. Pompa ultrafiltrasi yang digunakan adalah Grundfos CRT 16-6 A dengan kapasitas 16,3 m³/jam dengan tekanan maksimal 6,481 bar.
 - c. Tangki penyimpanan air laut & air tawar menggunakan PROFIL TANK TDA 25000l yang berkapasitas 25 m³.

Hasil dari desain sistem ini menghasilkan air tawar dengan kadar TDS sebesar 146,9 mg/l.

5.2. Saran

Berdasarkan dari hasil perhitungan dan desain yang telah dilakukan dan kesimpulan yang didapat, terdapat beberapa hal yang perlu disempurnakan lagi agar hasil yang didapatkan lebih maksimal dan efisien, sehingga saran – saran diperlukan untuk hasil yang maksimal dan akurat bagi tugas akhir mendatang. Adapun saran untuk tugas akhir ini diantaranya:

1. Tugas akhir ini hanya membahas desain saja. Kedepannya supaya desain ini bisa dilaksanakan di masyarakat, diperlukan kajian mengenai sistem kontrol, sistem distribusi dari *plant* menuju rumah – rumah warga, manajemen perawatannya, dan studi lanjut mengenai perancangan sistem *reverse osmosis* yang hemat energi dengan menggunakan sumber energi terbarukan sehingga sistem bisa lebih ramah lingkungan.

2. Kedepannya agar desain sistem ini menyesuaikan dari daerah yang akan menggunakan sistem ini, mengingat desain ini digunakan untuk kapasitas 1000 jiwa sedangkan jumlah penduduk di satu wilayah tidak selalu di angka 1000 dan setiap tahunnya bisa bertambah karena saat tugas akhir ini dibuat sedang terjadi pandemi COVID-19 sehingga survei tidak bisa dilakukan dan lokasi tidak dapat ditentukan.

DAFTAR PUSTAKA

American Standard Testing and Material (1998) 'Standard Guide for Water Analysis for Reverse Osmosis Application 1', *Public Health*, 11(Reapproved), pp. 1–2.

Fadhila, R. N. (2015) 'Perancangan Sistem Pengolahan Air Laut Menggunakan SWRO', (10), pp. 0–10.

FILMTEC TM Reverse Osmosis Membranes Technical Manual (2012). DuPont Water Solution.

Gilabert Oriol, G. *et al.* (2013) 'Optimizing seawater operating protocols for pressurized ultrafiltration based on advanced cleaning research', *Desalination and Water Treatment*, 51(1–3), pp. 384–396. doi: 10.1080/19443994.2012.714927.

IntegraPac TM *Ultrafiltration Module and Skid Product Manual* (2019). DuPont Water Solution.

Lau, W. J. et al. (2014) 'Ultrafiltration as a pretreatment for seawater desalination: A review', *Membrane Water Treatment*, 5(1), pp. 15–29. doi: 10.12989/mwt.2014.5.1.015.

Menteri Kesehatan Republik Indonesia (2017) 'Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan Dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua dan Pemandian Umum', *Peraturan Menteri kesehatan Republik Indonesia*, pp. 17–20.

Nugroho, A. (2004) 'Uraian Umum tentang Teknologi Desalinasi', *Jurnal Pengembangan Energi Nuklir*, 6(2), pp. 65–75.

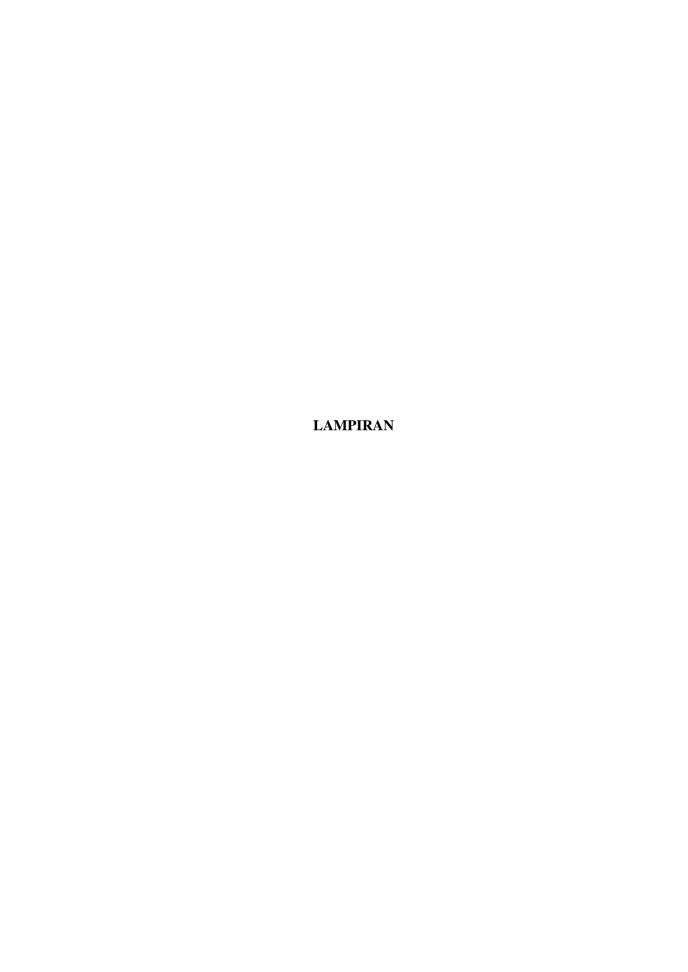
Said, N. I. (2003) 'Aplikasi Teknologi Osmosis Balik Untuk Memenuhi Kebutuhan Air Minum', *J.Tek.Ling. P3TL-BPPT*, 4(2), pp. 16–35. Available at: http://ejurnal.bppt.go.id/ejurnal2011/index.php/JTL/article/view/360.

Suryadi (2011) 'Analisa Teknis Ekonomis Perencanaan Sistem Reverse Osmosis Untuk Kebutuhan Air Tawar (Domestic Fresh Water System) Pada Kapal Niaga (MT . Avila)', *Jurnal Teknik Kelautan*, pp. 1–19.

Widayat, W. (2018) 'Pengolahan Air Payau Menggunakan Teknologi Membran Sistem Osmosa Balik Sebagai Alternatif Pemenuhan Kebutuhan Air Minum Masyarakat Kepulauan Seribu', *Jurnal Air Indonesia*, 1(3), pp. 264–271.

Yoshi, L. A. and Widiasa, I. N. (2016) 'Sistem Desalinasi Membran Reverse Osmosis (RO) untuk Penyediaan AirBersih', *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia* "Kejuangan" Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam

Indonesia. Yogyakarta, 17 Maret 2016, pp. 1–7.



Spesifikasi Feedwater Pump (FWP-01)

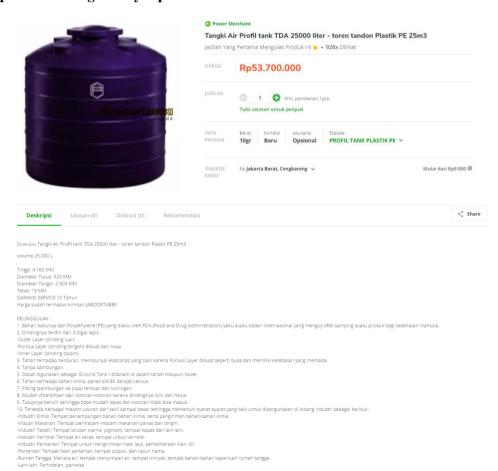
Home / Transfer / Mckarlen / POMPA TRANSFER MCKARLEN SPA 10 Untuk Air La

POMPA TRANSFER MCKARLEN SPA 10 Untuk Air La





Spesifikasi Tangki Penyimpanan



Kebersihan air tidak lepas dari tempat untuk menampungnya. Dengan kondisi tersebut kami menawarkan produk PROFIL TANK yang siap membantu Anda menjaga kebersihan tempat penyimpanan air. Profii Tank yang dipercaya masyarakat sejak tahun 1990-an

Spesifikasi Membran Ultrafiltrasi (UFM 01-08)



LENNTECH

info@lenntech.com Tel. +31-152-610-900 www.lenntech.com Fax. +31-152-616-289

DOW IntegraPac™ Ultrafiltration Skid With IP-77

The DOW IntegraPac" skid from Dow Water & Process Solutions is a pre-engineered, standardized skid design consisting of DOW"Ultrafiltration modules, auxiliary parts and piping. It significantly streamlines design, assembly and installation, resulting in lower skid costs, reduced engineering design costs, easy assembly, smaller footprint and shortened delivery schedule. Features include:



- · Modular and scalable for design across a wide range of flow rates
- · Materials of construction selected for corrosion resistance and chemical compatibility
- Shipped unassembled to lower transportation cost and prevent damage in transit
- Individual end caps with built-in interconnectivity allow modules to be connected directly, and eliminate ancillary piping, manifolding and connections
- Standardized and pre-fabricated components and parts eliminate measuring, cutting, gluing and welding
- Compact design and footprint saves space
- · Easily accessible for physical inspection or replacement at end of life
- Operator-friendly transparent filtrate elbow designed and located for easy visual integrity inspection
- · High pressure rating to enable direct feed to reverse osmosis feed pumps

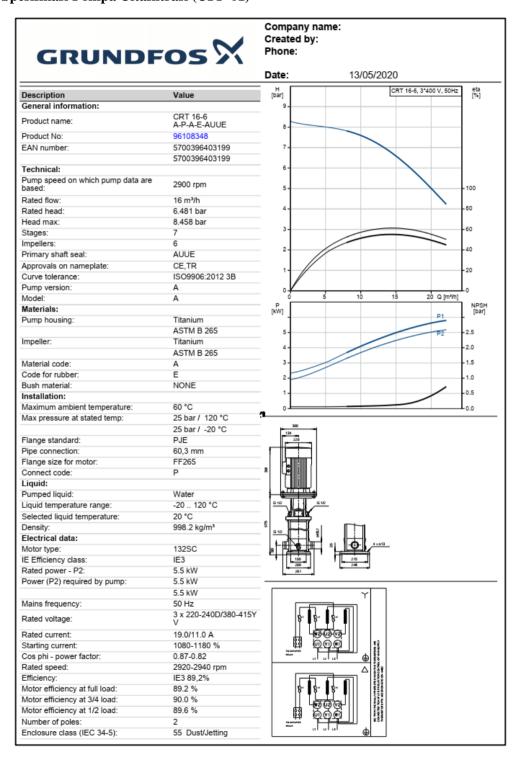
Skid Configurations with IP-77 Modules

No. of Modules	IntegraPac [™] Skid		brane rea	Flow @ (38	65 lmh gfd)	Lengt	th (L)	Wi	idth	Heigh	nt (H)		nt, dry odules)		t, filled odules)		ld-Up lume
		m²	ft²	m³/hr	gpm	mm	ft.	mm	ft.	mm	ft.	kg	lbs.	kg	lbs.	m³	US gal
6	IP-77-06	462	4974	30	132	1241	4.1	764	2.51	2875	9.43	496	1093	840	1852	0.32	84.0
8	IP-77-08	616	6632	40	176	1604	5.3	764	2.51	2875	9.43	644	1420	1102	2429	0.42	112.0
10	IP-77-10	770	8290	50	220	1967	6.5	764	2.51	2875	9.43	791	1744	1364	3007	0.53	140.0
12	IP-77-12	924	9948	60	264	2330	7.6	764	2.51	2875	9.43	939	2070	1626	3585	0.64	168.0
14	IP-77-14	1078	11606	70	309	2693	8.8	764	2.51	2875	9.43	1091	2405	1893	4173	0.74	196.0
16	IP-77-16	1232	13264	80	353	3056	10.0	764	2.51	2875	9.43	1249	2754	2165	4773	0.85	224.0
18	IP-77-18	1386	14922	90	397	3419	11.2	764	2.51	2875	9.43	1401	3089	2432	5362	0.95	252.0
20	IP-77-20	1540	16580	100	441	3782	12.4	764	2.51	2875	9.43	1554	3426	2699	5950	1.06	280.0
22	IP-77-22	1694	18238	110	485	4145	13.6	764	2.51	2875	9.43	1706	3761	2966	6539	1.17	308.0

Operating Parameters

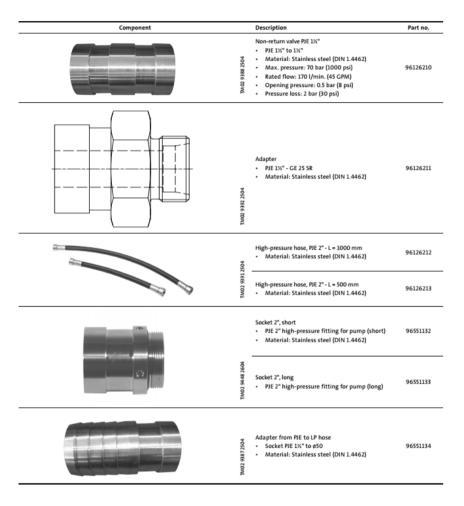
	SI Units	US Units
Filtrate Flux @ 25℃	60-140 l/m²/hr	35-82 gfd
pH, Operating	2-11	2-11
pH, Cleaning	2-12	2-12
Temperature	1-40°C	34°-104°F
Max. Inlet Module Pressure (@20°C)	6.25 bar	93.75 psi
Max. Operating TMP	2.1 bar	30 psi
Max. Operating Air Scour Flow	12 Nm³/hr	7.1 scfm
Max. Backwash Pressure	2.5 bar	36 psi
NaOCI (max)		,000 mg/L
TSS (max)		100 mg/L
Turbidity (max)		300 NTU
Particle Size (max)		300 μm
Flow Configuration	·	Outside-in
Expected Filtrate Turbidity		≤0.1 NTU
Expected Filtrate SDI		≤2.5

Spesifikasi Pompa Ultafiltrasi (UFP-01)



Spesifikasi $High\ Pressure\ Pump\ (ROP-01)$

GRUNDF Description General information:										
•		Date:		11/05/	2020					
•	Value	H [bar]					ВМРЕ	10,2 F	R, 3*400	V
General information:		90			_			-	-	
Product name:	BMPE 10,2 R	85								
	A-P-A-BBVP									
Product No:	96126148	80								
EAN number:	5700397808825 5700397808825	75 -						_		
Technical:	5/10039/000025	70							Ш	
Pump speed on which pump data are		- "								
based:	700/1800 rpm	65 -						-		
Rated flow:	10.2 m³/h	60								
Rated head:	816 m									
Primary shaft seal:	BBVP	55 -						_		
Approvals on nameplate:	CE	50 -								
Curve tolerance:	ISO 9906:1999 Annex A									
		45								
Pump version:	A	40 -						_		_
Model: Materials:	A									
Materials: Pump housing:	Stainless steel	35 -								
Fump nousing.	DIN WNr. 1.4462	30 -		_				-		
	ASTM UNS S 32205	25 -							Ш	
Material code:	A 3 TWI ON 3 3 32203	- 2								
Installation:	^	20 -		_	-			-		
Maximum ambient temperature:	55 °C	15 -							Ш	
Max pressure at stated temp:	80 bar / 50 °C									
max procedure at states temp.	80 bar / 3 °C	10 -		_				-	-	
Flange standard:	PJE	5 -								
Pipe connection:	48.3	•								
Flange size for motor:	FF350	0 1	2 3	4	5	5 7	8	9	Q [m	/h
Connect code:	P							_	∞ [···	_
Liquid:										
Pumped liquid:	Water		<u> </u>	115						
Liquid temperature range:	3 50 °C	│ <mark></mark> _┌┪╧╧	<u>-</u>							
Selected liquid temperature:	20 °C		₽ • .f®	₽						
Density:	998.2 kg/m³		- 1	<u></u>						
Electrical data:										
Motor type:	SIEMENS		So A≣	10						
Rated power - P2:	30 kW		\supseteq \mathbb{K}	j'						
Mains frequency:	50 Hz 3 x 380-420D/660-725Y	.	_]						
Rated voltage:	3 X 380-420D/660-725Y V		 	4						
Rated current:	57,5-54,0/33,5-31,5 A		44							
Starting current:	690-690 %									
Cos phi - power factor:	0.8									
Rated speed:	1470 rpm									
Number of poles:	4				\neg					_
Enclosure class (IEC 34-5):	55 Dust/Jetting			_ ~						
Insulation class (IEC 85):	F									
Motor protec:	PTC		F							
Motor No:	83V15432	. Д. Ц	<u>90</u> 0							
Others:		[[[]] []	<u>ଦୃଦ୍ୱ</u>		É					
Net weight:	272 kg	Mary L1	u u	ا⊕ "	8					
Gross weight:	347 kg			Δ	2 4					
Shipping volume:	0.521 m³	8. 1	-		CONTROL OF THE ACCOUNTS OF					



Component		Description	Part no.
		Pressure relief valve Operating range: 25-140 bar/max. 1.8 m³/h Material: Stainless steel (DIN 1.4301) Thread size: G 3/8	96125890
		Pressure relief valve Operating range: 25-80 bar/max. 3.6 m³/h Material: Stainless steel (DIN 1.4301) Thread size: G ½	96125891
		Pressure relief valve Operating range: 80-140 bar/max. 3.6 m ³ /h Material: Stainless steel (DIN 1.4301) Thread size: G ½	96125892
1	\$0\$	Pressure relief valve Operating range: 25-80 bar/max. 7.2 m³/h Material: Stainless steel (DIN 1.4301) Thread size: G %	96125893
	TM0293952504	Pressure relief valve Operating range: 80-140 bar/max. 7.2 m³/h Material: Stainless steel (DIN 1.4301) Thread size: G ¼	96125894
		High-pressure hose, GE 12 - L = 500 mm • Material: Stainless steel (DIN 1.4462)	96126199
		High-pressure hose, GE 12- L = 1000 mm Material: Stainless steel (DIN 1.4462)	96126200
3		High-pressure hose, GE 25 - L = 500 mm Material: Stainless steel (DIN 1.4462)	96126201
		High-pressure hose, GE 25 - L = 1000 mm Material: Stainless steel (DIN 1.4462)	96126202
-	906	High-pressure hose, PJE 1½" - L = 500 mm	96126203
	TM0293912504	High-pressure hose, PJE 1%" - L = 1000 mm	96126204
		Male stud connector G % to GE 12	96126217
		Male stud connector G 3/8 to GE 12	96126218
		Male stud connector G % to GE 12	96126219
		Male stud connector G % to GE 12	96126220
	4	Male stud connector G % to GE 25	96126221
	TM02 9999 2504	Male stud connector G 1% to GE 25	96126222
	TM02	Male stud connector: G 1% to GE 25	96126223

Note: Tubes and parts for tubes of stainless steel DIN 1.4571 and DIN 1.4541 are available on request.

Spesifikasi Membran Reverse Osmosis (ROM 01 – 06)



Product Data Sheet

FilmTec™ SW30XHR-440 Element

Seawater Reverse Osmosis Element

Description

DuPont Water Solutions offers various premium seawater reverse osmosis (RO) elements designed to produce high quality water which may reduce capital and operation costs of desalination systems. FilmTec™ Elements combine excellent membrane quality with automated precision fabrication to take system performance to exceptional

FilmTec™ SW30XHR-440 Elements are the highest rejection seawater RO elements in the FilmTec™ Element portfolio, enabling stringent water quality requirements to be met reliably with single-pass seawater systems in most situations. In addition, the combination of highest active area and a thick feed spacer results in higher productivity and lower cleaning frequency, which enables sustainable lower life-cycle cost. Benefits of the FilmTec™ SW30XHR-440 Element include:

- Highest NaCl and boron rejection to help meet World Health Organization (WHO) and other drinking water standards more cost effectively.
- The highest guaranteed active area of 440 ft2 (41 m2) permits lowest system cost by maximizing productivity and enables accurate and predictable system design and operating flux.
- The combination of highest active area with a thick feed spacer (28 mil) allows low cleaning frequency and high cleaning efficiency.
- Sustainable high performance over the operating lifetime, because oxidative treatments are not used in membrane production. This is one reason FilmTec™ Elements are more durable and may be cleaned more effectively over a wider pH range (1 - 13) than most other RO elements, which use oxidative treatments.
- Effective use in permeate staged seawater desalination systems without impairing the performance of the downstream stage.

Product Type

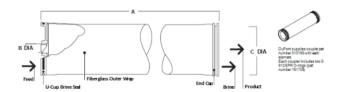
Spiral-wound element with polyamide thin-film composite membrane

Typical Properties

	Active Area		Feed Spacer Thickness	Permeate	Flowrate	Stabilized Boron	Stabilized Salt	
FilmTec™ Element	(ft ²)	(m ²)	(mil)	(gpd)	(m ³ /d)	Rejection (%)	Rejection (%)	
SW30XHR-440	440	41	28	6,600	25	93	99.82	

- The above benchmark values are based on the following test conditions: 32,000 ppm NaCl, 800 psi (5.5 MPa), 77°F (25°C), pH 8, 8% recovery.
- Permeate flows for individual elements may vary ±20%.
- Minimum Salt Rejection is 99.7%.
- Stabilized salt rejection is generally achieved within 24-48 hours of continuous use, depending upon feedwater characteristics and operating conditions. 4.
- Product specifications may vary slightly as improvements are implemented.
 Active area guaranteed ±5%. Active area as stated by DuPont Water Solutions is not comparable to the nominal membrane area figure often stated by some element suppliers.

Element Dimensions



	1 in	ch = 25.4 mm					
		A B			С		
FilmTec™ Element	Element (in) (mm)		(in)	(mm)	(in)	(mm)	
SW30XHR-440	40.0	1,016	1.125 ID	29	7.9	201	

- 1. Refer to FilmTec™ Design Guidelines for multiple-element systems of 8-inch elements
- (Form No. 45-D01695-en).
 2. Element to fit nominal 8-inch (203-mm) I.D. pressure vessel.

Operating and **Cleaning Limits**

Maximum Operating Temperature a, b	113°F (45°C)
Maximum Operating Pressure b	1,200 psig (83 bar)
Maximum Element Pressure Drop	15 psig (1.0 bar)
pH Range	
Continuous Operation a	2-11
Short-term Cleaning (30 min) c	1-13
Maximum Feed Silt Density Index (SDI)	SDI5
Free Chlorine Tolerance d	< 0.1 ppm

- Maximum temperature for continuous operation above pH 10 is 95°F (35°C).

 Consult your DuPont representative for advice on applications above 95°F (35°C). Refer to FilmTec™

 Elements Operating Limits (Form No. 45-D00691) for warranty-voiding conditions and additional h
- Refer to guidelines in Cleaning Guidelines (Form No. 45-D01696-en) for more information.

 Under certain conditions, the presence of free chlorine and other oxidizing agents will cause premature
- membrane failure. Since oxidation damage is not covered under warranty, DuPont Water Solutions recommends removing residual free chlorine by pretreatment prior to membrane exposure. Please refer to Dechlorinating Feedwater (Form No. 45-D01569-en) for more information.

Additional **Important** Information

Before use or storage, review these additional resources for important information:

- Usage Guidelines for FilmTec™ 8" Elements (Form No. 45-D01706-en)
- Start-Up Sequence (Form No. 45-D01609-en)
- Storage and Shipping of New FilmTec™ Elements (Form No. 45-D01633-en)

Product Stewardship

DuPont has a fundamental concern for all who make, distribute, and use its products, and for the environment in which we live. This concern is the basis for our product stewardship philosophy by which we assess the safety, health, and environmental information on our products and then take appropriate steps to protect employee and public health and our environment. The success of our product stewardship program rests with each and every individual involved with DuPont products—from the initial concept and research, to manufacture, use, sale, disposal, and recycle of each product.

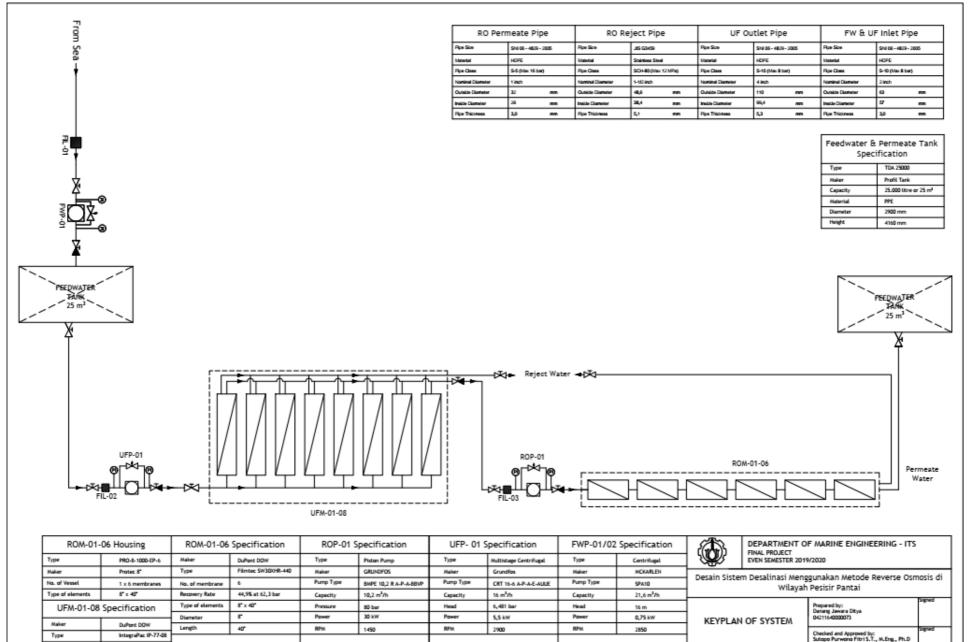
Spesifikasi Pipa HDPE



PT. ABADI METAL UTAMA
JI. Raya Sukomanunggal Jaya A6, Satelit Town Square, Surabaya, Jawa Timur
Telp.: (031)7317975; 7325855 (Hunting) Fax.: (031) 7325030, 7326050
E-mail: abadimetalutama@gmail.com
Website: www.abadimetalutama.com

PIPA HDPE PE 100 (MRS 100) UNTUK AIR BERSIH BERTEKANAN STANDARD SNI 06-4829-2005 / ISO 4427-2007

ND (INCH)	OD (mm)	S 5 - SDR 11 (PN 16)		N 16) S 6,3 - SDR 13,6 (PN 12,5)		S 8 - SDR	17 (PN 10)	S 10 - SD	R 21 (PN 8)	Panjang pipa (mtr)
	,,,,,,,	Tebal(mm)	Harga/mtr	Tebal(mm)	Harga/mtr	Tebal(mm)	Harga/mtr	Tebal(mm)	Harga/mtr	
1/2"	20	2.3	7900 (S 4, SD	R 9, PN 20)						100 / roll
3/4"	25	2.3	Rp10.400							100 / roll
1"	32	3.0	Rp16.500							100 / roll
1¼"	40	3.7	Rp26.300							100 / roll
1½"	50	4.6	Rp40.900	3.7	Rp33.600	3.0	Rp27.500	2.4	Rp22.600	100 / roll
2"	63	5.8	Rp64.800	4.7	Rp53.800	3.8	Rp44.000	3.0	Rp35.400	100 / roll
2½"	75	6.8	Rp89.800	5.6	Rp74.600	4.5	Rp62.300	3.6	Rp50.700	5.8, 6, 11.8, 12/btg, 100/rol
3"	90	8.2	Rp130.800	6.7	Rp106.900	5.4	Rp89.200	4.3	Rp72.700	5.8, 6, 11.8, 12/btg, 100/roll
4"	110	10.0	Rp193.700	8.1	Rp160.700	6.6	Rp133.200	5.3	Rp108.800	5.8, 6, 11.8, 12/btg, 100/roll
5"	125	11.4	Rp251.200	9.2	Rp207.200	7.4	Rp169.900	6.0	Rp138.700	5.8, 6, 11.8, 12/btg
6"	160	14.6	Rp410.700	11.8	Rp339.200	9.5	Rp278.100	7.7	Rp228.600	5.8, 6, 11.8, 12/btg
7"	180	16.4	Rp519.400	13.3	Rp430.200	10.7	Rp351.400	8.6	Rp286.600	5.8, 6, 11.8, 12/btg
8"	200	18.2	Rp640.400	14.7	Rp527.400	11.9	Rp433.900	9.6	Rp355.700	5.8, 6, 11.8, 12/btg
9"	225	20.5	Rp810.300	16.6	Rp669.800	13.4	Rp550.600	10.8	Rp449.200	5.8, 6, 11.8, 12/btg
10"	250	22.7	Rp996.700	18.4	Rp825.000	14.8	Rp674.700	11.9	Rp549.400	5.8, 6, 11.8, 12/btg
12"	315	28.6	Rp1.582.200	23.2	Rp1.310.200	18.7	Rp1.073.100	15.0	Rp872.100	5.8, 6, 11.8, 12/btg
14"	355	32.2	Rp2.008.100	26.1	Rp1.661.000	21.1	Rp1.365.800	16.9	Rp1.106.700	5.8, 6, 11.8, 12/btg
16"	400	36.3	Rp2.549.600	29.4	Rp2.107.100	23.7	Rp1.725.800	19.1	Rp1.411.700	5.8, 6, 11.8, 12/btg
18"	450	40.9	Rp3.745.100	33.1	Rp3.095.700	26.7	Rp2.536.400	21.5	Rp2.070.700	5.8, 6, 11.8, 12/btg
20"	500	45.4	Rp4.621.200	36.8	Rp3.820.200	29.6	Rp3.124.800	23.9	Rp2.554.800	5.8, 6, 11.8, 12/btg
22"	560	50.8	Rp5.789.500	41.2	Rp4.792.800	33.2	Rp3.926.500	26.7	Rp3.197.800	5.8, 6, 11.8, 12/btg
24"	630	57.2	Rp7.334.900	46.3	Rp6.057.500	37.2	Rp4.960.800	30.0	Rp4.039.200	5.8, 6, 11.8, 12/btg
28"	710			52.2	Rp7.695.700	42.1	Rp6.309.800	33.9	Rp5.143.000	5.8, 6, 11.8, 12/btg
32"	800	92	·		- 10	47.4	Rp8.552.300	38.1		5.8, 6, 11.8, 12/btg
36"	900					53.5	Rp10.855.200	42.9	Rp8.817.500	5.8, 6, 11.8, 12/btg
40"	1000	50 50	2 80 2 83			59.3	Rp13.371.000	47.7	Rp10.893.800	5.8, 6, 11.8, 12/btg
48"	1200							57.2	Rp15.674.600	5.8, 6, 11.8, 12/btg



UF Feedwater Pump

Feedwater Pump

01 • 42 20 TA073 • PID

1 of 1

NTS

03

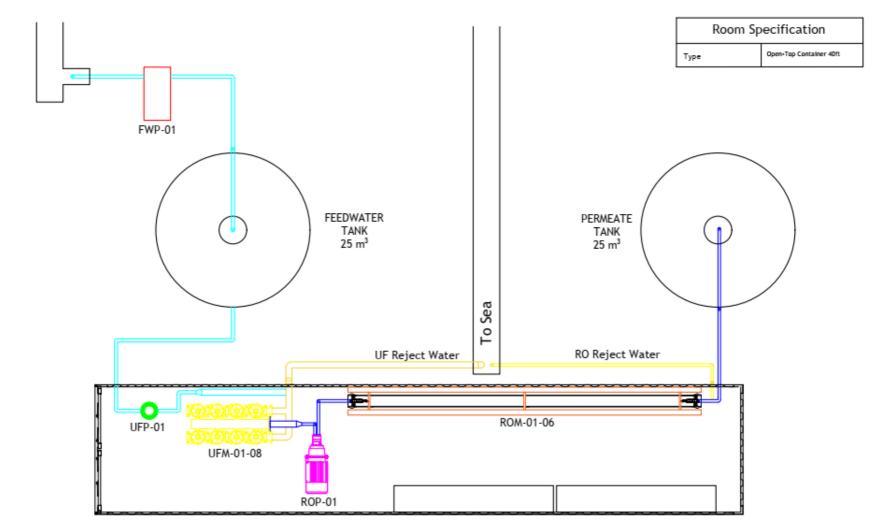
No. of membrane

Recovery Rate

8

RO Membrane

RO Feedwater Pump

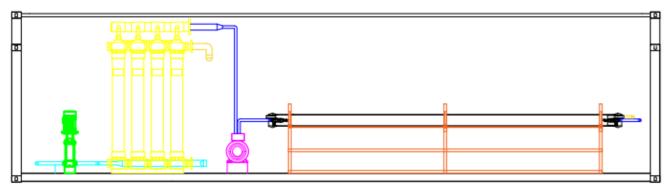


RO Permeate Pipe (Blue)			RO Reject	Pipe (Yellow)	UF Reject	Pipe (Yellow)	FW & UF Inlet Pipe (Cyan)		
Pipe Size	SNI 06 - 4829 - 2005		Pipe Size	JIS G3HS9	Pipe Size	SNI 05 - 4829 - 2005	Pipe Size	SNI 06 - 4829 - 2005	
Material	HOPE		Material	Stainless Steel	Material	HDPE	Material	HOPE	
Pipe Class	S-S (Max 16 bar)		Pipe Class	SCH-80 (Max 12 MPa)	Pipe Class	S-10 (Max 8 bar)	Pipe Class	S-10 (Max 8 bar)	
Nominal Diameter	1 inch		Nominal Diameter	1-1/2 inch	Nominal Diameter	4 inch	Nominal Diameter	2 inch	
Outside Diameter	32 mm		Outside Diameter	48,6 mm	Outside Diameter	110 mm	Outside Diameter	es nm	
Inside Diameter	26 mm		Inside Diameter	38,4 mm	Inside Diameter	99,4 mm	Inside Diameter	57 mm	
Pipe Thickness	3,0 mm		Pipe Thickness	5,1 mm	Pipe Thickness	5,3 mm	Pipe Thickness	3,0 mm	

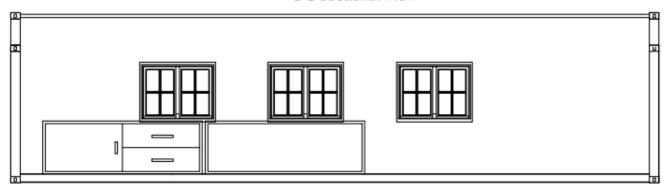




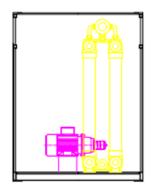




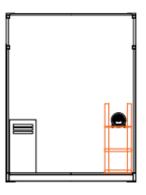
B-B Sectional View

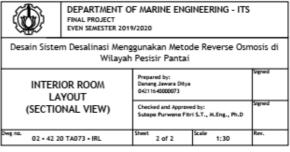


C-C Sectional View



D-D Sectional View





BIODATA PENULIS



Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara dari seorang ibu bernama Dra. Setya Ristanti dan seorang ayah bernama Mochamad Djoenaedi, A.Md. yang lahir pada 5 Januari 1998 di Kota Malang. Penulis mengawali jenjang pendidikannya di SD Negeri Purwantoro I/30, Kota Malang. Lulus dari SD, penulis melanjutkan pendidikannya di SMP Negeri 5 Malang. Setelah lulus dari SMA Negeri 3 Malang, penulis kemudian melanjutkan pendidikannya di Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya. Selama 8 semester, penulis berhasil menempuh 147 SKS

di Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan. Selama kuliah, penulis aktif di bidang akademik maupun non akademik. Di bidang akademik, selain mengikuti kegiatan perkuliahan, penulis juga menjadi asisten praktikum / grader pada Praktikum Reparasi Permesinan untuk mata kuliah Teknik Reparasi Permesinan, Praktikum Pneumatis untuk mata kuliah Mesin Fluida, dan Praktikum Asinkron 3 Fase untuk mata kuliah Listrik Perkapalan. Selain aktif mengikuti kegiatan akademik, penulis juga aktif di kegiatan non akademik tepatnya di kepanitiaan kegiatan ormawa baik di tingkat departemen maupun institut. Selama 3 tahun berturut - turut, di tingkat departemen penulis aktif sebagai panitia acara Marine Icon 2017, 2018, dan 2019. Di tingkat institut, penulis menjadi Pemandu Integralistik di acara GERIGI 2018. Di akhir masa kuliah, penulis memfokuskan diri di untuk melaksanakan tugas akhir bidang Marine Machinery Fluid and System yang berjudul "DESAIN SISTEM DESALINASI MENGGUNAKAN METODE REVERSE OSMOSIS DI WILAYAH PESISIR PANTAI". Untuk pengalaman praktik di lapangan, penulis melakukan kerja praktik I di PT. Yasa Wahana Tirta Samudera, kawasan Pelabuhan Tanjung Mas, Semarang selama 1 bulan dan di PT. Paiton Operation & Maintenance Indonesia (POMI), Paiton, Probolinggo selama 1 bulan.